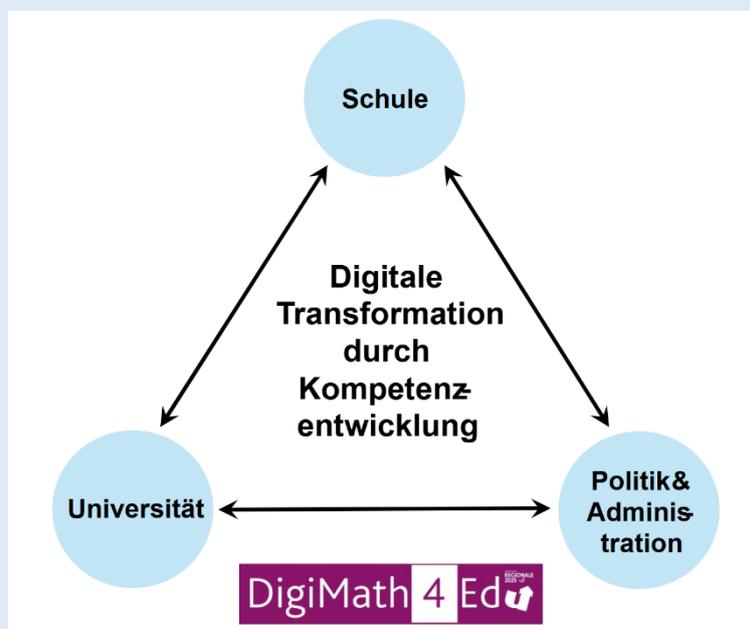


**Frederik Dilling, Benedikt Heer,
Marc Herrmann, Kathrin Holten,
Kevin Hörnberger, Birgitta Marx,
Rebecca Schneider, Julian Sommer,
Ingo Witzke**

**SITUIERTE PROFESSIONALISIERUNG
VON
MATHEMATIKLEHRPERSONEN
AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE AUS DEM
PROJEKT DIGIMATH4EDU**



WTM
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien
Münster

**Frederik Dilling, Benedikt Heer,
Marc Herrmann, Kathrin Holten,
Kevin Hörnberger, Birgitta Marx,
Rebecca Schneider, Julian Sommer,
Ingo Witzke**

**SITUIERTE PROFESSIONALISIERUNG
VON
MATHEMATIKLEHRPERSONEN
AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE AUS DEM
PROJEKT DIGIMATH4EDU**

WTM
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien
Münster

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Informationen sind im Internet über <https://dnb.de> abrufbar.



The E-Book is open access under Creative Commons License CC BY-NC-ND

© WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, Ferdinand-Freiligrath-Str. 26, 48147 Münster
Münster 2025

E-Mail: stein-wtm@outlook.de

ISBN 978-3-95987-348-2

<https://doi.org/10.37626/GA9783959873482.0>

Inhalt

1. Einleitung – Das Projekt DigiMath4Edu.....	2
2. Professionalisierungsmaßnahmen in DigiMath4Edu	4
3. Das entwickelte MPC-Kompetenzmodell	6
4. Kollaboration von Unterrichtsassistent:innen und Lehrer:innen.....	12
5. Statistische Auswertung der Projektarbeit an den Schulen	16
6. Bedeutende Professionalisierungsmaßnahmen aus der Sicht der Lehrer:innen....	28
7. Zusammenfassung und Ausblick.....	36
8. Literaturverzeichnis	39
9. Projektpublikationen (Stand: Dezember 2024)	43

1. Einleitung – Das Projekt DigiMath4Edu

Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht nimmt zunehmend mehr Raum ein und bietet dabei vielfältige Potenziale für die Bereicherung mathematischer Lehr-Lernprozesse. Mit dem Einsatz sind allerdings viele verschiedene neue Herausforderungen für die betroffenen Lehrpersonen verbunden. So fordert beispielsweise die Strategie der Kultusministerkonferenz zur „Bildung in der digitalen Welt“, dass „Lehrkräfte digitale Medien in ihrem jeweiligen Fachunterricht professionell und didaktisch sinnvoll nutzen sowie gemäß dem Bildungs- und Erziehungsauftrag inhaltlich reflektieren können“ (KMK, 2016, S. 25). Die Komplexität der hiermit verbundenen Aufgaben zeigt sich in diesem Strategiepapier sehr deutlich: Insbesondere sollen Lehrende die eigene allgemeine Medienkompetenz kontinuierlich weiterentwickeln und die Fähigkeit ausbilden, medienerzieherisch wirksame Konzepte zu entwickeln und anzuwenden, den adäquaten Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge zu planen, durchzuführen und zu reflektieren und digitale Medien zur individuellen Förderung zu nutzen. Sie sollen selbst geeignete Materialien und Programme identifizieren und auswählen, die das Lernen mit und Gestalten von Medien unterstützen. Außerdem sollen sie mit Kolleg:innen und anderen Expert:innen zusammenarbeiten, sich mit Ergebnissen aktueller Forschung in diesem Bereich befassen sowie Urheberrecht, Datenschutz und Jugendschutz beachten (S. 26–28).

Um diesen Herausforderungen begegnen zu können, müssen angehende, wie auch praktizierende Mathematiklehrer:innen ihre professionellen Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien und deren gezielten Einsatz in Lehr-Lernprozessen eigeninitiativ entwickeln bzw. weiterentwickeln. Der sogenannten dritten Phase der Lehrer:innenbildung, der Fort- und Weiterbildung von praktizierenden Lehrer:innen, kommt in diesem Bereich eine bedeutende Rolle zu. Dies liegt insbesondere an der Eigenschaft der Digitalisierung, die, wie Eickelmann (2019) betont, durch rasante Veränderungen geprägt ist. Niemand könne vorhersagen, welche Kompetenzen in ein paar Jahren gebraucht werden, sodass die Lehramtsausbildung, also die ersten beiden Phasen der Lehrer:innenbildung, nur den Grundstein für die spätere Kompetenzentwicklung legen könne. Insgesamt lässt sich laut Eickelmann et al. (2016) ein hoher Bedarf an Fortbildungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung feststellen.

Im mathematischen Bereich wurde dafür von der Fachgruppe für Mathematikdidaktik an der Universität Siegen das Projekt DigiMath4Edu entwickelt, welches sich mit der Frage befasst, wie eine sinnvolle Struktur für die Fortbildung von Mathematiklehrkräften im Kontext der Digitalisierung aussehen könnte. In diesem Konzept werden zentrale Fortbildungsveranstaltungen mit einer unmittelbaren Unterstützung vor Ort in den Schulen durch Studierende (sog. Unterrichtsassistent:innen) kombiniert, um vor dem Hintergrund aktueller Forschungsbefunde zur Gestaltung von Lehrer:innenfortbildungen sowie konkreter empirischer Erhebungen im Projekt erörtern zu können, inwiefern sich daraus Chancen zur Professionalisierung der Lehrer:innen ergeben.

Innerhalb eines Zeitraums von drei Jahren mit Start am 1. Februar 2021 wurden an insgesamt 15 Schulen verschiedener Schultypen in den Kreisen Siegen-Wittgenstein und

Olpe Maßnahmen unternommen, um bei Lehramtsstudierenden (Unterrichtsassistent:innen) und Mathematiklehrkräften gleichermaßen digitale Kompetenzen aufzubauen und weiterzuentwickeln. Dieses Setting bot ideale Gegebenheiten, um digitale Transformationsprozesse an Schnittstellen von Hochschule und Schule intensiv zu beforschen. Folglich wurde das Projekt maßgeblich durch das Ministerium für Kultur und Wissenschaft, sowie das Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen finanziert und von der Bezirksregierung Arnsberg begleitet. Zusätzliche Förderer waren in Form von zwölf lokalen Unternehmen, drei Unternehmerverbänden und drei Sparkassen zu finden. Das Projekt wurde im Rahmen der Regionale Südwestfalen 2025 ausgezeichnet. Die Grundidee des Forschungsvorhabens bestand in einer wissenschaftlich begleiteten Kompetenzentwicklung von Mathematiklehrpersonen in Bezug auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht vor Ort in konkreten Unterrichtssituationen.

Wir bedanken uns an dieser Stelle herzlich bei allen Projektförderern, den teilnehmenden Schulen und den Unterrichtsassistent:innen. Der folgende Bericht stellt die Rahmenbedingungen des Projekts sowie eine Übersicht der erzielten Forschungsergebnisse vor. Hierzu wird zunächst auf die im Projekt angewendeten Professionalisierungsmaßnahmen eingegangen. Anschließend wird das zugrundeliegende Modell zur Beschreibung professioneller Medienkompetenz erläutert. In Abschnitt 4 wird eine detaillierte Untersuchung der Zusammenarbeit der Unterrichtsassistent:innen und Lehrer:innen vorgestellt. Abschnitt 5 zeigt eine statistische Auswertung der Projektarbeit an den Schulen bezogen auf die genutzten Medien und die Aufgaben der Unterrichtsassistent:innen. Der letzte Abschnitt beleuchtet schließlich die Einschätzung der Lehrer:innen zur Bedeutung der einzelnen Projektaspekte und -maßnahmen als Gelingensfaktoren im Rahmen von Selbstreflexionen.

Wir wünschen an dieser Stelle allen interessierten Leser:innen eine anregende Lektüre und verweisen für weitergehende Informationen zu den Projektergebnissen auf das projektspezifische Publikationsverzeichnis in Abschnitt 8.

Mit besten Grüßen

Frederik Dilling und Ingo Witzke (im Namen aller Autor:innen dieses Berichts)

2. Professionalisierungsmaßnahmen in DigiMath4Edu

Die Professionalisierungsstruktur in DigiMath4Edu basiert im Wesentlichen auf zwei Säulen (siehe Tabelle 1). Zu unterscheiden sind zum einen verschiedene Arten von Professionalisierungsveranstaltungen und zum anderen die individuelle Beratung und Begleitung vor Ort in den Schulen.

Bezogen auf die Professionalisierungsveranstaltungen wurden drei unterschiedliche Formate im Projekt genutzt: i) Professionalisierungsreihen mit mehreren halb- bis ein-tägigen Einzelveranstaltungen, ii) einzelne Professionalisierungstage mit zweistündigen Workshops sowie iii) Mini-Workshops von etwa 30-60 Minuten, welche individuell vor Ort in den Schulen angeboten wurden.

(zu i) Eine Professionalisierungsreihe wurde im ersten und zweiten Projektjahr durchgeführt. In den insgesamt 24 Veranstaltungen wurden zum Beispiel das Problemlösen in der Geometrie mit GeoGebra, der Einsatz von Tablets im Mathematikunterricht der Grundschule, das Programmieren mit Scratch, die Verwendung von CAD-Software sowie 3D-Druck oder die Nutzung von Augmented und Virtual Reality behandelt. Während einzelne Veranstaltungen spezifische Schulformen in den Blick genommen haben, waren andere schulformübergreifend angelegt. Ebenso wurde in bestimmten Veranstaltungen eine Unterteilung in Einsteiger und Fortgeschrittene in Bezug auf die Vorerfahrungen mit den betreffenden Medien vorgenommen. Die einzelnen Veranstaltungen fanden an unterschiedlichen Wochentagen über einen Zeitraum von mehreren Monaten statt und wurden aufgrund der damals geltenden Covid-19-Beschränkungen teilweise in einem Online-Format oder vor Ort an der Universität Siegen von wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen im Projekt durchgeführt. Der Fokus der Veranstaltungen lag auf einer allgemeinen Einführung der Medien, einer fachdidaktischen Einbettung der Nutzungsszenarien, einer Hands-on Erprobung sowie dem Aufzeigen von Einsatzmöglichkeiten an Fachinhalten im Mathematikunterricht.

(zu ii) Zentrale Professionalisierungstage mit verschiedenen zweistündigen Workshops wurden zu Beginn des zweiten und dritten Projektjahres sowie in der Mitte des dritten Projektjahres angeboten und fanden in Präsenz an der Universität Siegen statt. Die Professionalisierungstage beinhalteten eine allgemeine Einführung durch einen Expert:innenvortrag. Anschließend konnten drei Workshops aus einem Angebot von insgesamt neun Workshops ausgewählt und besucht werden. Die Workshops haben ähnliche Themen wie die Professionalisierungsreihen abgedeckt und wurden ebenfalls von wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen durchgeführt. Im Vergleich zu den halb- bis ganztägigen Veranstaltungen konnte hier weniger Zeit für die eigene Erprobung der Medien und die fachdidaktische Einbettung aufgebracht werden.

(zu iii) Die Mini-Workshops von etwa 30 bis 60 Minuten fanden insbesondere im zweiten und dritten Projektjahr vor Ort an den Schulen statt. Sie wurden von wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen gemeinsam mit Studierenden konzipiert und zielten insbesondere auf eine erste Hands-on Erprobung und den Aufbau von Motivation ab. Mini-

Workshops wurden beispielsweise zu den Themen 3D-Druck, Augmented und Virtual Reality, Escape Games und KI durchgeführt. Im Gegensatz zur Professionalisierungsreihe und den Professionalisierungstagen wurden die Mini-Workshops von Studierenden durchgeführt. Als Zeitfenster wurden beispielsweise Mittagspausen oder Freistunden von einzelnen Personen genutzt.

Dem gegenüber steht die zweite Säule in Form individueller Beratung und Begleitung der Planung und Umsetzung lokal in den Schulen. Dafür wurden Lehramtsstudierende höheren Semesters zu Unterrichtsassistent:innen für Digitalisierung in spezifischen Veranstaltungen geschult, um vor Ort die Lehrkräfte zu unterstützen. Die Schulung dieser Personen umfasste zum einen die Teilnahme an regulären, in das Studium eingebundenen fachdidaktischen Veranstaltungen zum Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht und zum anderen mehrere spezifische Vorbereitungstage in Blockformaten, welche auf die Bedienkompetenz, Aspekte der Unterrichtsplanung und die Beispielanwendungen im Unterricht fokussierten. Jeder Schule wurden zwei Unterrichtsassistent:innen über ein Projektjahr hinweg zugeordnet. Sie sollten insbesondere die Implementation von zuvor durch die Lehrkräfte noch nicht genutzten digitalen Medien vorbereiten und unterstützen. Ein genauerer Einblick in die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und der Unterrichtsassistent:innen wird in Kapitel 4 gegeben.

<p>Professionalisierungsveranstaltungen: Praktische Einführung der Medien Fachdidaktische Hintergründe Impulse für die Nutzung im Unterricht Wecken von Interesse für erste eigene Versuche</p>	<p>Begleitete Umsetzung: Entwicklung und Durchführung eigener Unterrichtsvorhaben Individuelle Beratung und Begleitung Langfristige Weiterentwicklung der professionellen Kompetenzen</p>
--	---

Tabelle 1: Überblick über die zwei Säulen der Professionalisierungsstruktur im Projekt DigiMath4Edu

3. Das entwickelte MPC-Kompetenzmodell

Im Zuge der digitalen Transformation steht Mathematiklehrkräften eine stetig wachsende Auswahl digitaler Medien und Werkzeuge zur Verfügung. Zunehmend erfolgen darüber hinaus auch bildungspolitische Vorgaben, die die Integration digitaler Medien in den Mathematikunterricht fordern (z. B. KMK, 2016 sowie 2022). Diese Kombination aus potenziellen Wahlmöglichkeiten auf der einen Seite und bildungspolitischen Forderungen auf der anderen Seite stellt die Mathematiklehrkräfteausbildung sowie aktive Mathematiklehrkräfte hinsichtlich der Implementierung digitaler Medien und Werkzeuge vor neue Herausforderungen. Der Einsatz digitaler Medien wird zum grundlegenden Teil des Mathematikunterrichts und verliert seinen optionalen Status im Sinne eines gewünschten „add-ons“. Um dieser neuen Art der Herausforderung zu begegnen, bedarf es der Entwicklung einer professionellen (digitalen) Medienkompetenz, die (angehende) Mathematiklehrkräfte dazu befähigt, auf Basis ihrer subjektiven Erfahrungen (digitale) Medien professionell in mathematische Lehr-Lernprozesse zu integrieren.

Unter professioneller Medienkompetenz wird dabei die Kompetenz verstanden, welche es einer Lehrkraft ermöglicht, ein geeignetes Medium gezielt hinsichtlich der unterrichtlichen und fachdidaktischen Ziele auszuwählen und für den Unterricht zu nutzen, um bestimmte mathematische Inhalte für Schüler:innen aufzubereiten und so zugänglich zu machen. Wenngleich bereits unterschiedliche Modelle existieren, welche einen didaktisch sinnvollen Einsatz digitaler Medien beschreiben (z. B.: das SAMR-Modell nach Puentedura, 2006; das DigCompEdu-Modell nach Punie & Redecker, 2017; das TPACK-Modell nach Koehler & Mishra, 2009), fordern die veränderten Rahmenbedingungen der heutigen Zeit eine gezielte Anpassung und eine explizite Konzeptualisierung von professionellen Kompetenzen. Das im Projekt DigiMath4Edu entwickelte MPC-Modell stellt einen Beschreibungsrahmen bereit, der es erlaubt, professionelle (digitale) Medienkompetenz von Lehrpersonen im Spiegel eben dieser veränderten Rahmenbedingungen zu beschreiben und qualitativ einzuordnen. Es basiert auf dem auf Koehler und Mishra (2009) zurückgehenden TPACK-Modell, wobei auf Basis aktueller Erkenntnisse und Anforderungen gezielte Modifikationen vorgenommen wurden.

