

# Durchführung und Wirksamkeit von Online-Fortbildungen zur frühen (MINT-)Bildung

Simone Dunekacke & Julia Barenthien



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

PARTNER

Siemens Stiftung

Dietmar Hopp Stiftung

Dieter Schwarz Stiftung

Friede Springer Stiftung

**Simone Dunekacke & Julia Barenthien<sup>1</sup>**

# Durchführung und Wirksamkeit von Online-Fortbildungen zur frühen (MINT-)Bildung

Herausgeber: Stiftung Kinder forschen

Bitte zitieren als:

Dunekacke, S. & Barenthien, J. (2023). *Durchführung und Wirksamkeit von Online-Fortbildungen zur frühen (MINT-)Bildung*. Berlin: Stiftung Kinder forschen.

© 2023 Stiftung Kinder forschen

Titelfoto: Christoph Wehrer / © Stiftung Kinder forschen

<sup>1</sup> Beide Autorinnen haben im gleichen Maße zum Entstehen der Expertise beigetragen (geteilte Erstautorinnenschaft).

# Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Befunde aus Studien zu Online-Fortbildungs-programmen in der frühen (MINT-)Bildung .....	6
3	Befunde aus Studien zu Online-Fortbildungs-programmen in der MINT-Lehrerfortbildung .....	11
4	Diskussion der Befunde.....	18
5	Literatur .....	23

# 1 Einleitung

Frühe Erfahrungen mit mathematischen, informatischen, naturwissenschaftlichen und technischen Themen, sog. MINT-Themen, unter anderem in der Kindertageseinrichtung oder im Primarbereich, legen für Kinder die Basis für ihre späteren Kompetenzen in MINT-Fächern. Die (Weiter-)Qualifizierung von Fach- und Lehrkräften für die Implementation früher MINT-Bildung ist dafür essenziell, da es noch ein relativ neues Feld im Elementarbereich und mit Blick auf die frühe informatische Bildung auch im Primarbereich ist und pädagogische Fachkräfte - aber auch Lehrkräfte - sich national, aber auch international in der Umsetzung oftmals als wenig selbstwirksam erleben (z. B. Barenthien et al., 2020; Oppermann et al., 2016; Perera & John, 2020). Empirische Befunde deuten über verschiedene Länder hinweg auf die Bedeutung der Selbstwirksamkeit aber auch anderer Kompetenzfacetten der Fach- und Lehrkräfte wie den Einstellungen und dem fachdidaktischen Wissen in MINT für die (domänenspezifischen) Interaktionen mit den Kindern und der kindlichen Motivation hin (Meschede et al., 2017; Oppermann et al., 2019; Piasta et al., 2015).

In Fortbildungsprogrammen wie zum Beispiel dem der Stiftung Kinder forschen können Fach- und Lehrkräfte die nötigen Kompetenzen und Fertigkeiten erwerben. Dabei rückten in den letzten Jahren, unter anderem durch die COVID-19-Pandemie, Online-Fortbildungsprogramme verstärkt in den Blick. Online-Fortbildungsprogramme können Online-Kurse, Gruppenarbeiten, interaktive Lernmodule oder Workshops umfassen (Ross, 2011). Auch hybride Formate bzw. Blended-Learning-Formate werden oftmals dazugezählt, da diese Präsenz- und Online-Lernformate miteinander verknüpfen. Das gestiegene Interesse an Online-Lernformaten lässt sich auch durch ihre angenommenen Vorteile erklären: Angebote können asynchron und damit "just in time" zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin ist es möglich, ein großes geografisches Gebiet und ein großes Publikum zu erreichen. Neben der Zeit- und Ortsunabhängigkeit bieten Online-Fortbildungsprogramme durch asynchrone Lernressourcen die Chance, Fach- und Lehrkräften individualisiertes und von ihren Interessen bzw. Vorkenntnissen ausgehendes gesteuertes Lernen zu ermöglichen und fügen sich möglicherweise leichter in den komplexen Arbeitsrhythmus der Kindertageseinrichtungen und Schulen ein (Sheridan et al., 2020).