Zu Beginn soll deshalb an dieser Stelle der Fokus auf das TPACK-Modell gelegt werden: Seit vielen Jahren stellt die professionelle Entwicklung des Lehrer:innenberufes ein Kerninteresse der internationalen Bildungsforschung dar. Um das Wissen und die Fähigkeiten der Lehrkräfte beschreiben zu können, bietet das PCK-Modell nach Shulman (1987) einen etablierten Rahmen, welcher zwischen den Dimensionen „Inhalt“ und „Pädagogik“ unterscheidet. Dem aktuellen Trend folgend wird allerdings immer mehr auf den Begriff der Kompetenzen als Alternative zum Wissen zurückgegriffen. Die Ursache dafür ist in den unterschiedlichen Definitionen beider Begriffe zu finden. Weinert beschreibt eben den Begriff der Kompetenzen als Kombination aus den sieben Elementen Fähigkeit, Wissen, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung und Motivation (vgl. Weinert, 2001, S. 27 f.). Insofern bildet der etablierte Terminus des Wissens nur einen Teilbereich der Kompetenzen ab und ist folglich sehr viel enger gefasst.

Traditionell werden zwei Ansätze zur Definition des Kompetenzbegriffs unterschieden: Blömeke et al. (2015) nennen einerseits den analytischen Ansatz, in welchem die Kompetenz in verschiedene kognitive und affektiv-motivationale Merkmale unterteilt wird. Dem gegenüber steht der holistische Ansatz, welcher eine Definition anhand des Verhaltens in realen Kontexten vornimmt. Nach Blömeke et al. (2015) sind beide Ansätze kompatibel und als Teil eines Kontinuums von zugrundeliegenden Dispositionen bis hin zu dem tatsächlichen Handeln zu betrachten.

Dennoch sind in Hinblick auf die Integration digitaler Medien in den schulischen Mathematikunterricht wissensbasierte Ansätze weiterhin stark verbreitet. Besonders ist dabei das TPACK-Modell (Koehler & Mishra, 2009), eines der prominentesten Frameworks in der Bildungstechnologieforschung (Hew et al., 2019), hervorzuheben. Aufbauend auf den Ideen von Shulman (1987) werden im TPACK-Modell die Wissensdimensionen Inhalt, Pädagogik und Technologie unterschieden, wobei ein besonderer Fokus jeweils auf die Schnittmengen aller drei Bereiche (technologisches pädagogisches Inhaltswissen (TPACK)) gelegt wird.

Die Diskussion über digitale Medien im Schulunterricht geht Hand in Hand mit der Frage, wie sie sinnvoll in mathematische Lehr-Lernprozesse integriert werden können, um sowohl das Medium selbst als auch seine Funktionsweisen und Möglichkeiten zur Lösung mathematischer Fragestellungen aufzuzeigen. Koehler und Mishra haben dies wie folgt formuliert:

How can teachers integrate technology into their teaching? (Koehler & Mishra, 2009, S.62)

Wenn digitale Medien nun jedoch in einer zunehmend größeren Auswahl und stetigen Verfügbarkeit für Unterrichtszwecke genutzt werden können und gleichzeitig deren Einsatz nicht mehr optional oder wünschenswert, sondern eine verbindliche curriculare Vorgabe ist, müssen aus mathematikdidaktischer Sicht andere Anforderungen an den Einsatzzweck digitaler Medien im Mathematikunterricht erfüllt werden. Die Perspektive verschiebt sich dadurch hin zu dem angestrebten Lerngegenstand und der Frage danach, welches zur Verfügung stehende (digitale) Medium¹ aus inhaltlicher, didaktischer und pädagogischer Sicht besonders geeignet erscheint, um die gewünschten mathematischen Lehr-Lernprozesse zu initiieren. Die zu beantwortende Frage lässt sich dann analog zu Koehler und Mishra (2009) wie folgt formulieren:

Which (digital) teaching media can be integrated to support specific mathematical learning processes in a meaningful way?

Um diese Frage umfänglich untersuchen zu können, scheint das TPACK-Modell in der bestehenden Form aus heutiger Perspektive nur bedingt geeignet zu sein. Aufgrund der von Drijvers et al. (2014) geschilderten Einfachheit und Zugänglichkeit des Modells und

¹ An dieser Stelle wollen wir einen breiten Medienbegriff zugrunde legen, welcher sowohl neuere (z.B. 3D-Druck Technologie) als auch klassische digitale (z.B. dynamische Geometrie Software) und analoge (z.B. Schulbuch) Unterrichtsmedien und Werkzeuge einbezieht.

der Kompatibilität mit der bisherigen Forschung im Kontext der professionellen Entwicklung von Lehrkräften (Clark-Wilson et al., 2020) wird es dennoch als Basis für das MPC-Modell genommen.

Im Folgenden werden nun vier im Rahmen von DigiMath4Edu entwickelte Erweiterungen des TPACK-Modells vorgestellt, welche dann zum MPC-Modell führen (vgl. Dilling et al., 2022, 2024a): 1) Berücksichtigung von Kompetenzen anstelle von Wissen als ganzheitliche Beschreibung, 2) Integration professioneller Digitalkompetenzen in einen breiteren Kontext professioneller Medienkompetenz, 3) Beschreibung konkreter individueller Erfahrungen mit Medien in kontextgebundenen subjektiven Erfahrungsbereichen, und 4) Charakterisierung einer reflexiven Ebene als übergeordneter subjektiver Erfahrungsbereich, der die Vernetzung konkreter individueller Erfahrungen mit (Digital-)Technik ermöglicht.

1) Kompetenzen anstatt Wissen

Im Kontrast zum TPACK-Modell steht beim MPC-Modell die Beschreibung von Kompetenzdimensionen in Bezug auf Unterrichtsmedien im Vordergrund. Unter eben diese digitalen Medienkompetenzen fallen dabei Kompetenzen, die es einer Lehrkraft ermöglichen, digitale Technologien zu bewerten, auszuwählen und in den Unterricht zu integrieren. Analog zu Weinert deckt das Wissen dabei nur einen Teil dieser Kompetenzen ab. Vielmehr bedarf es einer Kombination mit motivationalen, volitionalen und sozialen Aspekten für die erfolgreiche Anwendung des Wissens im Unterricht.

Im MPC-Modell werden dabei neben dem Wissen vor allem die Beliefs als affektiv-kognitive Komponenten (Pehkonen & Pietilä, 2004) in den Blick genommen. Ertmer und Ottenbreit-Leftwich (2010) zeigten den Einfluss von Beliefs und dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht bereits detailliert auf. Auch Thurm und Barzel (2022) konnten in einer quantitativen Fragebogenstudie Zusammenhänge zwischen Beliefs über das Unterrichten mit Technologie, Selbstwirksamkeitsbeliefs und epistemologischen Beliefs mit unterschiedlichen Arten des Technologieeinsatzes im Unterricht herstellen.

2) Digitale Technologien im Kontext von Unterrichtsmedien

Lange Zeit wurde die Forschung und Diskussion zu digitalen Technologien aus der Perspektive bestimmter Einsatzmöglichkeiten einzelner digitaler Medien im Mathematikunterricht geführt. In den letzten Jahren lässt sich hier allerdings ein Wandel ausmachen. Die Perspektive hat sich weg von spezifischen digitalen Technologien und geeigneten Nutzungsszenarien hin zu einem globaleren Blick auf Technologien und Ressourcen im Mathematikunterricht (Trgalová et al., 2018) verschoben, die insbesondere analoge und digitale Medien in den Unterrichtsprozess integrieren. Zudem liegt der Fokus nun darauf, welche digitalen Technologie oder welche analogen Ansätze aus inhaltlicher und pädagogischer Sicht geeignet sein könnten, um die beabsichtigten mathematischen Lehr-Lernprozesse zu initiieren.

Im Rahmen des MPC-Modells sollen deshalb der Einsatz digitaler und analoger Medien, die aus epistemologischer Sicht als ähnlich anzusehen sind, nicht unterschieden und stattdessen der allgemeinere Begriff Medium verwendet werden. Medien übernehmen im Unterricht eine vermittelnde Rolle zwischen den mathematischen Inhalten auf der einen und den Schüler:innen auf der anderen Seite. Damit ist das Ziel verbunden, dass die Schüler:innen mathematische Kompetenzen entwickeln und mathematische Konzepte und Zusammenhänge verstehen (Barzel & Greefrath, 2015). Zu den Medien zählen analoge Hilfsmittel wie Lehrbücher und Arbeitsblätter sowie digitale Technologien wie Videos, interaktive Whiteboards und mathematikspezifische Software (z. B. Dynamische Geometriesoftware oder Tabellenkalkulationen).

Mit dieser integrativen Betrachtungsweise der verschiedenen Medien geht der Vorteil einher, dass sie in ihrer Gesamtheit als wesentliche Elemente des Unterrichts zu bezeichnen sind und nicht den „add-on“-Status haben. Folglich betrachtet das MPC-Modell professionelle digitale Medienkompetenz (D) als Teilmenge der allgemeinen professionellen Medienkompetenz (M).

- D : Professionelle Digitalkompetenz (Bezug zu digitalen Medien)
- M : Professionelle Medienkompetenz (Bezug zu allgemeinen Medien)
- $D \subseteq M$

Dazu werden analog zum TPACK-Modell die inhaltliche (C) und pädagogische (P) Kompetenz als weitere entscheidende Kompetenzdimensionen definiert. Unter inhaltlicher Kompetenz ist die Fähigkeit zu verstehen, auf Grundlage des inhaltlichen Wissens Strategien zur Vermittlung von Inhalten zu entwickeln und diese adaptiv auf Unterrichtssituationen zu übertragen. Pädagogische Kompetenz beschreibt die Fähigkeit, die Schüler:innen in ihren Lernprozessen methodisch zu fördern und zu unterstützen, z. B. indem die Lernsituation in geeigneter Weise gestaltet wird.

Auf Basis dessen werden drei zentrale Kompetenzdimensionen formuliert, welche isoliert, aber auch in Beziehung zueinander identifiziert werden können. In Hinblick auf Medienkompetenz ergeben sich die folgenden Schnittmengen:

- M : Professionelle Medienkompetenz mit $D \subseteq M$
- MC : Inhaltsbezogene Medienkompetenz
- MP : Pädagogische Medienkompetenz
- MPC : Inhaltsbezogene pädagogische Medienkompetenz
- $MC \cup MP \cup MPC \subset M$

Digitale Medienkompetenzen stellen eine Untermenge der (allgemeinen) Medienkompetenzen hinsichtlich der bezeichneten Teilkompetenzen dar (siehe Abbildung 1).

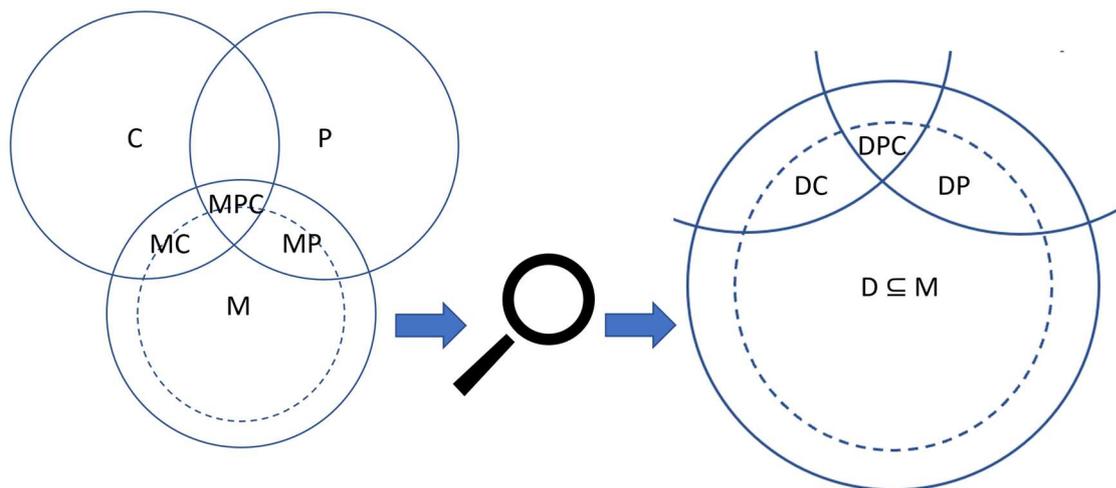


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Kompetenzdimensionen im MPC-Modell.

3) Situierete Erfahrungen als Grundlage von Kompetenzen

Verschiedene empirische Studien haben gezeigt, dass der angemessene Umgang mit digitaler Technologie in einem gegebenen Kontext kein Indikator für die allgemeine Fähigkeit ist, diese digitale Technologie in einem anderen Kontext professionell einsetzen zu können (Rosenberg & Koehler, 2015). Dieses Phänomen der Kontextspezifität kann mit dem Konzept der subjektiven Erfahrungsbereiche nach Bauersfeld (1983) erklärt werden. Demnach wird jede menschliche Erfahrung in bestimmten Lernkontexten erworben und ist eng mit diesen verbunden. Die Erfahrungen werden in subjektiven Erfahrungsbereichen (kurz: SEBe) gespeichert, die voneinander isoliert bestehen. Die Menge aller SEBe einer Person werden als „Society of Mind“ (Lawler, 1981) bezeichnet. Sie existieren in einer nicht-hierarchischen Struktur und konkurrieren um Aktivierung. Ein SEB bezieht sich entweder auf eine konkrete Erfahrung (zum Beispiel in Bezug auf ein digitales Medium) oder auf andere SEBe. Letzterer verknüpft zwei oder mehrere andere SEBe und ermöglicht dem Individuum bei Aktivierung eine spezifische (bewusste) Entscheidung zwischen den Perspektiven der verknüpften SEBe.

Das MPC-Modell greift auf SEBe zurück, um neben dem Wissen auch andere motivationale, affektive oder emotionale Komponenten subjektiver Erfahrung beschreiben zu können. Damit wird die Definition des Kompetenzbegriffs nach Weinert (2001) in ihren vielfältigen Facetten berücksichtigt. Bezeichnet man nun die SEBe eines Individuums mit Bezug zu Medien als M_1, \dots, M_n und analog solche SEBe, die auch einen Bezug zu digitalen Medien aufweisen als D_1, \dots, D_m , so lässt sich digitale Medienkompetenz wie folgt formulieren:

- 1) S : Society of Mind
- 2) $M_{i \in \{1, \dots, n\}}$: SEBe mit Bezug zu Medien
- 3) $M \triangleq \{M_1, \dots, M_n\}$ bildet professionelle Medienkompetenz
- 4) $M \subset S$

- 5) D : Professionelle Digitalkompetenz
- 6) $D_{i \in \{1, \dots, m\}}$: SEBe mit Bezug zu digitalen Medien
- 7) $D \triangleq \{D_1, \dots, D_m\}$
- 8) $D \subset M$

Auf Grundlage dessen verfügt eine Lehrperson über eine Menge von SEBen, die sich auf Medien beziehen (vgl. 2). Alle diese SEBe werden im MPC-Modell als Teilmenge der „Society of Mind“ betrachtet (vgl. 4). Die Gesamtheit dieser Teilmengen bestimmt dann die professionelle Medienkompetenz einer Lehrperson (vgl. 3). Verfügt die Lehrperson über SEBe mit einem Bezug zu digitalen Medien (was wenigstens rudimentär ausgeprägt wohl bei jeder Lehrperson der Fall ist), so lassen sich diese als Teilmenge der SEBe mit einem Bezug zu (allgemeinen) Medien beschreiben (vgl. 8). Wird also ein Medium in seiner vermittelnden Rolle wie im MPC-Modell verstanden, ergänzen sich der Einsatz digitaler Unterrichtsmedien und analoger Unterrichtsmedien. Entscheidend ist die sinnvolle Unterstützung der intendierten mathematischen Lehr-Lernprozesse.

4) Reflexionsebene

Um die Möglichkeiten digitaler Technologien angemessen nutzen zu können, müssen Lehrkräfte professionelle Medienkompetenzen entwickeln (also über ausreichend viele SEBe mit Bezug zu digitalen Medien verfügen). Die Ausführung passender Handlungen und die damit verbundene Aktivierung entsprechender SEBe ist nur möglich, wenn eine Lehrkraft auf solide Erfahrungen in Bezug auf digitale Medien zurückgreifen kann. Für die angemessene Auswahl eines Unterrichtsmediums für eine bestimmte Lernsituation ist es notwendig, die Chancen und Vorteile in Bezug auf verschiedene, für den Kontext relevante Unterrichtsmedien abzuwägen. Eine solche bewusste Abwägung ist nach dem Konzept der SEBe nur möglich, wenn die Lehrkraft in der Lage ist, einen übergeordneten SEB zu aktivieren, in dem zwei oder mehr SEBe in Bezug auf (digitale) Medien verknüpft werden. Um dies zu erreichen, ist eine metakognitive Reflexionsebene zur Verknüpfung der gegebenen Situationen erforderlich.

Aus dem grundsätzlichen Bestehen eines übergeordneten SEB kann allerdings nicht gefolgert werden, dass dieser auch zu jedem Zeitpunkt aktiviert ist und alle Erfahrungen zur Mediennutzung vereint. Stattdessen bedeutet dies vielmehr, dass auch einige konkrete Erfahrungen verknüpft werden können und so lokal begrenzte Reflexionen ermöglichen (z. B. Erfahrungen mit GeoGebra zur Einführung der Ableitung und Erfahrungen mit grafischen Ableitungen mit Bleistift auf Papier). Darüber hinaus sollte die Reflexion einer gegebenen Unterrichtssituation in Zusammenhang mit dem Inhalt, der Pädagogik und den Medien und der Verbindung dieser drei Dimensionen stehen.

4. Kollaboration von Unterrichtsassistent:innen und Lehrer:innen

Die Entwicklung der professionellen Kompetenzen von Lehrer:innen wurde bereits in verschiedenen empirischen Studien untersucht. Ein wesentliches Element erfolgreicher Professionalisierungsmaßnahmen, das in verschiedenen Studien, Übersichten und Formulierungen von Gestaltungskriterien hervorgehoben wird, ist die fachbezogene Kooperation und Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften (z. B. Rzejak, Lipowsky, & Bleck, 2020). Ein Konzept, das die kollaborative Unterrichtsentwicklung in den Vordergrund stellt, ist das des sogenannten Teacher Design Teams (TDT; Handelzalts, 2009; Huizinga et al., 2019):

„TDTs are teams of teachers who collaboratively analyse, design, develop, implement and evaluate their shared curriculum (also referred to as the AD-DIE model, Gustafson & Branch, 2002; Handelzalts, 2009). TDTs can vary in terms of team size, whether the members are from the same or from different schools, and the courses the members offer (Handelzalts, 2009).“ (Huizinga et al., 2015, S. 138)

TDTs aus zwei oder mehreren Lehrpersonen wurden bereits in verschiedenen Kontexten erfolgreich implementiert. Dabei wurden auch schon erste Erfahrungen im Zusammenhang mit der Erforschung digitaler Technologien im Mathematikunterricht gesammelt (Binkhorst et al., 2017; Kafyulilo et al., 2016; Agyei & Voogt, 2012). Die Beteiligung von Lehrkräften in der Aus- (pre-service) und Weiterbildung (in-service) an gemeinsamen TDTs wurde jedoch bisher in der Forschung nicht behandelt. Im Projekt DigiMath4Edu fand aber genau eine solche Zusammenarbeit zwischen den Unterrichtsassistent:innen und den Projektlehrkräften statt, welche in zwei empirischen Studien ausgearbeitet wurde (Dilling et al., 2024b; Dilling & Witzke, 2024). An dieser Stelle soll eine der beiden Studien exemplarisch genauer beleuchtet werden.

Die multiple Fallstudie aus Dilling et al. (2024) geht speziell darauf ein, welche Rollen die Studierenden, die Lehrkräfte und das Projektteam als Moderator:innen in der Zusammenarbeit spielen. Dazu wurden die folgenden Forschungsfragen gestellt:

Welche Merkmale lassen sich bei der Zusammenarbeit der Studierenden und der Lehrkräfte in den TDTs zum Einsatz digitaler Medien feststellen?

- a) In Bezug auf die Aufgabenverteilung und die Interaktionen innerhalb der TDTs.*
- b) In Bezug auf die professionelle Entwicklung der TDT-Teilnehmenden mit Fokus auf digitale Medien.*
- c) In Bezug auf die Bedeutung von Moderator:innen zur Begleitung der TDTs.*

Das Projekt DigiMath4Edu bot ein ideales Setting für die Untersuchung der Zusammenarbeit zwischen Lehramtsstudent:innen und Lehrkräften, um Antworten auf die zuvor beschriebenen Forschungsfragen zu finden. Zur Datenerhebung wurden semistrukturierte Interviews am Ende des ersten Projektjahres mit den Unterrichtsassistent:innen

und den beteiligten Lehrkräften geführt. Als Schulen waren in dem Durchgang eine Grundschule, zwei Gesamtschulen und zwei Gymnasien vertreten. Die Interviewteilnehmenden setzten sich aus neun Student:innen als Unterrichtsassistent:innen (D1-D9) sowie 16 Mathematiklehrkräften (T1-T16) zusammen. Bei beiden Gruppen wurden während der Interviews leicht andere Schwerpunkte gesetzt. Die Studierenden wurden vor allem zu ihren eigenen Aufgaben, der Arbeitsteilung, den Unterschieden in der Zusammenarbeit mit den verschiedenen Kolleg:innen, deren professionellen Entwicklungen und der eigenen professionellen Entwicklung befragt. Dem gegenüber haben die aktiven Lehrer:innen Fragen zu den Auswirkungen anderer Projektaspekte wie den zentralen Professionalisierungsveranstaltungen und der Verfügbarkeit der Technik sowie ebenfalls zur eigenen professionellen Entwicklung beantwortet.

Die Interviews wurden transkribiert und mithilfe der Methode der zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2022) kategorisiert. Das Kategoriensystem basiert auf drei Hauptkategorien: „C1: Aufgabenverteilung“, „C2: Professionelle Entwicklung“ und „C3: Moderator:innen“. Diese wurden deduktiv aus den Forschungsfragen und dem theoretischen Rahmen zu TDTs abgeleitet. Um das Kategoriensystem weiter zu strukturieren, wurde in den ersten beiden Hauptkategorien zwischen Kriterien unterschieden, die sich auf Unterrichtsassistent:innen, Lehrkräfte oder auf allgemeine Merkmale der Zusammenarbeit beziehen. Innerhalb dieses Rahmens wurden die Unterkategorien induktiv aus dem Interviewmaterial mit der zusammenfassenden Inhaltsanalyse entwickelt. Daraus ergaben sich insgesamt 21 Kategorien, welche in Tabelle 2 aufgeführt sind. Auf Ankerbeispiele wird zugunsten einer zusammenfassenden Darstellung verzichtet (siehe hierfür Dilling et al., 2024b).

C1: Aufgabenverteilung	
Unterrichtsassistent:innen	C1.1.: Technische Einführung der digitalen Medien C1.2: Bereitstellung von Ideen für den fachspezifischen Medieneinsatz C1.3: Gestaltung von Teilen des digitalen Unterrichts C1.4: Technische Unterstützung von Lehrer:innen und Schüler:innen im Unterricht C1.5: Professionelle Austauschpartner
Lehrer:innen	C1.6: Verantwortlich für die Vorbereitung des Unterrichts C1.7: Durchführung des Unterrichts C1.8: Fokussierung auf angemessene Unterrichtsstruktur, -methodik und -inhalte C1.9: Lernen zum Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht
Allgemeine Merkmale	C1.10: Die Unterstützung der Unterrichtsassistent:innen nimmt mit der Zeit ab C1.11: Die Unterstützung variiert je nach Lehrer:in

C2: Professionelle Entwicklung	
Unterrichts- assistent:innen	C2.1: Selbstwirksamkeitserwartungen bei der Nutzung von digitalen Medien C2.2: Aufbau einer professionellen Rolle und Persönlichkeit C2.3: Allgemeines Wissen über Schulen, Unterricht und Aufgaben von Lehrer:innen
Lehrer:innen	C2.4: Selbstwirksamkeitserwartungen bei der Nutzung von digitalen Medien C2.5: Häufigkeit der Nutzung von digitalen Medien C2.6: Einstellungen zur Nutzung von digitalen Medien
C3: Moderator:innen	
	C3.1: Vernetzung mit Schulen und der Universität C3.2: Professionalisierungsveranstaltungen für die Lehrer:innen C3.3: Auswahl und Schulung von Unterrichtsassistent:innen C3.4: Digitale Ausstattung

Tabelle 2: Kategoriensystem zur Zusammenarbeit von Studierenden und Lehrer:innen in DigiMath4Edu

Die erste Forschungsfrage beleuchtete die Aufgabenverteilung und die Interaktionen innerhalb der TDTs. Auf der Grundlage der Interviews wurde deutlich, dass die Unterrichtsassistent:innen unterstützende Aufgaben bei der Planung und Durchführung des Unterrichts hatten – sie lieferten Input in der Planungsphase, gestalteten eigenständig Teile des Unterrichts im Hinblick auf digitale Medien oder leisteten Unterstützung bei technischen Schwierigkeiten der Schüler:innen und Lehrer:innen während des Unterrichts. Im Gegensatz dazu blieb die kooperierende Lehrkraft während der gesamten Zeit für den Unterricht verantwortlich – sie entschied, welche Ideen in der Planung und Durchführung des Unterrichts verwendet werden sollten. Die Unterstützung ermöglichte es den Lehrkräften, sich auf die wesentlichen Elemente des Unterrichts zu konzentrieren, wie z. B. den mathematischen Inhalt, eine geeignete Struktur oder die Methodik. Daher stellen die in den Interviews beschriebenen Aufgaben typische Aktivitäten innerhalb von TDTs dar. Die Rollenverteilung der Teilnehmenden war klar und wurde in den Interviews sowohl von den Unterrichtsassistent:innen als auch von den Lehrkräften entsprechend beschrieben. Allerdings variierte die Intensität der Unterstützung nach Angaben der Studierenden je nach Lehrkraft, von der Beantwortung einzelner technischer Fragen bis hin zur Ausarbeitung detaillierter Konzepte und Materialien. Die Ausrichtung der Unterstützung auf die Bedürfnisse der Lehrpersonen kann weitgehend auf den systematischen Ansatz des DigiMath4Edu-Projekts zurückgeführt werden. Das Hauptziel des Projekts war die berufliche Entwicklung der Lehrkräfte in der Ausbildung. Dementsprechend hatten die Lehrkräfte in der Kooperation auch die Rolle eines Lernenden, um die Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien weiterzuentwickeln. Hierzu wurde die Unterstützung seitens der Unterrichtsassistent:innen schrittweise reduziert, sodass die Lehrkräfte schließlich über die Kompetenzen verfügten, die digitalen Medien selbstständig im Mathematikunterricht einzusetzen.

Die zweite Forschungsfrage befasste sich mit der professionellen Entwicklung der TDT-Teilnehmenden, insbesondere im Kontext digitaler Medien. Beide beteiligten Gruppen reflektierten in den Interviews über ihre eigenen Lernprozesse im Rahmen des Projekts DigiMath4Edu. Sowohl die Studierenden als auch die Lehrkräfte gaben eine positive Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartungen in Bezug auf den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht an. Beide scheinen also während der Zusammenarbeit positive Erfahrungen mit dem Einsatz digitaler Medien gemacht zu haben und erwarten auch, dass dies nach der Zusammenarbeit weiterhin erfolgreich sein wird. Die positiven Erfahrungen können auch erklären, warum die Lehrkräfte davon ausgehen, dass sie digitale Medien häufiger im Mathematikunterricht einsetzen werden als vor der Teilnahme am Projekt. Sie fühlen sich sicher, ihr Wissen über digitale Medien in anderen Situationen anzuwenden, was ein Hinweis auf professionelle Medienkompetenz sein kann. Die von einigen Lehrer:innen beschriebene veränderte Einstellung gegenüber bestimmten digitalen Medien kann auch auf die positiven Erfahrungen bei der Verwirklichung ihrer Unterrichtsziele mit den digitalen Medien und Ansätzen zurückgeführt werden. Die Unterrichtsassistent:innen betonten auch die Entwicklung ihrer professionellen Persönlichkeit und das Wissen, welches sie über Schulen, Unterricht und die Aufgaben von Lehrkräften gewonnen haben.

Aus der Aufgabenverteilung und den Beschreibungen zur professionellen Entwicklung wird deutlich, dass der Einsatz digitaler Medien im Unterricht die Zusammenarbeit zwischen den Lehrer:innen und Studierenden im Projekt bestimmt. In Bezug auf die professionelle Entwicklung zeigt ein Vergleich zwischen den Unterrichtsassistent:innen und den Lehrer:innen jedoch auch Unterschiede: Während sich alle drei Kategorien, die für die Lehrer:innen entwickelt wurden, direkt auf digitale Medien beziehen, sind zwei der drei Kategorien für die Unterrichtsassistent:innen eher allgemeiner Natur. Ein Grund für diesen Unterschied könnte in den Voraussetzungen der einzelnen Personen vor der Zusammenarbeit zu sehen sein. Die Studierenden wurden speziell für den Einsatz von digitalen Medien ausgebildet und waren in gewisser Weise Expert:innen auf diesem Gebiet. Sie waren jedoch noch keine voll ausgebildeten Lehrkräfte und hatten bisher nur wenig bis keine praktische Erfahrung. Im Gegensatz dazu hatten einige der Lehrkräfte weniger Erfahrung mit der Nutzung digitaler Medien oder bestimmter digitaler Medien für den Mathematikunterricht, konnten aber auf umfangreiche praktische Erfahrungen im Mathematikunterricht im Allgemeinen zurückgreifen.

Die dritte Forschungsfrage untersuchte die Bedeutung der Begleitung der TDTs durch Moderator:innen. Die Unterstützung im Rahmen des Projekts DigiMath4Edu umfasste die Vernetzung mit Schulen und der Universität, die Bereitstellung von digitaler Ausstattung, die Auswahl und Vorbereitung der Unterrichtsassistent:innen und die Unterstützung der Lehrkräfte durch Einführungsworkshops durch das Projektteam der Universität Siegen. Ein entscheidender Aspekt, so scheint es, ist daher die Vorbereitung beider Gruppen unter Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse.

5. Statistische Auswertung der Projektarbeit an den Schulen

Wie im ersten Kapitel zur Projektstruktur beschrieben, wurde in DigiMath4Edu ein zweigliedriges Professionalisierungssystem aufgebaut. Während der erste Bereich verschiedene Arten an Professionalisierungsveranstaltungen wie beispielsweise gemeinsame Fachtagungen, aber ebenso individuelle Veranstaltungen an jeder einzelnen Schule umfasst, steht im zweiten Abschnitt die individuelle Beratung und Begleitung der Lehrkräfte vor Ort im Vordergrund. Dafür wurden Lehramtsstudierende höheren Semesters zu „Unterrichtsassistent:innen für Digitalisierung“ in spezifischen Veranstaltungen geschult, um lokal in den einzelnen Bildungseinrichtungen die Lehrkräfte im täglichen Schulalltag zu unterstützen. Jeder Schule wurden zwei Unterrichtsassistent:innen über das Projektjahr hinweg zugeordnet. Sie sollten gerade die Einführung noch nicht genutzter Medien vorbereiten und unterstützen.

Alle Unterrichtsassistent:innen haben regelmäßig ihre Arbeit dokumentiert, indem sie neben allgemeiner Informationen wie ihres Einsatzortes und -datums auch kurz die genaue Aufgabe, die genutzten Medien sowie die beteiligten Klassen und Lehrkräfte notiert haben. Dies geschah über halboffene und offene Items. Über die Dauer von drei Jahren ist somit eine große Datenmenge entstanden, welche einem bei geeigneter Auswertung Einblicke in die Gestaltung der Projektarbeit vor Ort in den Schulen erlaubt.

Im Folgenden soll dieser Datensatz hinsichtlich einiger Merkmale genauer betrachtet werden.

Statistik zur Medienwahl

Einen interessanten Einblick bietet zunächst die tatsächliche Medienwahl. Mithilfe dieser Daten kann beurteilt werden, inwiefern innovative digitale Medien abseits bekannter Technologien in diesem Projekt Einzug in den Unterricht der teilnehmenden Projektschulen erhalten haben. In einem ersten Schritt wird dafür die Gesamtheit aller partizipierenden Schulen untersucht, bevor abschließend eine Aufschlüsselung hinsichtlich der unterschiedlichen Schulformen vorgenommen wird.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, nimmt der 3D-Druck mit weitem Vorsprung eine dominante Rolle ein. Von insgesamt 4060 verschiedenen Einträgen der Unterrichtsassistent:innen fallen mit 1164 mehr als ein Viertel auf eben jene Anwendung. Alle weiteren verwendeten Medien lassen sich weitergehend bezüglich der Häufigkeit ihrer Verwendung in mehrere Gruppen einteilen. So ist die Nutzung GeoGebras (526) und allgemein digitaler Endgeräte (558) mit rund 540 Einsätzen nach dem 3D-Druck am zweithäufigsten anzutreffen. An dieser Stelle muss allerdings angemerkt werden, dass gerade der zweite Punkt natürlich sehr weit gefasst ist und als Sammelkategorie für verschiedene Formen von Hardware wie Smartphones, Tablets oder PCs verstanden werden muss. In einem nächsten Block lassen sich digitale Medien finden, welche auf rund 220 dokumentierte Einsätze während der drei Projektjahre kommen. In dieses Feld fallen Anwendungen von VR/AR (202), Teams (226) und Präsentationssoftware (245). Alle weiteren

aufgeführten digitalen Medien lassen sich nicht mehr derart kategorisieren. Ihre Verwendungszahlen verteilen sich kontinuierlich auf einen Bereich von 14 bis 87 Einträgen. In diesen Bereich fallen (vgl. Abb. 4) beispielsweise Kahoot (54), die Osmo App (42), aber auch digitale Escape Games (30). Abseits der direkt differenzierten Medien ließen sich 381 Medieneinsätze aufgrund einer unzureichenden Beschreibung nicht kategorisieren, weshalb diese in „Sonstiges“ zusammengefasst sind.