Die Veränderungen, insbesondere durch die COVID-19-Pandemie, spiegeln sich auch in den Angeboten der Stiftung Kinder forschen wider, bei denen sich seitdem eine verstärkte Nutzung der verschiedenen Online-Formate, z.B. Webinare oder moderierte Kurse, zeigt (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2022, 2023). Dabei berichten die Teilnehmenden eine hohe globale Zufriedenheit (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2022) und erwarten einen erfolgreichen Transfer der Kursinhalte in die Praxis. Die Stiftung Kinder forschen will zukünftig Online-Angebote gleichgestellt mit Präsenzangeboten beibehalten und formuliert für das Anbieten von Online-Fortbildungen zwei Prämissen:

*„(1) Trainerinnen und Trainer, die online eine MINT-Bildungs- oder BNE-Fortbildung geben möchten, müssen diese Fortbildung selbst bei einer Referentin oder einem Referenten der Stiftung besucht haben – entweder online oder in Präsenz; (2) Trainerinnen und Trainer müssen unabhängig vom Thema wenigstens einmal eine digitale MINT-Bildungs- oder BNE-Fortbildung bei der Stiftung besucht haben“ (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2022, S. 45)*

Mit dem verstärkten Interesse an Online-Fortbildungsprogrammen geht allerdings auch die Frage einher, ob diese wirksam sind, um die Weiterentwicklung von Kompetenzen sowie die Erhöhung von Fertigkeiten oder gar der Qualität der Interaktionen mit den Kindern zu erreichen. In diesem Zusammenhang stellt sich insbesondere die Frage, welche Merkmale von Online-Fortbildungsprogrammen sich in bisherigen wissenschaftlichen Studien als wirksam erwiesen haben. So verweist Bachmaier (2011) bereits vor über zehn Jahren darauf, dass beispielsweise Lehrkräfte zwar ein grundsätzliches Interesse an Online-Fortbildungen zeigen, die technische Ausstattung und Fertigkeiten sowie die inhaltliche Passung der Angebote jedoch zentral für deren Erfolg sind. In der Literatur finden sich schon seit vielen Jahren Hinweise auf die positive Wahrnehmung von

Online-Fortbildungen (Baran & Cagiltay, 2006), gleichzeitig kommen Anders und Cohen (2022) aber zu dem Schluss, dass es ein „Spannungsfeld zwischen Ängsten, Vorbehalten und Unsicherheiten einerseits und Allgegenwärtigkeit und Potenzialen andererseits“ bezüglich verschiedener Aspekte des Themas Digitalisierung in der Kita gibt. Aktuell ist beispielsweise davon auszugehen, dass angehende pädagogische Fachkräfte im Elementar- und Primarbereich nicht hinreichend auf aktuelle Fragen der Digitalisierung (Kaul, 2022) bei gleichzeitiger Hervorhebung der Bedeutung von Aus- und Fortbildung auch im Hinblick auf digitale Technologien (Cohen & Hemmerich, 2020; Eickelmann & Drossel, 2020) vorbereitet werden. Dieser Punkt sollte immer mitgedacht werden.

Zwar gibt es strukturelle und konzeptionelle Unterschiede zwischen dem Elementar- und dem Primarbereich (z.B. bezüglich der Organisation und Strukturiertheit von Lerngelegenheiten für Kinder). Gerade mit Blick auf MINT-Themen deuten sich jedoch auch sehr gute Anschlussmöglichkeiten an, zum Beispiel die Unterscheidung von Inhalten und Prozessen oder die grundlegenden didaktischen Ansätze, beispielsweise Konzepte des forschenden Lernens. Auch mit Blick auf das Lernen der Fach- und Lehrkräfte kann gerade im Kontext von MINT-Themen von Ähnlichkeiten, wie beispielsweise fehlenden Lerngelegenheiten in der Erstausbildung oder Ängsten ausgegangen werden (Barenthien et al., 2020; Barenthien & Dunekacke, 2022; Barenthien & Dunekacke, 2023). Aus diesem Grund werden in dieser Expertise auch Forschungsbefunde zu Online-Fortbildungen für Lehrkräfte herangezogen, um die begrenzten Forschungsbefunde, die in beiden Bereichen existieren, gegenseitig zu ergänzen.

Um einen Einblick in die Gestaltung und Wirksamkeit von Online-Fortbildungsprogrammen im Kontext früher MINT-Bildung zu erhalten, werden in der vorliegenden Expertise aktuelle empirische Befunde aus Studien zur Wirkung von Online-Fortbildungsprogrammen zu MINT-Themen für Fach- und Lehrkräfte dargestellt. Ziel ist es, auf Basis der vorliegenden Befunde erste Gestaltungskriterien sowie mögliche Probleme beziehungsweise Herausforderungen von Online-Fortbildungen zu identifizieren und Empfehlungen auszusprechen, die hilfreich für die (Weiter-)Entwicklung von Online-Fortbildungen der Stiftung Kinder forschen sein können.

## 2 Befunde aus Studien zu Online-Fortbildungsprogrammen in der frühen (MINT-)Bildung

Im Kontext früher (MINT-)Bildung liegen erste empirische Befunde zur Akzeptanz und Wirksamkeit von Online-Fortbildungen für pädagogische Fachkräfte vor, die im Folgenden präsentiert werden.

### Studien Mathematik

Im Bereich Mathematik liegen beispielsweise erste Ergebnisse zum Online-Fortbildungsprogramm *Math at Home: Early Math Matters* (MAH) vor (Sheridan et al., 2020). Bei MAH werden acht kostenlose Online-Module angeboten. Thematisch adressiert das Online-Fortbildungsprogramm MAH mathematische Konzepte wie Zahlenverständnis, Muster, Geometrie, Messen, Datenerfassung und mathematische Prozesse im Kita-Alter. Jedes Modul enthält Lerninhalte zu den mathematischen Konzepten und darüber hinaus Interviews mit Mathematikexpert:innen, Animationen oder Videos. Außerdem haben die Teilnehmenden Zugriff auf Links zu Ressourcen auf der Math-at-Home-Website. Diese enthalten beispielsweise sofort einsetzbare Aktivitäten, die nach Alter, Material oder Standard gefiltert werden, "Hausaufgaben"-Aktivitäten, die in der Kita-Gruppe ausprobiert werden können, und Quizfragen. Jedes Modul ist so konzipiert, dass einschließlich der interaktiven Aktivitäten eine Sitzung nicht länger als eine Stunde (Gesamtumfang der Kurse acht Stunden) beansprucht. Zusätzlich werden in kurzen Videos Vorschläge für die Einrichtung eines mathematisch anregenden Gruppenraums präsentiert und ein:e Mathematikexpert:in schreibt wöchentliche interaktive Blogbeiträge zu verschiedenen mathematischen Themen. Der Blog enthält einen Kommentarbereich, in dem pädagogische Fachkräfte Gedanken, Ideen und bewährte Praktiken austauschen können und dringende Fragen zur Integration von Mathematik in ihrer Kita-Gruppe stellen können.

Als ein Teil der Programmbewertung wurde eine Untergruppe von 95 Teilnehmenden, die alle acht Module absolviert hatten, gebeten, einen Fragebogen auszufüllen (Sheridan et al., 2020). So konnte Aufschluss über die Erfahrungen der pädagogischen Fachkräfte mit dem Online-Fortbildungsprogramm erlangt werden. 30% der Befragten schrieben, dass sie die Teilnahme an den Online-Modulen genossen haben. Viele Teilnehmende verwiesen in ihren qualitativen Antworten auf die Vorteile, die Module von zu Hause aus und nach eigenem Zeitplan zu absolvieren. Auch die Tatsache, dass die Module in kleinere Teile aufgeteilt waren, wurde positiv von vielen Teilnehmenden beurteilt, da dadurch die Lernerfahrung insgesamt als weniger überwältigend empfunden wurde. Die Teilnehmenden (11,2%) antworteten zudem, dass sie die Inhalte der Module direkt in ihrer frühen mathematischen Praxis anwenden können. Ein oft genannter Kritikpunkt an Online-Fortbildungen ist der Mangel an Kommunikation zwischen den Teilnehmenden (Barnes et al., 2018). Die MAH-Teilnehmenden berichteten allerdings, dass ihnen der Zugang zu und die Nutzung der interaktiven wöchentlichen Blogs während der Teilnahme an dem Fortbildungsprogramm die Interaktion mit anderen Teilnehmenden ermöglichte.