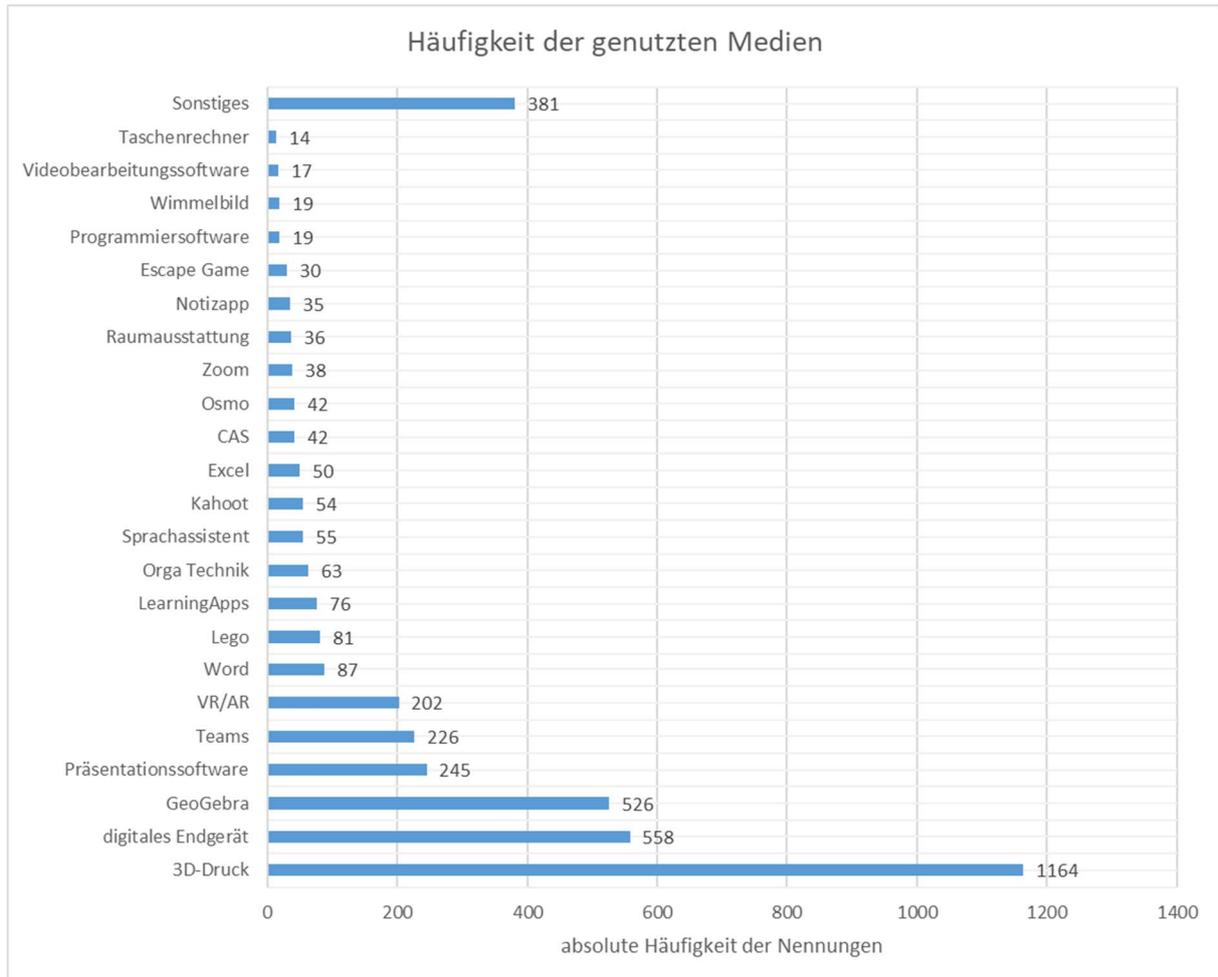


Abbildung 2: Häufigkeit der verwendeten Medien

Weiterhin kann die Medienwahl hinsichtlich der jeweiligen Schulform differenziert betrachtet werden (Tabelle 3). Dabei lassen sich einige Auffälligkeiten erkennen: Einige Medien zeichnen sich nämlich durch eine gleichmäßige Nutzung in allen Schulformen aus, wohingegen andere nur ein begrenztes Anwendungsgebiet haben. An dieser Stelle muss mit Blick auf Tabelle 3 allerdings betont werden, dass die absoluten Werte nur bedingt aussagekräftig sind. So entstammt eine große Mehrheit der Projektpartner (8) dem Gymnasialbereich. Zudem sind drei Schulen der Sekundarstufe 1, zwei Grundschulen und eine Förderschule in den drei Projektjahren beteiligt. Eine Schule lässt sich aufgrund der Existenz einer Realschule und eines Gymnasiums unter einem Dach nicht trennscharf kategorisieren und wird deshalb nicht weiter berücksichtigt. Um diesen Effekt in den Daten auszugleichen, soll nun in Folge ein gewichteter Datensatz (Tabelle

4) betrachtet werden, in welchem die absoluten Zahlen in Verhältnis zu der Menge an Schulen gesetzt werden.

Wie bereits erläutert, wird der 3D-Druck mit großem Abstand am häufigsten genutzt. Allerdings lässt sich dieser Trend nicht uneingeschränkt auf alle Schultypen übertragen. Lediglich im Gymnasialbereich und in der Sekundarstufe I ist der 3D-Druck das am häufigsten verwendete digitale Medium. Besonders Gymnasien und Gesamtschulen nehmen hierbei eine Sonderstellung ein: Die durchschnittliche Nutzung pro Schule liegt mit 92,625 Anwendungen deutlich höher als in anderen Schulformen. In Förderschulen hingegen ist die Nutzung vergleichsweise gering.

Ein ähnliches Muster zeigt sich bei der Verwendung von GeoGebra, VR/AR, LearningApps, Kahoot und der Notizapp. Diese Technologien kommen vor allem im gymnasialen Umfeld zum Einsatz, während sie in anderen Schulformen unterschiedlich häufig genutzt werden. Besonders GeoGebra und VR/AR-Anwendungen bieten aufgrund ihrer Dynamik einen Mehrwert für die Vermittlung komplexer Inhalte. Zudem stehen für weiterführende Schulen, insbesondere für die Sekundarstufe II, deutlich mehr VR/AR-Anwendungen zur Verfügung, beispielsweise für die analytische Geometrie.

Zwei Medien stechen besonders hervor: Der Taschenrechner und das Wimmelbild werden ausschließlich in Gymnasien genutzt. Es ist davon auszugehen, dass der Taschenrechner hier als Äquivalent zum grafikfähigen Taschenrechner betrachtet wird, der in dieser Form vor allem in der Oberstufe Verwendung findet.

Ein anderes Bild zeigt sich bei der generellen Verwendung digitaler Endgeräte. Hier ist die Nutzung über alle Beteiligten ausgeprägt, wobei die Grundschulen mit 63 Anwendungen pro Bildungseinrichtung führend sind. Der gleiche Effekt lässt sich im Umgang mit Teams, Word, Zoom, Sprachassistenten und einer nicht näher spezifizierten Programmiersoftware erkennen. Während die Zuordnung bei diesen allgemeinen, nicht grundschulspezifischen Programmen noch überraschend ist, ist das gleiche Ergebnis im Umgang mit der Osmo-App erwartbar. Diese für den Primarbereich entwickelte Lernapp findet besonders in der Grundschule sowie der Förderschule Anklang. Mit der Präsentationssoftware und Escape Games lassen sich des Weiteren zwei Medien eruieren, deren primäre Verwendung im Bereich der Sekundarstufe I zu verorten ist. Allerdings sind hier die Unterschiede zu anderen Schultypen eher gering.

Generell verdeutlicht diese Unterscheidung, dass die Nutzung digitaler Medien an Gymnasien und Gesamtschulen etablierter, sowie vielseitiger ist. In knapp der Hälfte aller aufgelisteten Kategorien ist die Verwendung am Gymnasium am stärksten ausgeprägt. Darüber hinaus zeigt hier der Bereich „Sonstige“ auch den größten Wert, was die Diversität noch einmal ausdehnt. Natürlich muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass diese mit Abstand die größten Schulen sind. Sicherlich hat aber auch eben diese größere Altersspanne Einfluss auf die Diversität auf fachlicher Ebene, die unweigerlich ein breiteres Spektrum an möglichen Medien Raum gibt. Konträr dazu muss die Förderschule eingestuft werden. Diese arbeitet in der vorliegenden Stichprobe analoger als alle ande-

ren. Eventuell ist dies darauf zurückzuführen, dass nahezu alle Lernplattformen und Anwendungen für das ungleich größere Publikum an Regelschulen konzipiert wurde, was die Anwendung an der Förderschule erschwert.

Zudem muss die Sonderrolle des 3D-Drucks betont werden. Die herausragenden Nutzungszahlen können dabei auf verschiedene Effekte zurückgeführt werden. Unter anderem kann wohl die damalige Forschungsperspektive der Mathematikdidaktik der Universität Siegen genannt werden (u.a. Dilling et al., 2021). Der 3D-Druck hat auch hier mehr als andere digitale Medien zu dieser Zeit Raum eingenommen. Dieser Schwerpunkt hat sich dann mehr oder weniger absichtlich in Form von gestellten Beispielen oder vorgestellten Anwendungsmöglichkeiten auf die geschulten Unterrichtsassistent:innen und die beteiligten Lehrkräfte übertragen. Andererseits kann auch die Charakteristik des 3D-Drucks als ein Erklärungsansatz für die Beliebtheit gesehen werden. So wird dieser zumeist für die individuelle Produktion von Unterrichtsmaterial eingesetzt. Das ist selbstverständlich weitaus weniger invasiv als beispielsweise Lernapps oder VR-Brillen, welche eine andere Unterrichtsgestaltung erfordern. So stellt der 3D-Druck eine niederschwellige Möglichkeit zum Einstieg in den Unterricht mit digitalen Medien dar.

Etwas genauer muss ebenfalls die Nutzung digitaler Endgeräte betrachtet werden. Hier sei angemerkt, dass es sich wohl ähnlich wie „Sonstiges“ teilweise um eine Fluchtkategorie handelt. Viele Unterrichtsassistent:innen haben in ihren Einträgen längere Zeitspannen von mehreren Stunden zusammengefasst, in welchen häufig mehrere verschiedene Aufgaben erledigt wurden. Als Zusammenfassung all dieser wurde häufig auf diese Kategorie zurückgegriffen, was die hohen Zahlen erklärt. Zudem sind digitale Endgeräte gerade als Zugangsmöglichkeit zu Software unweigerlich Bestandteil der Arbeit mit digitalen Medien.

Ebenso muss einschränkend hervorgehoben werden, dass in den Daten keine Unterscheidung hinsichtlich des Einsatzzwecks möglich ist. Gerade genutzte Medien wie Office Anwendungen, Teams, Zoom oder auch die Videobearbeitung lassen sich nicht zweifelsfrei unterrichtlichen Zwecken zuordnen. Weiterhin ist die Datenmenge hinsichtlich der Anzahl der teilnehmenden Schulen sehr eingeschränkt, was keine quantitativ belastbaren Ergebnisse zulässt.

Abschließend bleibt aber zu betonen, dass in der vorliegenden Stichprobe festgehalten werden kann, dass durchaus Unterschiede in der Medienwahl bei verschiedenen Schultypen auffallen. Dabei stechen besonders die Gymnasien mit ihrer breit gefächerten Mediennutzung aus der Menge heraus.

Genutztes Medium	Häufigkeit	GymGe	Sek.1	Primarbereich	Förderschule
3D-Druck	1164	741	185	121	20
digitales Endgerät	558	351	40	126	39
GeoGebra	526	411	48	32	7

Präsentationssoftware	245	121	84	21	3
Teams	226	130	41	55	0
VR/AR	202	171	4	12	0
Word	87	38	14	33	1
Lego	81	40	21	12	7
LearningApps	76	66	7	3	0
Orga Technik	63	27	21	13	2
Sprachassistent	55	5	29	21	0
Kahoot	54	48	5	1	0
Excel	50	32	6	10	1
CAS	42	27	8	7	0
Osmo	42	14	1	15	12
Zoom	38	23	3	11	1
Raumausstattung	36	34	0	2	0
Notizapp	35	27	7	0	0
Escape Game	30	17	13	0	0
Programmiersoftware	19	8	1	8	0
Wimmelbild	19	19	0	0	0
Videobearbeitungssoftware	17	11	1	5	0
Taschenrechner	14	14	0	0	0
Sonstiges	381	240	33	39	14

Tabelle 3: Häufigkeit der verwendeten Medien aufgeschlüsselt nach Schultyp

Genutztes Medium	Häufigkeit	GymGe	Sek.1	Primarbereich	Förderschule
3D-Druck	1164	92,6	61,7	60,5	20
digitales Endgerät	558	43,9	13,3	63	39
GeoGebra	526	51,4	16	16	7
Präsentationssoftware	245	15,1	28	10,5	3
Teams	226	16,3	13,7	27,5	0
VR/AR	202	21,4	1,3	6	0
Word	87	4,8	4,7	16,5	1
Lego	81	5	7	6	7
LearningApps	76	8,3	2,3	1,5	0
Orga Technik	63	3,4	7	6,5	2
Sprachassistent	55	0,6	9,7	10,5	0
Kahoot	54	6	1,7	0,5	0

Excel	50	4	2	5	1
CAS	42	3,4	2,7	3,5	0
Osmo	42	1,8	0,3	7,5	12
Zoom	38	2,9	1	5,5	1
Raumausstattung	36	4,3	0	1	0
Notizapp	35	3,4	2,3	0	0
Escape Game	30	2,1	4,3	0	0
Programmiersoftware	19	1	0,3	4	0
Wimmelbild	19	2,4	0	0	0
Videobearbeitungssoftware	17	1,4	0,3	2,5	0
Taschenrechner	14	1,8	0	0	0
Sonstiges	381	30	11	19,5	14

Tabelle 4: Häufigkeit der verwendeten Medien in Abhängigkeit der Anzahl der Schultypen (gerundet auf eine Nachkommastelle, auffällige Werte sind grün und rot markiert)

Statistik zur Aufgabenwahl

Neben den verwendeten Medien haben die Unterrichtsassistent:innen im zweiten und dritten Projektjahr jeweils angegeben, welche Aufgaben sie in der jeweiligen Arbeitszeit erledigt haben. Diese naturgemäß sehr heterogenen Antworten wurden im Anschluss auf Basis der in Kapitel 2 „Kollaboration von Unterrichtsassistent:innen und Lehrer:innen“ formulierten Aufgabenbereiche kategorisiert (vgl. Tabelle 5).

C1: Aufgabenverteilung	
Unterrichtsassistent:in	<p>C1.1.: Technische Einführung der digitalen Medien</p> <p>C1.2: Bereitstellung von Ideen für den fachspezifischen Medieneinsatz</p> <p>C1.3: Gestaltung von Teilen des digitalen Unterrichts</p> <p>C1.4: Technische Unterstützung von Lehrer:innen und Schüler:innen im Unterricht</p> <p>C1.5: Professionelle Austauschpartner</p>

Tabelle 5: Aufgabenverteilung der Unterrichtsassistent:innen (Ausschnitt aus Tabelle 2)

Diese Kategorien wurden induktiv auf Basis der Interviews mit den beteiligten Lehrkräften und Unterrichtsassistent:innen am Ende des ersten Projektzyklus gebildet. Während der Auswertung der Daten hat sich herausgestellt, dass sich die regelmäßigen Aufgabenbeschreibungen seitens der Studierenden nicht vollständig in den existierenden Aufgabenfeldern widerspiegeln. Folglich wurde eine Erweiterung dieses Kategoriensystems vorgenommen (vgl. Tabelle 6) um einerseits die Planung und Durchführung von Professionalisierungsveranstaltungen und andererseits organisatorische Bestandteile der Arbeit zu berücksichtigen.

So wurde als erstes die Kategorie C1.6 „Bereitstellung und Pflege der technischen Ausstattung“ ergänzt, in der es um Aufgaben ging, in welchen die Unterrichtsassistent:innen die digitalen Medien eingerichtet, gewartet oder repariert haben, um sie für den Unterricht nutzbar zu machen. In Kategorie C1.7 „Vorbereitung und Durchführung von Professionalisierungsveranstaltungen“ ging es darum, dass die Unterrichtsassistent:innen auch aktiv in die Ausgestaltung der Professionalisierungsveranstaltungen für die Lehrkräfte eingebunden waren. Ebenso verhält es sich mit C1.8 „Organisatorische Arbeit im Projekt und nicht präzisierte Arbeiten“.

Innerhalb der drei Projektjahre sind zahlreiche Aufgaben angefallen, die nicht unmittelbar die Arbeit an den Schulen vor Ort oder die direkte Zusammenarbeit mit den Lehrkräften betrafen. Diese Aufgaben waren jedoch essenziell für den Gesamtverlauf des Projekts und umfassten insbesondere die Vorbereitung sowie die Teilnahme an Tagungen und öffentlichen Veranstaltungen. Darüber hinaus gehörte auch die Unterstützung bei der Erhebung und Auswertung von Forschungsdaten zu diesem Bereich.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt dieser Kategorie war ihre Funktion als „Auffangbereich“ für Tätigkeiten, die aufgrund unzureichender Spezifikationen nicht eindeutig in das bestehende Raster eingeordnet werden konnten. In solchen Fällen wurde diese Kategorie genutzt, um sicherzustellen, dass auch jene Arbeiten dokumentiert und berücksichtigt wurden, die nicht explizit einer der sieben Hauptkategorien zugeordnet werden konnten. Dies führte dazu, dass das hier erfasste Aufgabenspektrum besonders heterogen war und eine präzise Bewertung im Vergleich zu den anderen Bereichen erschwerte.

Dennoch ist hervorzuheben, dass der Anteil dieser nicht genau spezifizierten Tätigkeiten im Verhältnis zu den organisatorischen Aufgaben insgesamt als gering einzuschätzen ist. Vor diesem Hintergrund wurde die Schaffung einer zusätzlichen, eigenständigen Rubrik für diese Aufgaben als nicht zielführend erachtet, da ihr Umfang nicht die Notwendigkeit einer separaten Erfassung rechtfertigte. Vielmehr erwies sich die flexible Einordnung innerhalb der bestehenden Struktur als praktikabel und angemessen.

Unterrichtsassistent:in	C1.1.: Technische Einführung der digitalen Medien C1.2: Bereitstellung von Ideen für den fachspezifischen Medieneinsatz
-------------------------	--

	<p>C1.3: Gestaltung von Teilen des digitalen Unterrichts</p> <p>C1.4: Technische Unterstützung von Lehrer:innen und Schüler:innen im Unterricht</p> <p>C1.5: Professionelle Austauschpartner</p> <p>C1.6: Bereitstellung und Pflege der technischen Ausstattung</p> <p>C1.7: Vorbereitung und Durchführung von Professionalisierungsveranstaltungen</p> <p>C1.8: organisatorische Arbeit im Projekt und nicht präzierte Arbeiten</p>
--	--

Tabelle 6: Erweiterung des Kategoriensystems

Im Hinblick auf die bei der Analyse gewonnenen Erkenntnisse lässt sich attestieren, dass die verschiedenen Aufgabenkategorien sich in der Häufigkeit ihrer Nennung stark unterscheiden. Bei den absoluten Zahlen muss dabei allerdings die Beschränkung auf das zweite und dritte Projektjahr berücksichtigt werden. Nach der erstmaligen Durchführung wurde das Dokument zur Arbeitserfassung der Unterrichtsassistent:innen um diesen Aspekt der explizit ausgeführten Aufgaben auf Grundlage der am Ende des ersten Projektjahrs durchgeführten Leitfadeninterviews mit den beteiligten Lehrkräften erweitert. Somit ist in diesem Abschnitt die Datengrundlage etwa um ein Drittel kleiner als bei der Auswertung der Mediennutzung.