In einer weiteren empirischen Studie zur Wirksamkeit des MAH-Projekts befragten Sheridan und Wen (2021) 2.332 MAH-Teilnehmende nach der Teilnahme an MAH-Online-Modulen zu ihren Kurserfahrungen und baten die pädagogischen Fachkräfte um Einschätzungen hinsichtlich der Wirksamkeit des Online-Fortbildungsprogramms auf ihre Kompetenzen. Zudem beantworteten die MAH-Teilnehmenden Quizfragen zu den im Programm vermittelten Inhalten und gaben qualitative Rückmeldungen. Die Teilnehmenden bewerteten die Module im Mittel als hilfreich, waren mit der Online-Lernerfahrung zufrieden, empfanden die Module als einfach zu navigieren und würden die Module mit hoher Wahrscheinlichkeit weiterempfehlen. Im Durchschnitt gaben die befragten Teilnehmenden an, die Modulinhalte zu beherrschen, den Großteil der Modulinhalte und -materialien sorgfältig durchgearbeitet und sich sehr engagiert mit den Materialien auseinandergesetzt zu haben. Darüber hinaus betonten die Befragten, dass die Module ihr Selbstvertrauen hinsichtlich der Implementation der frühen Mathematik und ihr pädagogisches Wissen im Bereich Mathematik verbesserten sowie ihre Praxis im Bereich Mathematik positiv beeinflusst haben. Des Weiteren wurde durch das MAH-Online-Fort-

bildungsprogramm ihr Bewusstsein dafür geschärft, wie sie mathematische Aktivitäten in der Kita umsetzen können. Die abschließende Quiz-Stichprobe ergab einen Durchschnitt von 76,45 Punkten von 100 Maximalpunkten mit einer relativ großen Standardabweichung von 16,15 Punkten. Dies weist im Durchschnitt auf einen hohen Wert der Teilnehmenden hin. Jedoch impliziert die hohe Standardabweichung große Unterschiede zwischen den Teilnehmenden.

Da in der Forschungsliteratur die Kontaktzeit mit den Lerninhalten immer wieder als bedeutsam für die Wirksamkeit von Fortbildungen diskutiert wird, wurde in der Studie von Sheridan und Wen (2021) das Gesamtengagement der Teilnehmenden mit den Modulen, Inhalten und Materialien untersucht. Das Gesamtengagement der Teilnehmenden mit den Modulen und die Menge der besprochenen Materialien und Inhalte war signifikant und positiv mit den Ergebnisvariablen assoziiert – außer mit den Quiz-Ergebnissen. Insgesamt lässt sich jedoch kein einheitliches Resümee ziehen, da die Anzahl der Modulaktivitäten zwar ein weiterer wichtiger Prädiktor für die Ergebnisvariablen war, sich jedoch sowohl positive als auch negative Assoziationen mit den Ergebnisvariablen zeigten – meist jedoch positiv (negativ: Einschätzung, wie hilfreich die Kurse sind, Quiz-score; positiv: Selbsteinschätzung des Selbstkonzepts, fachdidaktischen Wissens, Praktiken und Bewusstsein, wie mathematische Aktivitäten in die Praxis integriert werden können).