Mit weitem Abstand am häufigsten werden dabei seitens der Unterrichtsassistent:innen Teile des digitalen Unterrichts gestaltet. 28% aller Arbeiten (773 absolut) lassen sich dieser Kategorie zuordnen (siehe Abbildung 3). Absteigend sortiert nach der Häufigkeit folgt als nächstes die neu ergänzte Gruppe C1.8. Mit 24,2 % bzw. 669 Nennungen entfällt ein recht großer Teil der Projekts somit auf organisatorische Arbeit, die in erster Linie nur sekundär mit den eigentlichen Aufgaben der Unterrichtsassistent:innen korrespondiert. Eventuell ist dies aber teilweise auf mögliche Beschäftigungen zurückzuführen, welche seitens der Studierenden in den Schulferien erledigt wurden, in denen praktische Arbeiten in der Schule nur eingeschränkt nötig bzw. möglich waren.

Auf knapp 500 Nennungen (485) kommt derweil die Arbeit im Digitallabor. Dieser sehr weit gefasste Bereich umfasst dabei alles, was im Zusammenhang mit der Wartung bestehender Technik oder der Einrichtung neuer Geräte zusammenhängt. Diese Aufgaben fallen damit ganz klar in den Aufgabenbereich einer Fachkraft rein für technische Fragen. Die Unterstützung in fachdidaktischen Überlegungen zur Anwendung ist getrennt hiervon zu sehen. Mit 11,9 %, beziehungsweise 328 Nennungen ist die Vorbereitung

und anschließende Durchführung von Professionalisierungsveranstaltungen etwas weniger präsent. Dennoch ist die Häufigkeit zu relevant, als dass diese nicht in einer eigenen Kategorie betrachtet würden. Die technische Unterstützung im Unterricht (223; 8,1 %) sowie die professionelle Kommunikation mit Lehrkräften (218; 7,9 %) sind in Bezug auf die Anzahl ihrer Einträge vergleichbar. Dabei darf allerdings besonders die zweite Rubrik kritisch betrachtet werden. Es ist schwer vorstellbar, dass die Unterrichtsassistent:innen ungleich häufiger Teile des Unterrichts digital vorbereiten, ohne vorher professionell mit der betroffenen Lehrkraft darüber Rücksprache gehalten zu haben. Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass viele Studierende solche Gespräche ob der kurzen Dauer nicht genannt oder nicht explizit ausgewiesen haben. Ähnliches lässt sich für die Unterstützung bei der Umsetzung im Unterricht festhalten. Eventuell steht dies aber in Verbindung mit dem am häufigsten genannten digitalen Medium: dem 3D-Druck. Wie angeklungen, besteht ein großer Vorteil in der vergleichsweise leichten Integration in den Unterricht. Falls dieser nämlich rein zur vorherigen Produktion von Arbeitsmaterial und eben nicht direkt zur Erarbeitung im Unterricht genutzt wird, bedarf es nicht unbedingt einer technologisch geschulten Unterstützung während der Anwendung im Unterricht.

Mit Abstand am seltensten werden zuletzt die Bereiche C1.2 „Bereitstellung von Ideen für den fachspezifischen Medieneinsatz“ (45; 1,6 %), sowie C1.1 „Technische Einführung der Lehrer:innen“ (19; 0,7 %) genannt. Gerade C1.2 ist dabei allerdings relativ abstrakt und womöglich häufiger mit der Kommunikation (C1.5) oder der Erstellung von Unterrichtsmaterial (C1.3) zusammengefasst worden. Wichtiger für den langfristigen Erfolg des Projekts ist allerdings die technische Einführung der Lehrkräfte. Zwar kann man auch hier wieder anführen, dass womöglich diese nicht explizit genannt wurde, sondern im Rahmen des Prozesses der Planung geschehen ist. Nichtsdestotrotz ist es beachtenswert, wie wenig solche Schulungen abseits der nicht kontinuierlich stattfindenden zentralen Professionalisierungsveranstaltungen stattgefunden haben. Dies gefährdet dabei nämlich ganz konkret den langfristigen Erfolg des Projekts, da mit Auslaufen der Projektarbeit und dem Ende der Präsenz der Studierenden vor Ort die Expertise zur technischen Gestaltung verschwinden könnte, falls diese nicht zuvor beispielsweise durch Schulungen auf Seiten der Lehrkräfte aufgebaut wurde.

Übergreifend bleibt zu betonen, dass der größte Anteil der genannten Arbeit aus Perspektive der Studierenden in die Unterrichtsvorbereitung geflossen ist. Gerade unter Berücksichtigung aller Elemente, die auch mittelbar damit in Verbindung stehen (C1.2, C1.3, C1.4, C1.5, C1.6), muss festgehalten werden, dass sich über 60 % aller Aufgaben mit diesem Themenbereich befassen. Insgesamt kann man die Arbeitsaufträge der Studierenden somit grob in die unterschiedlich gewichteten Bereiche Organisation, Unterricht & Wissensvermittlung unterteilen (siehe Abbildung 4). Allerdings ist es an dieser Stelle wichtig zu beachten, dass daraus nicht direkt Schlüsse zur tatsächlichen Verteilung der Arbeitszeit gezogen werden können. Die zeitlichen Angaben zu den einzelnen Bereichen variieren bei den unterschiedlichen Studierenden derart stark, dass dazu keine seriöse Aussage möglich ist. Während manche Unterrichtsassistent:innen jede Aufgabe

getrennt protokolliert haben, findet man häufig Zusammenfassungen von ganzen Arbeitstagen. Bei diesen ist demnach keine Beurteilung des tatsächlichen Arbeitsumfangs möglich.

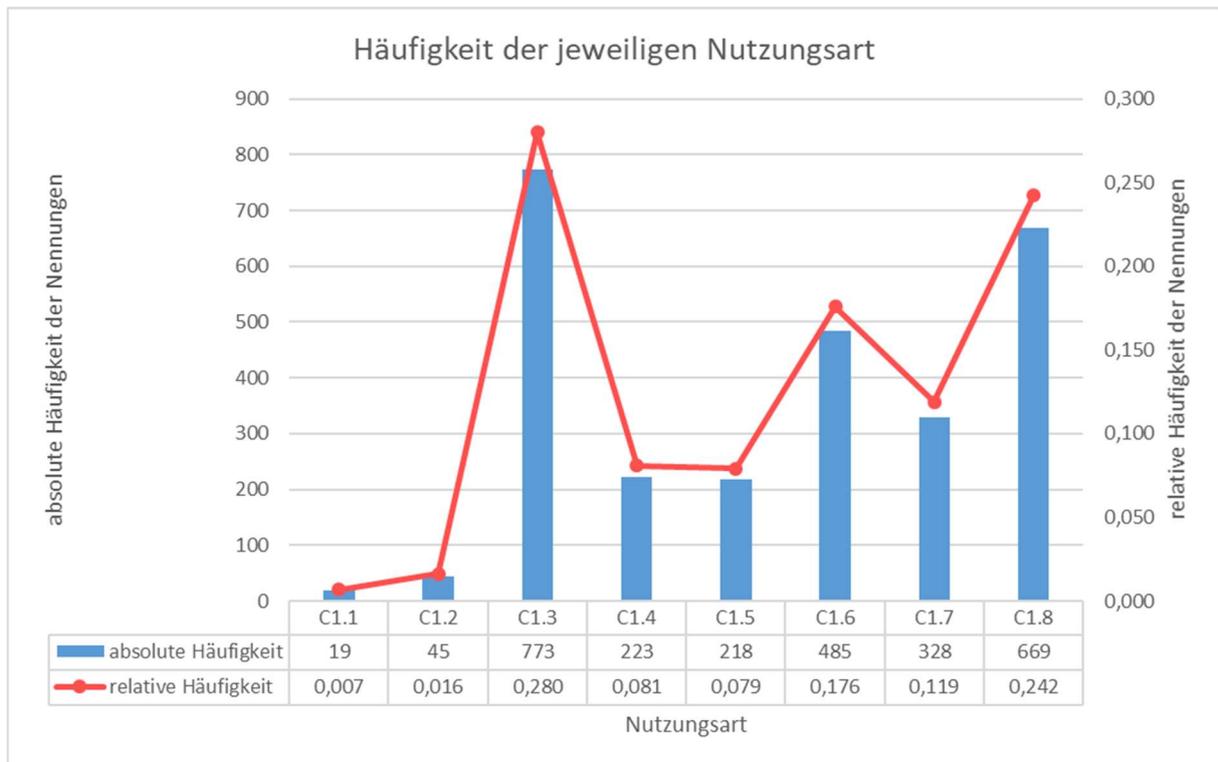
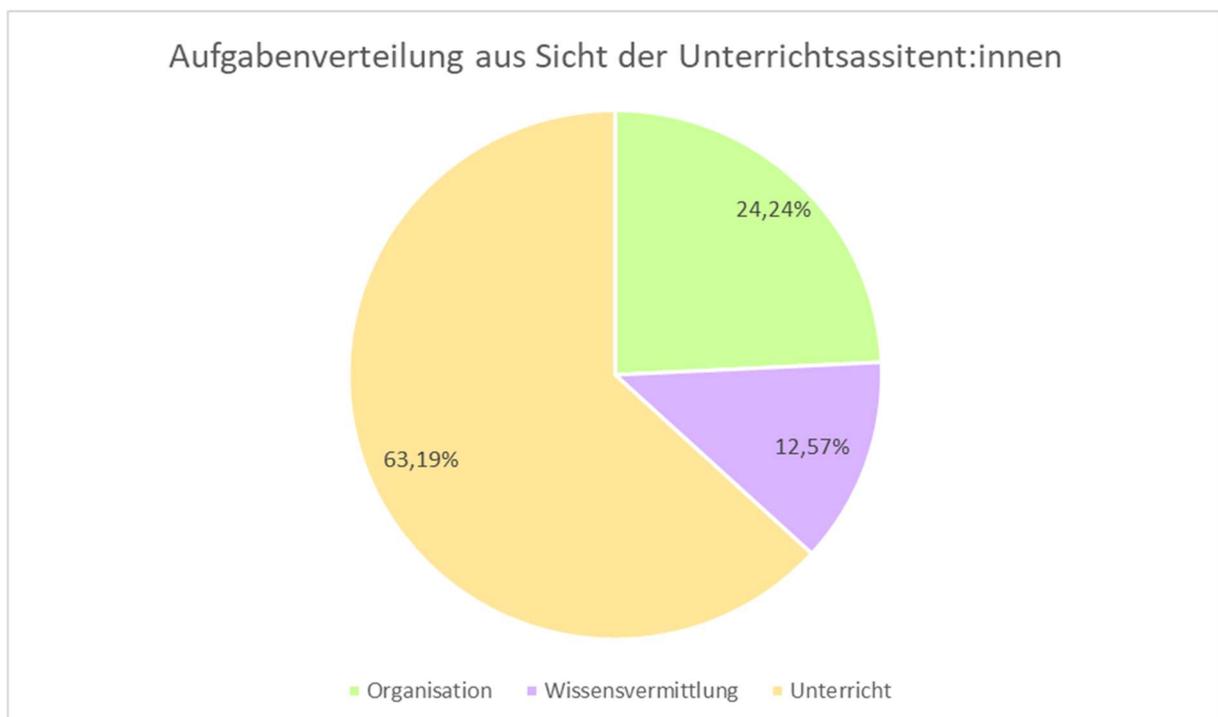


Abbildung 3: Absolute und relative Häufigkeit der verschiedenen Aufgaben



Auswertung der Aufgaben nach Schultypen

Analog zur Medienauswahl bietet sich auch bei der Kategorisierung der ausgeführten Aufgaben ein Blick auf die Unterschiede zwischen den Schulformen an. Da, wie erläutert, nur auf die Projektpartner der letzten beiden Jahre zurückgegriffen werden kann, umfasst diese Auswertung fünf Gymnasien beziehungsweise Gesamtschulen, zwei Schulen der Sekundarstufe I, eine Grundschule und eine Förderschule. Diese Aufteilung ist wichtig, um die absoluten Werte zur Häufigkeit der verschiedenen Aufgabenkategorien auch richtig gewichten zu können. Die Daten aus Tabelle 7 (oben) zu den absoluten Werten ist aus mehreren Gründen weniger aussagekräftig. So werden die erhobenen Daten sowohl durch die Anzahl der teilnehmenden Schulen des jeweiligen Schultyps, als auch durch die Größe der jeweiligen Bildungseinrichtungen beeinflusst. Während letztere Einflussgröße aufgrund fehlender Informationen über die tatsächlichen Begebenheiten vor Ort nicht exkludiert werden kann, ist es möglich, ähnlich wie zuvor bei der Mediennutzung mithilfe einer Gewichtung hinsichtlich des Verhältnisses des absoluten Werts zur tatsächlichen Anzahl an Schulen dieser Art die erste Einflussgröße zu berücksichtigen. Deswegen sollen die dabei entstandenen Daten (Tabelle 7, unten) bei der folgenden Betrachtung im Vordergrund stehen. Grundsätzlich verändern sich die Häufigkeiten einzelner Aufgabenkategorien im Vergleich zur allgemeinen vorangegangenen Betrachtung kaum. Allerdings treten dennoch einzelne schulartenspezifische Effekte auf:

So ist zu erwähnen, dass C1.2 „Bereitstellung von Ideen für den fachspezifischen Medieneinsatz“ mit weitem Abstand an Gymnasien und Gesamtschulen am häufigsten auftritt. So liegt der Wert hier im Mittel bei 7,4, was signifikant mehr als bei allen anderen Typen ist. Als Begründung kann eventuell die schon zuvor formulierte größere Themenvielfalt an diesen Schulen gelten, welche eventuell mehr Potenzial für solche Beratungen liefert. In diesem Licht muss auch C1.5 „Professioneller Austauschpartner“ gesehen werden. Mit der Bereitstellung von Ideen zum Technologieeinsatz geht unmittelbar auch ein professioneller Austausch darüber einher. Natürlich darf an dieser Stelle auch nicht vergessen werden, dass Gymnasien potenziell größere Kollegien aufweisen und somit mehr Gesprächspartner:innen bieten.

Die Vorbereitung von Unterrichtsmaterial (C1.3) ist insbesondere an Gymnasien und Gesamtschulen am stärksten ausgeprägt (100,8). Im Vergleich dazu ist die Anzahl der Einträge an Förderschulen mit nur 18 deutlich geringer. Vor diesem Hintergrund ist jedoch bemerkenswert, dass gerade an Förderschulen die Unterrichtsassistent:innen besonders intensiv direkt in den Unterricht eingebunden sind (C1.4). Die Einsatzzahlen als Unterstützung im Unterricht sind dabei mit 42 Nennungen fast doppelt so hoch wie an den anderen Schultypen. Es bleibt damit zu konstatieren, dass hier die Studierenden wahrscheinlich am meisten als gleichberechtigte Partner:innen aufgefasst wurden, nicht als technologische oder planerische Assistent:innen, sondern direkt eingebunden in die pädagogische Arbeit. Weitere Auffälligkeiten sind in Kategorie C1.6 „Bereitstellung

und Pflege der technischen Ausstattung“ zu finden. Diese ist am stärksten (75,5 Nennungen im Mittel) bei Schulen der Sekundarstufe I zu finden.

Zudem fällt auf, dass die Studierenden an der Förderschule am wenigsten stark in etwaige Professionalisierungsveranstaltungen und Workshops eingebunden sind, wobei hierfür keine spezifischen Gründe vorliegen. Ebenso bleibt offen, warum die organisatorische Arbeit an den beteiligten Gymnasien signifikant stärker ausgeprägt ist als in den anderen Schultypen. Ein möglicher Grund könnte in der Größe der beteiligten Schulen liegen.

Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass der zugrunde liegende Datensatz nur eine begrenzte Größe aufweist. Daher sollten die Ergebnisse stets im spezifischen Kontext des Projekts betrachtet werden und nicht ohne Weiteres verallgemeinert werden.

absolut

	Nutzung				
Schultyp		Gymnasium	Sek.1	Primarbereich	Förderschule
	C1.1	15	0	1	0
	C1.2	37	1	0	1
	C1.3	504	83	77	18
	C1.4	118	28	21	42
	C1.5	169	18	6	10
	C1.6	244	151	22	35
	C1.7	186	71	34	15
	C1.8	369	112	57	46

gewichtet

	Nutzung				
Schultyp		Gymnasium	Sek.1	Primarbereich	Förderschule
	C1.1	3	0	1	0
	C1.2	7,4	0,5	0	1
	C1.3	100,8	41,5	77	18
	C1.4	23,6	14	21	42
	C1.5	33,8	9	6	10
	C1.6	48,8	75,5	22	35
	C1.7	37,2	35,5	34	15
	C1.8	73,8	56	57	46

Tabelle 7: Absolute und gewichtete Auswertung der Aufgabenverteilung abhängig von der Schulform (gerundet auf eine Nachkommastelle, auffällige Werte sind grün und rot markiert)

6. Bedeutende Professionalisierungsmaßnahmen aus der Sicht der Lehrer:innen

Ein wesentliches Ziel im Projekt DigiMath4Edu war die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung der professionellen Medienkompetenzen der beteiligten Mathematiklehrpersonen. Hierzu wurde eine spezifische Professionalisierungsstruktur aufgebaut, welche wie eingangs in Kapitel 2 dargestellt aus zwei wesentlichen Säulen bestand – einerseits zentrale Professionalisierungsveranstaltungen und andererseits eine individuelle Unterstützung vor Ort. Um die Bedeutung der einzelnen Projektparameter und insbesondere der zwei Säulen zu untersuchen, wurde im Projekt auf die Einschätzung der Lehrkräfte gesetzt. Diese können einen ersten Eindruck davon vermitteln, welche Aspekte des Projektes förderlich oder hinderlich für den Kompetenzerwerb im Sinne von Gelingensfaktoren sein könnten, ohne dabei den Anspruch zu erheben, dass es sich tatsächlich um entsprechende Einflussfaktoren handelt.