Eine detailliertere qualitative Prä-Post-Befragung einer Teilstichprobe von 95 Teilnehmenden derselben Studie (Sheridan und Wen, 2021) liefert erste vielversprechende Ergebnisse hinsichtlich der Wirksamkeit des MAH-Online-Fortbildungsprogramms: Die Ergebnisse zeigten zum Posttest signifikant höhere bzw. positivere Einstellungen gegenüber Mathematik und der Implementation früher mathematischer Bildung, Überzeugungen hinsichtlich des frühen mathematischen Lernens von Kindern und dem Wissen über frühe Mathematik nach der Teilnahme an allen acht Online-Modulen. Die Selbsteinschätzung der Studienteilnehmenden ist als positiv zu bewerten. Jedoch sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass es sich um Selbst-einschätzungen handelt und die Kompetenzen nicht durch objektive Messinstrumente erfasst wurden. Dadurch lässt sich beispielsweise eine Verzerrung in Richtung sozial erwünschter Antworten nicht ausschließen.

### **Studien mit MINT- sowie Sprachbezug**

Während sich das MAH-Online-Fortbildungsprogramm lediglich auf Angebote zu einer Domäne (Mathematik) fokussiert, haben andere Forschende Online-Fortbildungen, die mehrere Domänen adressieren, konzipiert und evaluiert. So wurden im Rahmen einer Studie von Stone-MacDonald und Douglass (2015) Online-Module, die das Verständnis von Inhalten im Bereich der Mathematik, des Lesens und Schreibens, der Naturwissenschaften und der Gesundheit fördern sollen, untersucht. Ziel der Online-Module ist es, pädagogischen Fachkräften dabei zu helfen, hochwertige Lernangebote für alle Kinder bereitzustellen, einschließlich Kindern mit sonderpädagogischen Förderbedarf. Dafür wurden zwei Module mit zwei Fokussen entwickelt: Lernstandards und Leitlinien für die Vorschule sowie Kernkompetenzen und Kompetenzen für pädagogische Fachkräfte. Die Online-Module wurden so konzipiert, dass sie vollständig online zum Selbststudium und als kostenlose Ressource für Ausbilder:innen, Fachkräfte und Leitungen von Kindertageseinrichtungen zur Verwendung standen. Die Module können in hybriden oder Präsenzsettings sowie als Hochschulkurse verwendet werden. Nach der Nutzung der Online-Module wurden 801 pädagogische Fachkräfte hinsichtlich ihrer Erfahrungen befragt. Die Teilnehmenden gaben an, sich bei der Nutzung der Online-Module wohlfühlen (47,5 %) und sich wohl oder sehr wohl mit dem Niveau an technologischer Kompetenz zu fühlen (50,4 %), die für die Bearbeitung der Module erforderlich ist. Insgesamt gefiel den Teilnehmenden das Format und die Flexibilität der Online-Module. Die Frage, wie zufrieden sie mit den Modulen und der Technologie waren, bewerteten sie auf einer 5-stufigen Likert-Skala. Ihre Zufriedenheit mit dem Format eines Online-Moduls (Mittelwert = 3.75, n = 194), der Nutzung der Technologie (Mittelwert = 3.89, n = 187) und der Möglichkeit, einen Zeitplan für die Absolvierung der Module festzulegen (Mittelwert = 3.77, n = 184) bewerteten die Teilnehmenden damit überwiegend als positiv. Einschränkend ist anzumerken, dass viele Teilnehmende nicht auf alle Fragen antworteten, so dass sich kein vollständiges Bild für alle Teilnehmenden ergibt. Von den befragten Teilnehmenden würden allerdings 50,4% die Online-Module aufgrund der Technologie an Kolleg:innen weiterempfehlen und 53% würden die Module aufgrund des Inhalts