In einem ersten Schritt wurden hierzu leitfadengestützte Abschlussinterviews mit den Lehrkräften aus dem ersten Projektjahr qualitativ ausgewertet (Schneider et al., 2024). Hierauf aufbauend wurde ein Fragebogen aus geschlossenen, halboffenen und offenen Fragen entwickelt, welcher im zweiten und dritten Projektjahr genutzt wurde. Im Folgenden sollen ausgewählte Ergebnisse aus diesen beiden Instrumenten vorgestellt werden

Qualitative Analyse der Interviews des ersten Projektjahres

Als Datengrundlage für die qualitative Analyse der vorliegenden Gelingensfaktoren dienen die zum Ende des ersten Projektjahrs durchgeführten Leitfadeninterviews, welche jeweils mit der Schulleitung, den Projektkoordinator:innen sowie weiteren Lehrkräften, die besonders aktiv im Projekt gearbeitet haben, geführt wurden. Dabei entstanden insgesamt 20 Interviews. Der verwendete Interviewleitfaden gliederte sich in drei inhaltliche Bereiche:

1. Persönliche Weiterentwicklung und professionelle Medienkompetenz
2. Persönliche Weiterentwicklung und Projektanlage
3. Offene Rückmeldungen

Gerade der zweite Teil des Interviews hat sich bezüglich seiner Hinweise auf die vorliegenden Gelingensfaktoren als sehr aussagekräftig erwiesen. Dieser Teil umfasst dabei in der Grundlage die Projektstrukturen. Darüber hinaus wurden solche Beobachtungen aufgegriffen, von welchen weitere Hinweise auf mögliche Gelingensfaktoren erwartet werden konnten. Die übergeordnete Frage lautete dabei:

„Welche Komponenten der Projektanlage hatten aus Ihrer Sicht besonderen Einfluss auf Ihre persönliche Weiterentwicklung hinsichtlich digitaler Medien im Mathematikunterricht?“

Darunter fielen zum Beispiel Fragen zur Art der Einführung unbekannter digitaler Medien, zur Art der Unterstützung bei der Umsetzung im eigenen Unterricht, zur Bedeutung der Verfügbarkeit der digitalen Medien, zu den Professionalisierungsveranstaltungen sowie zur Projektlaufzeit.

Aus den Analysen ergaben sich durch eine induktive Kategorienbildung nach Mayring (2022) sieben Oberkategorien mit insgesamt 13 Unterkategorien, die als Grundlage zur Beschreibung der Bedeutung der Projektparameter als eine Art Gelingensfaktoren herangezogen werden können (siehe Tabelle 8). Mithilfe dieser Spezifizierung der Kategorien ist es möglich, eine Wertung der Interviewpartner:innen abzubilden (in der Regel jeweils durch: Positiv – Neutral – Negativ). Die genaue Darstellung der einzelnen Kategorien inklusive der Angabe und Diskussion von Ankerbeispielen ist in Schneider et al. (2024) zu finden.

Oberkategorien	Kategorien
Vernetzung	<ul style="list-style-type: none"> · Vernetzung Uni Siegen · Vernetzung Firmen und Schulen · Vernetzung Schulen und Schulen
Professionalisierungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> · Schulinterne Professionalisierungsmaßnahmen durch Universität · Professionalisierungsveranstaltungen an der Universität
Technische Ausstattung	<ul style="list-style-type: none"> · Vorauswahl durch Universität · Einfache Verfügbarkeit technischer Ausstattung
Unterrichtsassistent:innen	<ul style="list-style-type: none"> · Professionelle Rolle der Unterrichtsassistent:innen · Präsenz der Unterrichtsassistent:innen
Laufzeit	<ul style="list-style-type: none"> · Ein Jahr als sinnvolle Zykluslänge
Verpflichtungen zwischen Projektpartnern	<ul style="list-style-type: none"> · Verpflichtungen sind notwendig aber herausfordernd
Einführung digitaler Medien	<ul style="list-style-type: none"> · An individuellen Themen · Unter Fachbezug
7 Oberkategorien	13 Kategorien

Tabelle 8: Kategoriensystem Gelingensfaktoren

Analyse der Fragebögen aus dem zweiten und dritten Projektjahr

Als Datengrundlage für die quantitative Analyse der möglichen Gelingensfaktoren dienen die zum Ende des zweiten und dritten Projektjahrs ausgefüllten Fragebögen, welche allen Kolleg:innen der Mathematikfachschaften an den teilnehmenden Schulen ausgehändigt wurde. Dabei gliedert sich der Fragebogen inhaltlich in drei Bereiche. Zu Beginn werden dabei in einem vorangestellten Abschnitt neben einem anonymisierten Erkennungscode allgemeine biografische Daten erhoben. Im Anschluss daran folgt der erste inhaltliche Block, welcher sich mit der Konzeption des Projekts befasst. Dieser Abschnitt ist dabei noch in folgende sieben Bereiche samt Unterpunkten unterteilt, welche auf der obigen qualitativen Analyse basieren:

1. *Vernetzung*
 - 1.1. *Vernetzung mit der Universität Siegen*
 - 1.2. *Vernetzung mit den Unternehmen*
 - 1.3. *Vernetzung mit den anderen Projektschulen*
2. *Professionalisierungsstruktur*
 - 2.1. *Zentral organisierte Professionalisierungsveranstaltungen*
 - 2.2. *Schulinterne Mikro-Professionalisierungen oder Workshops*
3. *Technische Ausstattung*
 - 3.1. *Vorauswahl der technischen Ausstattung*
 - 3.2. *Nicht genutzte technische Ausstattung*
 - 3.3. *Verfügbarkeit der technischen Ausstattung*
4. *Unterrichtsassistent*innen*
 - 4.1. *Rolle der Unterrichtsassistent*innen*
 - 4.2. *Präsenz der Unterrichtsassistent*innen*
5. *Projektlaufzeit*
6. *Verpflichtungen*
7. *Einführung digitaler Medien*
 - 7.1. *Einführung digitaler Medien am Fach Mathematik*
 - 7.2. *Einführung digitaler Medien an individuellen Beispielen*

Grundsätzlich lässt sich dabei in jedem Abschnitt der gleiche Aufbau feststellen. Als erstes steht jeweils eine geschlossene Frage, in welcher beantwortet wird, welchen Nutzen dieser Aspekt hat bzw. hatte. So müssen sich die Lehrpersonen auf einer Skala von sehr gewinnbringend bis hinderlich entscheiden. Dabei gibt es neben der eigentlichen

Enthaltung (kann ich nicht beurteilen) fünf Antwortmöglichkeiten, was den Befragten quasi eine „Fluchtkategorie“ (Brandhofer, 2015, S. 169) aufgrund von Entscheidungsunwilligkeit eröffnet. Im Anschluss daran folgen jeweils spezifische Fragen zu den einzelnen Unterpunkten, in welchen geprüft wird, welche Aspekte aus Sicht der Lehrer:innen besonders gewinnbringend oder hinderlich waren. Diese Fragen sind dabei als halbgeschlossen konstruiert worden. So bietet sich die Möglichkeit, neben den vorformulierten Antworten über den Bereich Sonstiges, eigene Bemerkungen zu ergänzen (vgl. Brandhofer, 2015, S. 166). Die schon vorgegebenen Antwortmöglichkeiten wurden dabei auf Basis der Aussagen in den Interviews aus dem ersten Projektjahr ausgewählt. Wichtig zu erwähnen ist an dieser Stelle, dass Mehrfachnennungen erlaubt sind. Bei der Auswertung wurde in diesem Teil die erste Frage jeweils quantitativ analysiert, indem jeweils die Mittelwerte samt Standardabweichung bestimmt wurden. Dadurch können die unterschiedlichen Elemente bezogen auf ihrem Nutzen verglichen werden.

Der zweite Teil des Fragebogens steht unter dem Motto „Die eigene Arbeit im Projekt“. Naturgemäß haben sich die Lehrer:innen mit ganz unterschiedlichen Medien in unterschiedlichen Kontexten befasst, weshalb dieser Bereich sehr offen gestaltet ist. Die Lehrpersonen wählen eigenständig die benutzten Medien aus und beantworten dazu einige geschlossene und offene Fragen. Der dadurch entstandene Datensatz soll an dieser Stelle aber nicht tiefergehend beleuchtet werden.

Insgesamt haben in den beiden Projektjahren 55 Lehrkräfte an der Umfrage teilgenommen. Wie in Abbildung 5 erkennbar ist, lassen sich aufgrund der erhobenen biografischen Merkmale Unterschiede in der Verteilung wahrnehmen: Dabei gibt es ein leichtes Übergewicht an Lehrerinnen. 31 Personen gaben an, weiblich zu sein, während 21 Männer an der Umfrage teilgenommen haben. 3 Lehrpersonen haben keine Angabe zu ihrem Geschlecht sowie zu allen anderen persönlichen Daten gemacht, weshalb in den folgenden Grafiken immer eben diese Anzahl ohne Zuordnung bleibt. Aufgrund der Auswahl der Projektschulen zeigt sich zudem ein klares Übergewicht an Lehrkräften, die an Gymnasien arbeiten (vgl. Abb. 4). Mit 41 Gymnasiallehrer:innen vereinen sich knapp drei Viertel aller Befragten auf diese Schulform. Bezüglich des Alters wurden die Lehrkräfte in Zehnjahresschritten zusammengefasst, wodurch ein Übergewicht in der Altersgruppe 31-40 Jahre deutlich wird. Ähnlich verhält es sich bei der Dienstertfahrung. Die meisten Befragten können hier der Gruppe mit 11-20 Jahren Erfahrung zugeordnet werden. Mithilfe dieser Ergebnisse kann bei der Auswertung eine Unterscheidung abhängig von den biografischen Gruppen vorgenommen werden. Wichtig ist dabei allerdings zu betonen, dass es sich hier keineswegs um eine systematische Studie handelt. Dafür ist sowohl die Datenmenge zu klein, als auch die Auswahl der Proband:innen nicht heterogen genug. Es wurden beispielsweise Lehrkräfte aus einem eher ländlich geprägten Umfeld untersucht, was somit nur bedingt verallgemeinerbar ist.

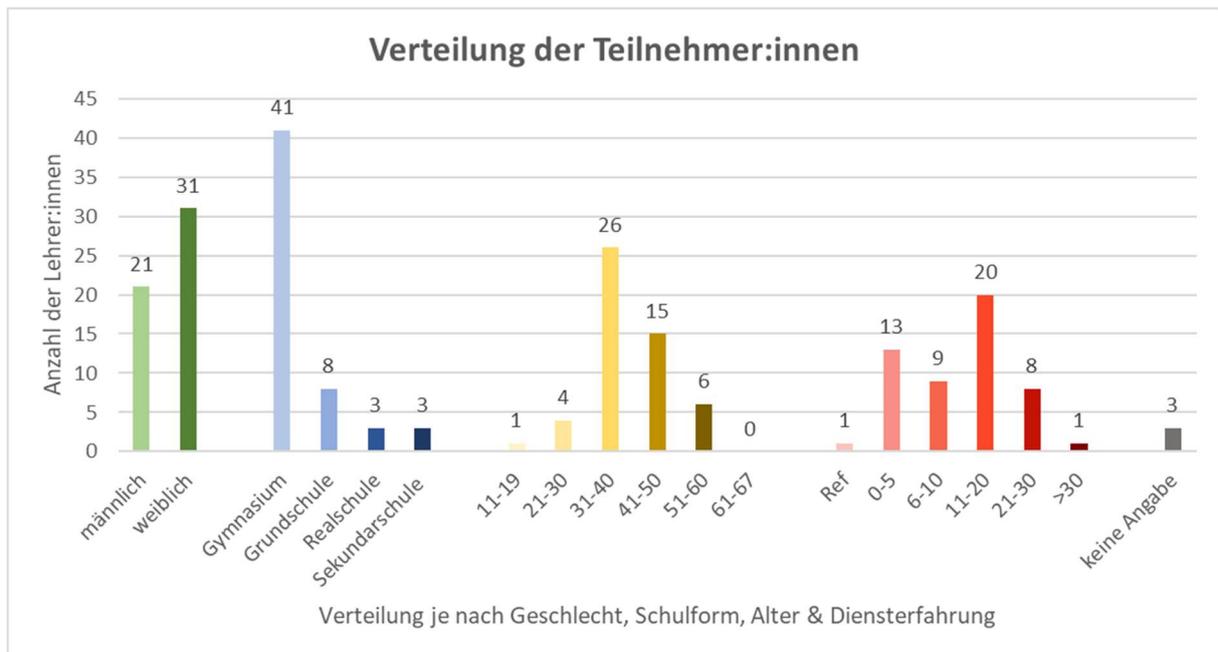


Abbildung 5: Aufteilung der Teilnehmer:innen nach verschiedenen biografischen Merkmalen

Die Auswertung der Gelingensfaktoren auf Basis der berechneten Mittelwerte der Kategorien im Fragebogen zeigt ein differenziertes Bild bezüglich verschiedener Aspekte. Wie in Abbildung 8 zu sehen ist, lassen sich dabei in Hinsicht auf die durchschnittliche Bewertung drei Gruppen ausmachen. In der Spitzengruppe ($\emptyset > 1$) mit der höchsten Wirksamkeit aus Sicht der Lehrkräfte findet man die Rolle und Präsenz der Unterrichtsassistent:innen, die schulinternen Mikro-Professionalisierungen sowie die Verfügbarkeit der technischen Ausstattung und die Einführung digitaler Medien in der Mathematik. Während die letzteren beiden Aspekte dabei die Grundlage für den Erfolg des Projekts in Form der zur Verfügung gestellten Technik abbilden, decken die anderen Aspekte gezielt die Entlastung sowie niederschwellige Professionalisierungsmaßnahmen ab. Dabei nimmt die Rolle der Unterrichtsassistent:innen eine Spitzenposition ein, da hier die Ansprüche am umfassendsten erfüllt werden. An dieser Stelle bietet sich analog zur qualitativen Studie der Interviews erneut ein genauerer Blick auf die Rollenbeschreibungen an. Mit 43 Stimmen wird dabei die Rollenbeschreibung als Unterstützer:in am häufigsten genannt (vgl. Abbildung 6). Gefolgt wird dies von der Rolle als Fachperson für digitale Medien (35 Stimmen) und der Rolle als Berater:in (31 Stimmen). Neben diesen dominierenden Rollen gibt es auch einzelne Beschreibungen, die weniger beliebt sind. Zu nennen sind dabei beispielsweise die Rolle als Mentor:in zur eigenen Weiterentwicklung mit 14 Stimmen, sowie die Rolle als Multiplikator:in mit 10 Stimmen. Grundsätzlich lässt sich übergreifend eine Teilung in zwei Lager vornehmen: Alle Rollenbeschreibungen, die mehr oder weniger aktiv in die Gestaltung des Unterrichts eingebunden sind, werden vermehrt angegeben. Dem gegenüber stehen eher Stellungen, die den individuellen Kompetenzerwerb abdecken. Diese werden eher weniger genannt. Daraus kann man dann Schlüsse auf die grundsätzliche Wahrnehmung treffen. So werden die Unterrichtsassistent:innen – analog zum Namen – vor allem für alles zu Rate

gezogen, was direkt einzelne Unterrichtsstunden oder eingesetzte Medien betrifft. Sachen, die darüber hinausgehen und eventuell mittelfristig dem Unterricht durch das Kennenlernen neuer Medien zugutekommen, werden tendenziell nicht mit ihnen in Verbindung gebracht.

Ebenso soll der Aspekt der Mikro-Professionalisierungen als Gelingensfaktor näher untersucht werden: diese haben sichtlich besser als klassische Formate abgeschnitten. Interessant ist dabei die Betrachtung der genannten Gründe (vgl. Abbildung 7). Es lässt sich festhalten, dass besonders zwei Argumente herausstechen. Einerseits ist laut Umfrage gerade die Unterstützung bei der Ideenfindung gewinnbringend. Mit 36 Lehrkräften haben über 65 % aller Befragten dies als besonders gewinnbringend angegeben. Dieser Aspekt hat sich auch schon in der zuvor geschilderten qualitativen Studie als positiv herauskristallisiert. Ähnlich häufig wurde genannt, dass sich solche Professionalisierungsformate gut in den Schulalltag integrieren lassen. Mit 29 Proband:innen stimmten mehr als die Hälfte aller Teilnehmenden hier zu. Dieser Punkt ist insofern besonders interessant, da sich die klassischen Professionalisierungsformate von dieser Form eben genau in diesem Detail unterscheiden.

Als letztes Element der Spitzengruppe soll nun noch die technische Ausstattung in den Vordergrund gerückt werden. Mit dieser hohen Einstufung wird unterstützt, dass eine adäquate technische Ausstattung notwendig ist, um überhaupt digitale Medien in den Schulunterricht zu integrieren.

Im zweiten Teil des Feldes ($0 \leq \emptyset \leq 1$) findet man eine große Masse an Aspekten, deren Wirksamkeit wahrgenommen, allerdings nicht als besonders groß eingeschätzt wird. Dazu gehören jegliche Form der Vernetzung, klassische Professionalisierungsformate, die Vorauswahl der Medien und die Einführung an individuellen Beispielen. Abgesehen von den klassischen Professionalisierungsveranstaltungen ist allen Kategorien gemein, dass diese Aspekte die agierenden Lehrkräfte, die nicht in die Organisation eingebunden sind, nur sekundär tangieren. So findet beispielsweise die Vernetzung nicht jeden Tag statt und die durchschnittliche Projekt-Lehrperson hat vermutlich auch keinen direkten Einblick in die Vorgänge der Beschaffung. Dementsprechend wurde hier wohl häufig eine mittlere Bewertung gewählt, da weniger Bezug zum Alltag besteht.