empfehlen. Mehr als 50% der Leitungen von Kindertageseinrichtungen befürworteten zudem die Online-Module. Nur sehr wenige Personen (7% oder weniger) reagierten negativ auf die Verwendung der Online-Module oder der Technologie für Online-Module. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Teilnehmenden die Online-Module in unterschiedlicher Variation erlebten. Beispielsweise bot die Mehrheit der Fortbildner:innen (n = 17) eine Präsenzfortbildung an, bei der sie die Teilnehmenden durch die Online-Module führten und teilweise mit der Gruppe diskutierten oder zusätzliche Beispiele für spezifische Inhalte zeigten. In einigen Präsenzfortbildungen kam es sogar vor, dass die Teilnehmenden Aufgaben gemeinsam in Gruppen bearbeiteten. Nur fünf Fortbildner:innen führten die Kurse vollständig online durch. Die qualitative Befragung ergab, dass die Teilnehmenden die (Online-)Fortbildungen, die von einer Fortbildnerin oder einem Fortbildner geleitet wurden, die bzw. der den Fachkräften sowohl bei technischen als auch bei inhaltlichen Aspekten sowie bei der Umsetzung des Gelernten in ihre tägliche Arbeit unterstützte, gegenüber dem Selbststudium der Online-Module bevorzugten. Inwiefern die Durchführung durch Fortbildner:innen die Wirkung der Online-Module beeinflusst bzw. ob diese im Vergleich eine höhere Wirksamkeit als das Selbststudium der Online-Module erzielt, wurde in der Studie allerdings nicht untersucht.

### **Studien ohne expliziten MINT-Bezug (Fokus: Sprache)**

Da Studien zu Online-Fortbildungen im frühen MINT-Bereich rar sind, lohnt es sich auch Studien von hoher Qualität zur Wirksamkeit von Online-Fortbildungen in anderen Domänen der frühen Bildung wie der Sprachbildung zu berücksichtigen, um Erkenntnisse über die effektive Gestaltung zu erhalten. Ein Beispiel dafür stellt das Online-Fortbildungsprogramm MyTeachingPartner (MTP) dar, das auf die Förderung von Sprachfähigkeiten und sozialen Kompetenzen von Kindern abzielt. Zentral für das Programm sind 1) die Beobachtung effektiver pädagogischer, sprachlicher und sozialer Interaktionen zwischen Fachkräften und Kindern mit hoher Interaktionsqualität anhand von mehreren Video-Clip-Beispielen und 2) wiederholte Gelegenheiten für individuelles Feedback und effektivitätssteigernde Unterstützung in Bezug auf die eigenen Interaktionen der Fachkraft mit den Kindern ihrer Gruppe. In der Studie von Pianta, Mashburn et al. (2008) werden zwei Bedingungen des Online-Fortbildungsprogramms miteinander verglichen: In der ersten Gruppe erhielten die pädagogischen Fachkräfte nur einen On-Demand-Zugang zu Video-Clip-Beispielen von qualitativ hochwertigen Interaktionen (Web Only). Die zweite Gruppe bekam auch den Zugang zu den Videos und war darüber hinaus auch in einen webvermittelten MTP-Beratungsprozess mit einer sachkundigen beratenden Person eingebunden (Consultation). Alle zwei Wochen nahmen sich die Fachkräfte bei der Durchführung einer Aktivität aus dem Curriculum auf Video auf und zeigten das Videomaterial den Berater:innen. Im Beratungsprozess konzentrieren sich die webvermittelten Interaktionen zwischen Fachkraft und der beratenden Person auf: a) die Beobachtung und Identifizierung des Verhaltens der Fachkraft gegenüber den Kindern und dessen Auswirkungen (sowohl bei positiven als auch bei weniger positiven Beispielen) b) die Problemlösung, um bei Bedarf alternative Ansätze zu identifizieren und zu implementieren und die Entgegennahme von Feedback zu solchen Versuchen und c) den Aufbau einer nicht-urteilenden und nicht-wertenden unterstützenden Beziehung zu einer beratenden sachkundigen Person. Der Beratungsprozess und das damit verbundene Feedback an die pädagogischen Fachkräfte basieren auf dem standardisierten theoretischen Rahmen für die Definition und Beobachtung von Interaktionen in Kita-Gruppen *Classroom Assessment Scoring System* (CLASS; Pianta, La Paro et al., 2008), das in groß angelegten Studien durch einen Zusammenhang mit dem Wachstum der kindlichen Kompetenzen validiert wurde (Hamre & Pianta, 2005; Mashburn et al., 2008; Pianta, Mashburn et al., 2008). Um die Wirkung von MTP in der Studie zu untersuchen, filmten sich die Fachkräfte in beiden Bedingungen alle zwei Wochen bei einer Aktivität des Curriculums. Diese Videos wurden dann mit der CLASS hinsichtlich der Qualität der Fachkraft-Kind-Interaktionen geratet. Die Ergebnisse zeigten, dass Fachkräfte, die eine Online-Beratung und ein auf ihre Interaktionen abgestimmtes Feedback erhielten, eine signifikant höhere Steigerung der Qualität der Fachkraft-Kind-Interaktionen erzielten als diejenigen, die nur Zugang zu einer Website mit Videoclips hatten.