In der letzten Kategorie ($\emptyset < -1$) findet man die beiden einzigen Inhaltsfelder, welche im Durchschnitt als hinderlich eingestuft wurden. Darunter fallen die nicht genutzten Medien und die Verpflichtungen der Lehrkräfte. Gerade letzterer Punkt wurde dabei zur Genüge schon in verschiedenen Kontexten diskutiert und stellt keine Ausnahmeerscheinung in diesem Kontext dar. Viel mehr handelt es sich dabei um ein bildungspolitisches Problem, welches im Rahmen dieses Forschungsprojekts nicht gelöst werden kann. Die schlechteste Bewertung fällt allerdings dem anderen genannten Aspekt zu. Nicht genutzte Technologien werden eher als hinderlich eingestuft, da Finanzmittel blockiert werden und aufgrund fehlender zeitlicher Ressourcen die Bereitschaft zur Einarbeitung nicht gegeben ist.

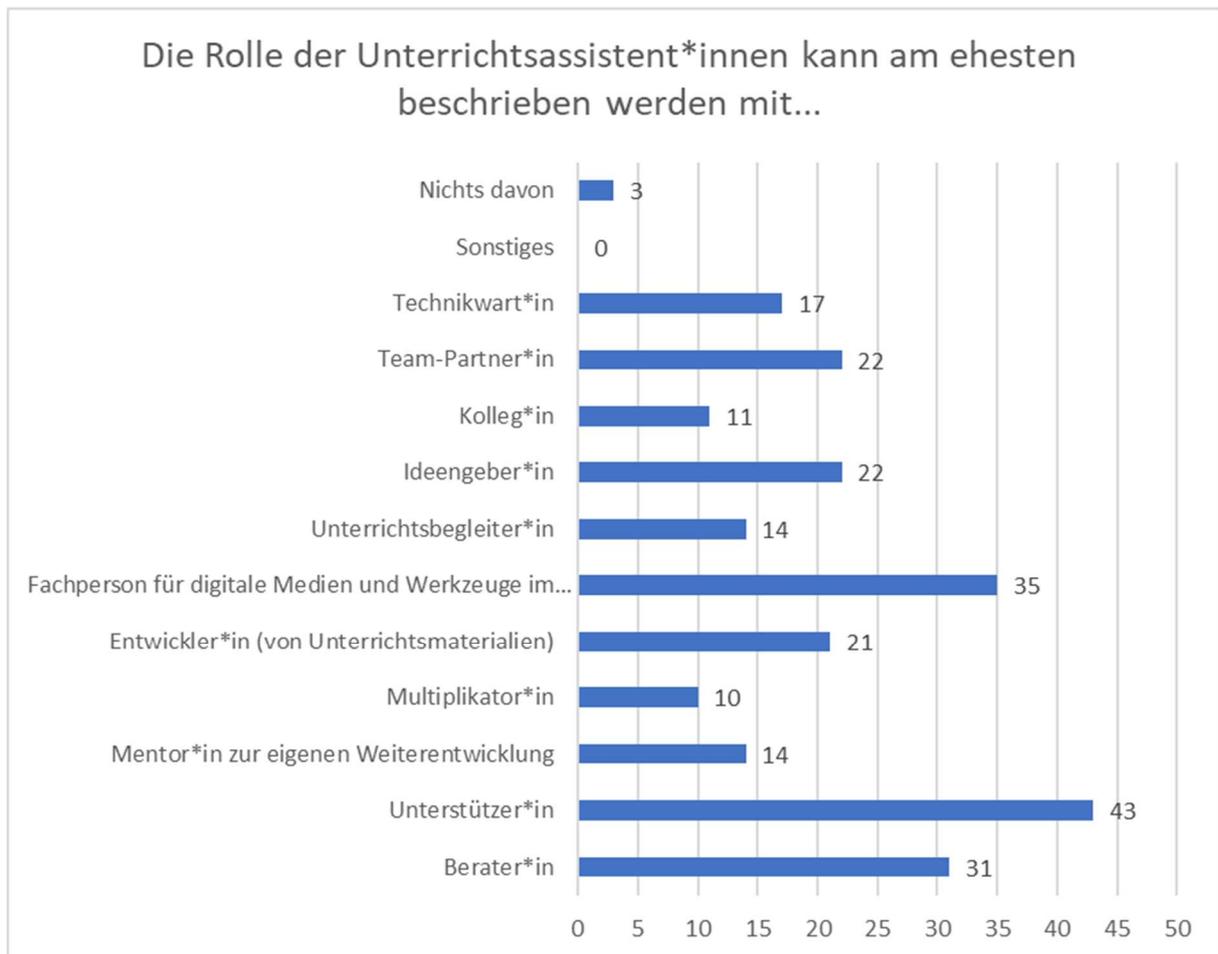


Abbildung 6: Genannte Rollen der Unterrichtsassistent:innen

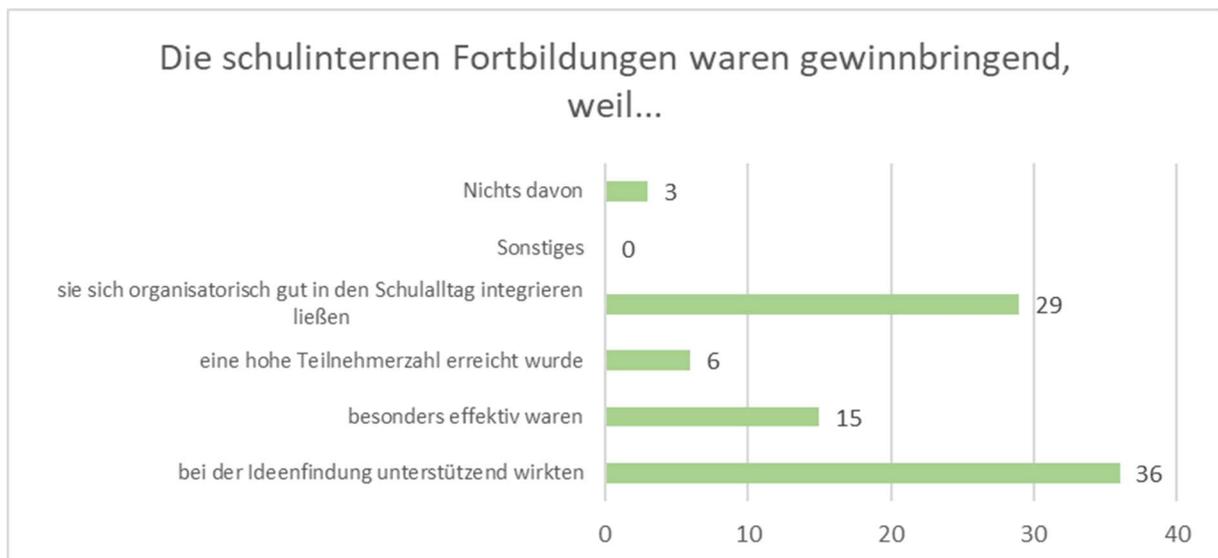


Abbildung 7: Gewinnbringende Aspekte der internen Professionalisierungen

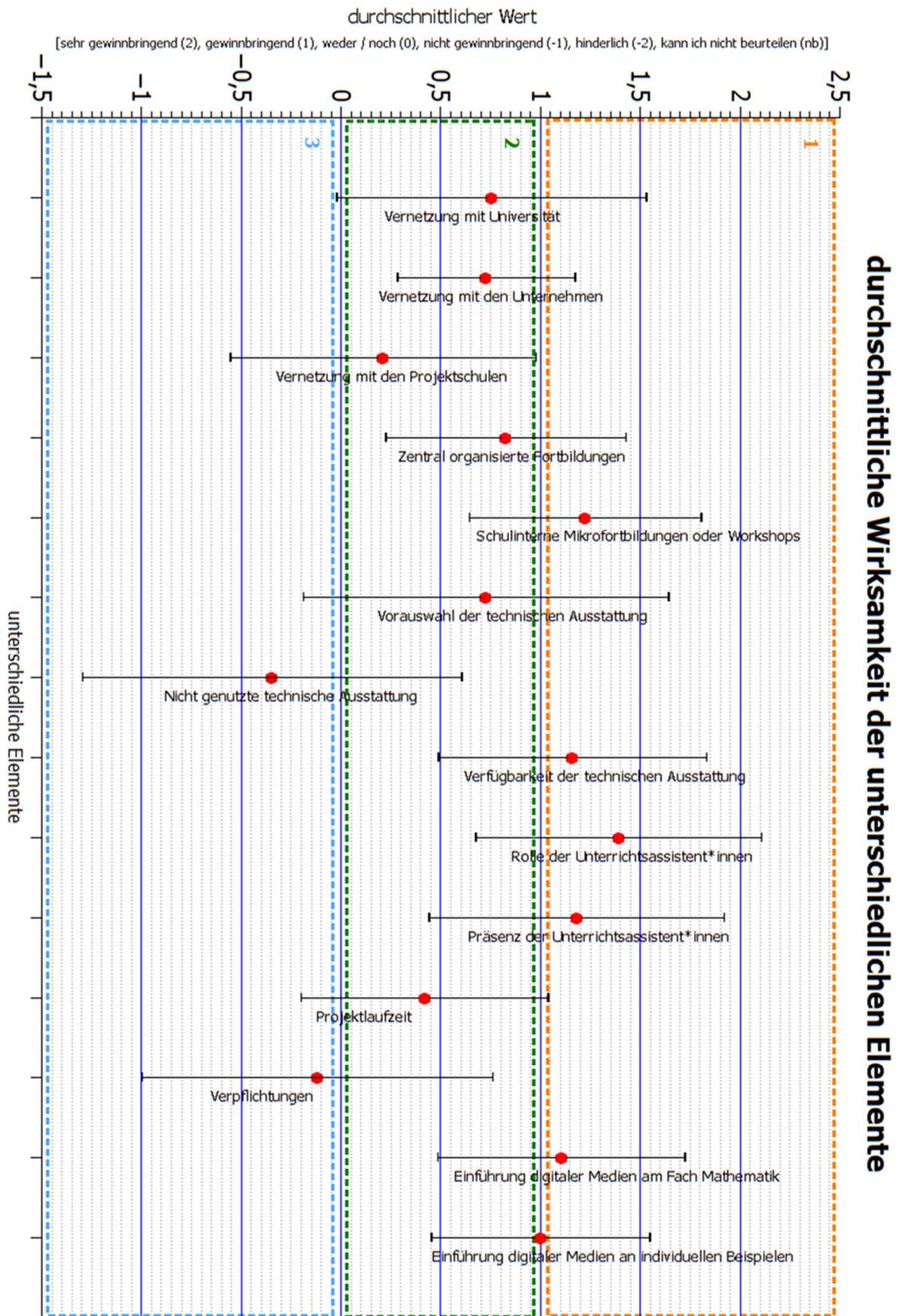


Abbildung 8: Durchschnittliche Wirksamkeit der einzelnen Elemente aus Sicht der Lehrkräfte

7. Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem vorliegenden Bericht werden die zentralen Erkenntnisse aus dem Projekt DigiMath4Edu systematisch dargestellt. Ziel des Projekts war es, (angehende) Mathematiklehrkräfte in der Nutzung digitaler Medien im Unterricht zu professionalisieren und ihnen praxisnahe Unterstützung vor Ort anzubieten. Dabei zeigte sich, dass eine nachhaltige und wirksame Professionalisierung insbesondere dann gelingt, wenn strukturierte Fortbildungsformate mit individueller, praxisnaher Unterstützung kombiniert werden. Diese Kombination erwies sich als besonders gewinnbringend, da sie sowohl theoretisches Wissen als auch praktische Anwendungsmöglichkeiten miteinander verknüpft und dabei den individuellen Bedürfnissen der Lehrkräfte gerecht wird.

Ein grundlegendes Konzept, das im Rahmen von DigiMath4Edu entwickelt wurde, ist das MPC-Modell (Media-Pedagogy-Content-Modell). Es dient als qualitativer Beschreibungsrahmen für die professionelle Medienkompetenz von Mathematiklehrpersonen und ermöglicht eine systematische Erfassung sowie Analyse der Planung und Durchführung von Unterricht mit digitalen Medien. Über das Projekt hinaus bietet das Modell eine differenzierte und kontextbezogene Perspektive auf den kompetenten Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht und kann als Grundlage für zukünftige Professionalisierungsansätze genutzt werden.

Im Verlauf des Projekts erhielten die teilnehmenden Lehrkräfte die Möglichkeit, eigene Unterrichtsvorhaben mit digitalen Medien zu entwickeln, durchzuführen und zu reflektieren. Dieser praxisorientierte Ansatz ermöglichte es ihnen, wertvolle Erfahrungen zu sammeln, die sich direkt in ihrem Unterricht anwenden ließen. Die individuellen Lernprozesse der Lehrkräfte wurden dabei gezielt durch das Projektteam begleitet. Neben fachdidaktischen und technischen Input-Veranstaltungen waren vor allem die individuelle Beratung und gemeinsame Reflexion konkreter Unterrichtsvorhaben zentrale Bausteine des Professionalisierungsprozesses. Besonders hervorzuheben ist der Einsatz von Unterrichtsassistent:innen für digitale Bildung, die als spezifisch geschulte Lehramtsstudierende eine direkte Unterstützung für die Lehrkräfte boten. Diese Unterrichtsassistent:innen standen den Lehrkräften bei der Umsetzung digitaler Unterrichtskonzepte zur Seite, reflektierten gemeinsam mit ihnen die Erfahrungen und ermöglichten eine praxisnahe, an den konkreten Bedarfen orientierte Unterstützung. Die Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften und Unterrichtsassistent:innen war für beide Seiten gewinnbringend: Während die Lehrkräfte wertvolle Unterstützung und praxisnahe Einblicke in den Medieneinsatz erhielten, konnten die Studierenden ihre eigenen professionellen Kompetenzen im schulischen Kontext erweitern.

Eine zentrale Frage, die sich aus diesen Erkenntnissen ergibt, ist, wie sich vergleichbare Unterstützungsformate außerhalb eines Modellprojekts nachhaltig etablieren lassen. Ein Ansatz, der derzeit im Rahmen des Projekts „Studienprojekt 2.0“ untersucht wird, ist die Nutzung des Praxissemesters als Möglichkeit zur langfristigen Implementierung von Unterstützungsstrukturen. Das Praxissemester stellt eine mehrmonatige Praxisphase im Lehramts-Masterstudium in Nordrhein-Westfalen dar. Erste Analysen zeigen sowohl

Chancen als auch Herausforderungen dieser Übertragungsmöglichkeit. Ein zentraler Vorteil besteht darin, dass eine gezielte Auswahl und Aufbereitung spezifischer digitaler Medien und Unterrichtsthemen durch Studierende erfolgen können, wodurch eine praxisnahe Unterstützung für die Lehrkräfte ermöglicht wird. Gleichzeitig erweist sich die veränderte Rolle der Studierenden als herausfordernd: Im Unterschied zu DigiMath4Edu, wo sie als unterstützende Unterrichtsassistent:innen tätig waren, übernehmen sie im Praxissemester eigenständige Unterrichtsverantwortung. Dadurch stehen weniger Ressourcen für gezielte Assistenzaufgaben zur Verfügung, und es erfordert eine sorgfältige Abstimmung, wie die Unterstützungsfunktion effektiv in das bestehende Praxissemester integriert werden kann.

Ein alternativer Ansatz wird aktuell im Projekt KIMADU verfolgt, das sich mit der Professionalisierung von Mathematiklehrkräften im Bereich Künstlicher Intelligenz (KI) befasst. Im Gegensatz zu DigiMath4Edu, das auf persönliche Unterstützung vor Ort setzte, bietet KIMADU wöchentliche Online-Sprechstunden an. Diese Online-Formate ermöglichen es Lehrkräften, kurzfristig fachdidaktische und technische Beratung in Anspruch zu nehmen. Ein besonderer Vorteil dieser Struktur ist, dass sich in den Sprechstunden mehrere Lehrkräfte und Expert:innen des Projektteams der Universität Siegen treffen. Dadurch entsteht nicht nur eine individuelle Beratungssituation, sondern auch ein Raum für kollegialen Austausch, Peer-Beratungen und die Initiierung längerfristiger Lehrkräftekooperationen. Diese Form der Vernetzung ist ein wichtiger Faktor für die nachhaltige Implementierung digitaler Medien im Mathematikunterricht, da sie es Lehrkräften ermöglicht, sich kontinuierlich weiterzubilden und voneinander zu lernen.

Zusammenfassend konnten im Projekt DigiMath4Edu wertvolle wissenschaftliche und praxisnahe Erkenntnisse gewonnen werden, die sowohl auf internationalen Fachkonferenzen präsentiert als auch in peer-reviewten Zeitschriften veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass eine erfolgreiche Professionalisierung im Bereich digitaler Medien im Mathematikunterricht eine Kombination aus strukturierten Weiterbildungsformaten und individueller Unterstützung erfordert. Die enge Begleitung durch Unterrichtsassistent:innen hat sich als besonders wirksam erwiesen, stellt aber auch Herausforderungen in der nachhaltigen Implementierung außerhalb eines Modellprojekts dar. Aktuelle Entwicklungen im Rahmen von Studienprojekt 2.0 und KIMADU zeigen, dass sowohl das Praxissemester als auch Online-Formate vielversprechende Ansätze zur Weiterführung dieser Professionalisierungsstrategien darstellen, jedoch jeweils spezifische Anpassungen und Rahmenbedingungen erfordern.

Kurzzusammenfassung (Key Learnings)

- **Nachhaltige Professionalisierung:** Effektiv durch die Kombination aus strukturierten Fortbildungsformaten und individueller Unterstützung vor Ort.
- **MPC-Modell:** Bietet eine differenzierte qualitative Beschreibung professioneller Medienkompetenz im Mathematikunterricht.
- **Unterrichtsassistent:innen:** Gewinnbringend für Lehrkräfte und Studierende, aber herausfordernd in der breiten Implementierung.
- **Ausblick:** Fortführung und Adaption der gewonnenen Erkenntnisse in der Lehrkräftebildung und Praxisunterstützung.

8. Literaturverzeichnis

- Agyei, D. D. & Voogt, J. (2012). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service mathematics teachers through collaborative design. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(4), 547–564. <https://doi.org/10.14742/ajet.827>
- Barzel, B. & Greefrath, G. (2015). Digitale Mathematikwerkzeuge sinnvoll integrieren. In W. Blum, S. Vogel, C. Drüke-Noe & A. Roppelt (Hrsg.), *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II* (S. 145–157). Westermann.
- Bauersfeld, H. (1983). Subjektive Erfahrungsbereiche als Grundlage einer Interaktions-
theorie des Mathematiklernens und -lehrens. In H. Bauersfeld et al. (Hrsg.), *Lernen und Lehren von Mathematik* (S. 1–56). Aulis.
- Binkhorst, F., Poortman, C. L. & van Joolingen, W. R. (2017). A qualitative analysis of teacher design teams: In-depth insights into their process and links with their outcomes. *Studies in Educational Evaluation*, 55, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.10.001>
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223, 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Brandhofer, G. (2015). *Die Kompetenzen der Lehrenden an Schulen im Umgang mit digitalen Medien und die Wechselwirkungen zwischen Lehrtheorien und medien-
didaktischem Handeln*. Technische Universität Dresden. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-190208>
- Clark-Wilson, A., Robutti, O. & Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1223–1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
- Dilling, F., Holten, K., Hörnberger, K., Schneider, R. & Witzke, I. (2024). Entwicklung einer Fortbildungsstruktur zum Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht – ein Werkstattbericht. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 49–60). WTM. <https://doi.org/10.37626/GA9783959872942.0.04>
- Dilling, F., Hörnberger, K., Reifenrath, M., Schneider, R., Vogler, A. & Witzke, I. (2022). Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt DigiMath4Edu – Digitale Transformation im Bildungsbereich am Beispiel des Mathematikunterrichts. In F. Dilling, F. Pielsticker & I. Witzke (Hrsg.), *Neue Perspektiven auf mathematische Lehr-Lern-Prozesse mit digitalen Medien* (S. 73–84). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36764-0_4
- Dilling, F., Hörnberger, K., Schneider, R. & Witzke, I. (2023). *DigiMath4Edu Band 1*. universi-Universitätsverlag Siegen.
- Dilling, F., Marx, B., Pielsticker, F., Vogler, A. & Witzke, I. (2021). *Praxishandbuch 3D-Druck im Mathematikunterricht. Einführung und Unterrichtsentwürfe für die Sekundarstufen I und II*. Waxmann.

- Dilling, F., Schneider, R. & Hörnberger, K. (2022). Subject-related implementation of (digital) media by mathematics teachers – A theoretical framework. In H.-G. Weigand, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, P. Iannone, J. Medová & M. Turgut (Hrsg.), *Mathematics Education in the Digital Age 3* (S. 116–120). Constantine the Philosopher University.
- Dilling, F., Schneider, R., Weigand, H.-G., & Witzke, I. (2024a). Describing the digital competencies of mathematics teachers: Theoretical and empirical considerations on the importance of experience and reflection. *ZDM – Mathematics Education*, 56(4), 639–650. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01560-4>
- Dilling, F., Witzke, I., Hörnberger, K., & Trgalová, J. (2024b). Co-designing teaching with digital technologies – A multiple case study on participation of pre-service teachers in teacher design teams. *ZDM – Mathematics Education*, 56(4), 667–680. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01623-6>
- Dilling, F., & Witzke, I. (2024). Studierende als Expert*innen in Praxisphasen? Eine Fallstudie zur Verbindung der ersten und dritten Phase der Lehrer*innenbildung im Kontext der digitalen Transformation im Mathematikunterricht. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 7(1), 90–107. <https://doi.org/10.11576/hlz-5877>
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., van den Heuvel, C., Doorman, M. & Boon, P. (2014). Digital Technology and Mid-Adopting Teachers’ Professional Development: A Case Study. In A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (Hrsg.), *Mathematics Teacher in the Digital Era* (S. 189–212). Springer.
- Eickelmann, B., Lorenz, R. & Endberg, M. (2016). Die eingeschätzte Relevanz der Phasen der Lehrerbildung hinsichtlich der Vermittlung didaktischer und methodischer Kompetenzen von Lehrpersonen für den schulischen Einsatz digitaler Medien in Deutschland und im Bundesländervergleich. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl & S. Welling (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 149–182). Waxmann.
- Eickelmann, B. (2019). Lehrerfortbildung im Kontext der digitalen Transformation. In W. Böttcher, U. Heinemann, C. Kubina & B. Priebe (Hrsg.), *Steuerung und Qualitätsentwicklung im Fortbildungssystem. Probleme und Befunde – Standardbildung und Lösungsansätze* (S. 208–228). Klett Kallmeyer.
- Ertmer, P. A. & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284.
- Handelzalts, A. (2009). *Collaborative curriculum development in teacher design teams*. University of Twente. <https://doi.org/10.3990/1.9789036528634>
- Hew, K. F., Lan, M., Tang, Y., Jia, C. & Lo, C. K. (2019). Where is the „theory“ within the field of educational technology research? *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 956–971. <https://doi.org/10.1111/bjet.12770>

- Huizinga, T., Handelzalts, A., Nieveen, N. & Voogt, J. (2015). Fostering teachers' design expertise in teacher design teams: Conductive design and support activities. *The Curriculum Journal*, 26(1), 137–163. <https://doi.org/10.1080/09585176.2014.990395>
- Huizinga, T., Nieveen, N., & Handelzalts, A. (2019). Identifying needs for support to enhance teachers' curriculum design expertise. In J. Pieters, J. Voogt & N. Pareja Roblin (Hrsg.), *Collaborative Curriculum Design for Sustainable Innovation and Teacher Learning* (S. 115–137). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20062-6_7
- Kafyulilo, A., Fisser, P. & Voogt, J. (2016). Teacher design in teams as a professional development arrangement for developing technology integration knowledge and skills of science teachers in Tanzania. *Education and Information Technologies*, 21, 301–318. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9321-0>
- KMK (2016). Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2017. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf
- KMK (2019). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004, i. d. F. vom 16.05.2019. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf
- KMK (2022). Bildungsstandards für das Fach Mathematik Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004 und vom 04.12.2003, i.d.F. vom 23.06.2022. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher education*, 9(1), 60–70. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/what-is-technological-pedagogical-content-knowledge/>
- Lawler, R. W. (1981). The progressive construction of mind. *Cognitive Science*, 5(1), 1–30. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6708.1981.tb00867.x>
- Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Beltz.
- MWIDE-NRW (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen) (2021). *Regionale Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen*. https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/21-0924_mwide_broschuere_regionale_innovationsstrategie_des_landes_nrw-web2.pdf
- Pehkonen, E. & Pietilä, A. (2004). On relationships between beliefs and knowledge in mathematics education. In M. A. Mariotti (Hrsg.), *European Research in Mathematics Education III: Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. University of Pisa and ERME.

http://www.erne.tu-dortmund.de/~erne/CERME3/Groups/TG2/TG2_pehkonen_cerme3.pdf

- Puentedura, R. R. (2006). Transformation, Technology, and Education. <http://www.hippasus.com/resources/tte/>
- Punie, Y. & Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Rosenberg, J. M. & Koehler, M. J. (2015). Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186–210. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1052663>
- Rzejak, D., Lipowsky, F. & Bleck, V. (2020). Synopse bedeutsamer Merkmale von Lehrkräftefortbildungen. *Journal für LehrerInnenbildung*, 20(4), 18–30. <https://doi.org/10.35468/jlb-04-2020-01>
- Schneider, R., Dilling, F., Holten K. Hörnberger, K. & Witzke, I. (2024). Gelingensfaktoren digitaler Transformation im Mathematikunterricht – erste Ergebnisse einer explorativen Studie aus dem Projekt DigiMath4Edu. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 343–357). WTM. <https://doi.org/10.37626/GA9783959872942.0.25>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22. <http://dx.doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Thurm, D. & Barzel, B. (2022). Teaching mathematics with technology: A multidimensional analysis of teacher beliefs. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 41–63. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10072-x>
- Trgalová, J., Clark-Wilson, A. & Weigand, H. G. (2018). Technology and resources in mathematics education. In T. Dreyfus, M. Artigue, D. Potari, S. Prediger, & K. Ruthven (Hrsg.). *Developing Research in Mathematics Education* (S. 142–161). Routledge. <https://hal.science/hal-02500576>
- Weinert, F.E. (2001). *Leistungsmessung in Schulen*. Beltz.

9. Projektpublikationen (Stand: Dezember 2024)

- Dilling, F. (2024). Kollaboration von Lehrer:innen und Student:innen beim Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2024*. WTM.
- Dilling, F. (2022). Entwicklung von Voice-Apps für den Mathematikunterricht. In B. Brandt, L. Bröll & H. Dausend (Hrsg.), *Digitales Lernen in der Grundschule III* (S. 109–120). Waxmann.
- Dilling, F. (2021). Digitale Sprachassistenzsysteme im Mathematikunterricht – Wie Alexa, Google Assistant und Co. das Lernen bereichern können. In R. Klose & Ch. Schreiber (Hrsg.), *Mathematik, Sprache und Medien* (S. 183–197). WTM.
- Dilling, F., & Herrmann, M. (2024). Digitale Medien in aktuellen Mathematikschulbüchern – Erste Ergebnisse einer Untersuchung in den Jahrgangsstufen 5-9. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 61–72). WTM.
- Dilling, F., Holten, K., Hörnberger, K., Knöppel, J., Marx, B., Stoffels, G., Pielsticker, F. & Witzke, I. (2022). Mathematik digital erleben - Diskussion aktueller Projekte. *GDM-Mitteilungen*, 113, 48–52.
- Dilling, F., Holten K. Hörnberger, K., Schneider, R. & Witzke, I. (2024). Entwicklung einer Fortbildungsstruktur zum Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht – ein Werkstattbericht. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 49–60). WTM.
- Dilling, F., Hörnberger, K., Reifenrath, M., Schneider, R., Vogler, A. & Witzke, I. (2022). Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt DigiMath4Edu – Digitale Transformation im Bildungsbereich am Beispiel des Mathematikunterrichts. In F. Dilling, F. Pielsticker & I. Witzke (Hrsg.), *Neue Perspektiven auf mathematische Lehr-Lern-Prozesse mit digitalen Medien* (S. 73–84). Springer Spektrum.
- Dilling, F., Milicic, G. & Vogler, A. (2022). Algorithmen mit Computer-Aided Design erkunden – Ideen für den Mathematikunterricht. *MNU-Journal*, 1/2022, 53–65.
- Dilling, F., Pielsticker, F., Schneider, R. & Vogler, A. (2022). 3D-Druck im empirisch-gegenständlichen Mathematikunterricht. *MNU-Journal*, 1/2022, 37–45.
- Dilling, F. & Schneider, R. (2023). Fachbezogener Einsatz digitaler Medien von Mathematiklehrkräften in mathematischen Lehr-Lernprozessen – ein theoretischer Beschreibungsrahmen. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022*, 837–840. WTM.
- Dilling, F., Schneider, R. & Hörnberger, K. (2023). Das MPC-Modell: Fachbezogene (digitale) Medienkompetenz von Mathematiklehrer*innen – theoretische Grundlegung und empirische Implikationen. In F. Dilling, D. Thurm & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis* (S. 31–40). WTM.

Dilling, F., Schneider, R. & Hörnberger, K. (2022). Subject-related implementation of (digital) media by mathematics teachers – A theoretical framework. In H.-G. Weigand, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, P. Iannone, J. Medová & M. Turgut (Hrsg.), *Mathematics Education in the Digital Age 3* (S. 116–120). Constantine the Philosopher University.

Dilling, F., Schneider, R., Weigand, H.-G. & Witzke, I. (2024). Describing the digital competencies of mathematics teachers: Theoretical and empirical considerations on the importance of experience and reflection. *ZDM – Mathematics Education*, 56(4), 639–650.

Dilling, F. & Sommer, J. (2022). Die App Mathe-AR – Raumgeometrie mit Augmented Reality aktiv erleben. In A. Filler, A. Lambert & M.-C. von der Bank (Hrsg.), *Freude an Geometrie – Zum Gedenken an Hans Schupp* (S. 173–192). Springer Spektrum

Dilling, F. & Sommer, J. (2022). Virtual Reality in Mathematics Education – Design of an Application for Multiview Projections. In U.T. Jankvist, R. Elicer, A. Clark-Wilson, H.-G. Weigand & M. Thomsen (Hrsg.), *Proceedings of the 15th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 15)* (S. 263-270). Aarhus University.

Dilling, F. & Sommer, J. (2022). Mixed Reality in Mathematics Education. In U.T. Jankvist, R. Elicer, A. Clark-Wilson, H.-G. Weigand & M. Thomsen (Hrsg.), *Proceedings of the 15th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 15)* (S. 271). Aarhus University.

Dilling, F. & Vogler, A. (2022). Computer-Aided-Design durch Blockprogrammierung – Ein Lernsetting mit Potential zur Förderung und Vernetzung algorithmischen und räumlichen Denkens. In U. Kortenkamp, & S. Ladel (Hrsg.), *Informatisch-algorithmische Grundbildung im Mathematikunterricht der Primarstufe* (S. 37–62). WTM.

Dilling, F. & Vogler, A. (2022). Programmieren im Mathematikunterricht. Arithmetische und geometrische Zusammenhänge mit Scratch erkunden. In B. Brandt, L. Bröll & H. Dausend (Hrsg.), *Digitales Lernen in der Grundschule III* (S. 121–137). Waxmann.

Dilling, F. & Witzke I. (2024). Studierende als Expert*innen in Praxisphasen? Eine Fallstudie zur Verbindung der ersten und dritten Phase der Lehrer*innenbildung im Kontext der digitalen Transformation. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung Zeitschrift*, 7(1), 90–107.

Dilling, F. & Witzke, I. (2021). Die Einführung von digitalen Medien im Mathematikunterricht nachhaltig begleiten – Das Modellprojekt DigiMath4Edu. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2021*, 137–140. WTM.

Dilling, F., Witzke, I., Hörnberger, K. & Trgalová, J. (2024). Co-designing teaching with digital technologies – A multiple case study on participation of pre-service teachers in teacher design teams. *ZDM – Mathematics Education*, 56(4), 667–680.

- Herrmann, M. & Dilling, F. (2023). Ist die Nutzung digitaler Medien themenspezifisch? – Ergebnisse einer Schulbuchuntersuchung. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022*, 837–840. WTM.
- Hörnberger, K. (2023). LEGO®-Robotik im Mathematikunterricht. *MNU-Journal*, 2/2023, 143–147.
- Hörnberger, K. (2022). WTR, GTR und CAS-Rechner als Auslaufmodell? Ein Praxisorientierter Überblick über Tablet-Apps als Alternative zum Taschenrechner in Nordrhein-Westfalen aus schulorganisatorischer Sicht. In F. Dilling, F. Pielsticker, & I. Witzke (Hrsg.), *Neue Perspektiven auf mathematische Lehr-Lern-Prozesse mit digitalen Medien* (S. 25–46). Springer Spektrum.
- Hörnberger, K., Müller, J., Visarius, T., Germer, I. & Post, R. (2024). Auffassungen von Lernenden und Lehrenden in NRW zu CAS-Apps als Alternative zu klassischen Handhelds am Beispiel der Apps CASeasy+. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 113–127). WTM.
- Hörnberger, K. & Plack J. (2024). Mit LEGO-Robotern durch die Schulzeit – Ein Einblick in die Verbindung von Mathematik und Informatik, mit möglichen Beispielen für den Alltagsunterricht. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 103–112). WTM.
- Müller, J. & Dilling, F. (2024). Situiertheit von Sprache und Wissen im Kontext immersiven Lernens - Ein Beispiel aus der Analytischen Geometrie. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2024*.
- Schneider, R., Dilling, F., Holten K. Hörnberger, K. & Witzke, I. (2024). Gelingensfaktoren digitaler Transformation im Mathematikunterricht – erste Ergebnisse einer explorativen Studie aus dem Projekt DigiMath4Edu. In F. Dilling & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis II* (S. 343–357). WTM.
- Witzke, I. & Dilling, F. (2023). Digitale Transformation als gemeinsame Aufgabe für alle Phasen der Lehrer*innenbildung. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022*, 1389–1392. WTM.

Digitale Medien eröffnen neue Wege für einen zeitgemäßen Mathematikunterricht – doch sie stellen Lehrkräfte auch vor große Herausforderungen. Wie gelingt es, digitale Werkzeuge nicht nur technisch zu beherrschen, sondern auch didaktisch sinnvoll in den Unterricht zu integrieren? Wie lassen sich Lehrkräfte im Prozess der Digitalisierung adäquat unterstützen? Mit diesen Fragestellungen befasste sich das Projekt DigiMath4Edu, das von der Universität Siegen initiiert und wissenschaftlich begleitet wurde.

Im Rahmen eines innovativen Fortbildungskonzepts kombinierte das Projekt zentrale Schulungen mit einer praxisnahen Unterstützung durch Unterrichtsassistent:innen vor Ort. Über einen Zeitraum von drei Jahren arbeiteten Mathematiklehrkräfte und Lehramtsstudierende an 15 Schulen intensiv zusammen, um digitale Kompetenzen gemeinsam zu entwickeln und neue Formen des Unterrichtens zu erproben.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die theoretischen Grundlagen, die Umsetzung sowie die empirisch fundierten Erkenntnisse aus dem Projekt. Er bietet wichtige Impulse zur nachhaltigen Professionalisierung von Lehrkräften im digitalen Wandel und richtet sich an alle, die die Weiterentwicklung der Lehrer:innenbildung aktiv mitgestalten möchten – in Forschung, Praxis und Bildungspolitik.

© WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und
Medien Münster 2025
ISBN 978-3-95987-348-2