Ein weiteres Beispiel stellt die Studie von Landry et al. (2009) dar, in der eine landesweite einjährige Online-Fortbildung für pädagogische Fachkräfte wissenschaftlich untersucht wurde, die zum Ziel hatte, durch die Fortbildung der Fachkräfte die sprachlichen Fähigkeiten der betreuten Kinder zu verbessern. Die pädagogischen Fachkräfte erhielten – je nach Untersuchungsgruppe – unter anderem ein Coaching und



nutzten einen Online-Kurs, der von einer Fortbildnerin oder einem Fortbildner moderiert wurde. Zweimal im Monat für jeweils zwei Stunden nahmen die Fachkräfte zudem in Kleingruppen an diesem Kurs teil. Sie setzten sich darin mit insgesamt neun Themenbereichen (Gruppenmanagement, bewährte Instruktionspraktiken, Voraussetzungen für das Gespräch der Kinder schaffen, Vorlesen, phonologische Bewusstheit, Buchstabenkenntnis, Mathematik, schriftlicher Ausdruck und Sprachentwicklung) auseinander und betrachteten außerdem videografierte Beispiele für Lernangebote, die von Expert:innen kommentiert worden waren. In der wissenschaftlichen Begleitstudie wurden dann vier unterschiedlich zusammengesetzte Fortbildungsbedingungen untersucht, die darin variierten, ob regelmäßiges Mentoring in der Kindertageseinrichtung stattfand und ob die pädagogischen Fachkräfte ein technologiegestütztes Monitoring der Entwicklungsfortschritte der Kinder durchführten, das Empfehlungen für die Einteilung der Kinder in Gruppen und für Aktivitäten im Rahmen des ergänzenden Bildungsplans enthielt. Die teilnehmenden pädagogischen Fachkräfte der Interventionsgruppen zeigten häufiger positive Interaktionen mit Kindern sowie qualitativ höherwertige Instruktionspraktiken über verschiedene akademische Domänen als die Fachkräfte der Kontrollgruppe. Über die verschiedenen Analysen und Instrumente hinweg lässt sich feststellen, dass die Bedingung, die Online-Kursarbeit mit Mentoring und detailliertem Feedback kombinierte, zu den größten Verbesserungen in der Prozessqualität und der Kompetenzen der Kinder führte.

In einer weiteren Studie wurde untersucht, wie gut das Scaling-Up der Best-Practice-Gruppe aus der zuvor beschriebenen Studie von Landry et al. (2009) (Online-Kursarbeit mit Mentoring und Entwicklungsbeobachtung der Kinder durch die Fachkräfte) in 11 Gemeinden über zwei Jahre funktionierte (Landry et al., 2011). Die empirischen Befunde zeigen, dass das Programm die Qualität der Fachkraft-Kind-Interaktionen im Vergleich zu der Kontrollgruppe verbesserte. Dabei liefern die Ergebnisse Evidenz dafür, dass ein zweites Jahr der Teilnahme zu größeren Fortschritten bei der Sprache und der Lesekompetenz der Kinder führte.

### **Zusammenfassung**

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass erste Studien zu Online-Fortbildungsprogrammen aus dem Bereich der frühen MINT-Bildung auf eine größtenteils positive Wahrnehmung sowie eine (hohe) Zufriedenheit der teilnehmenden pädagogischen Fachkräfte mit den Online-Fortbildungen hinweisen (Sheridan et al., 2020; Sheridan und Wen, 2021; Stone-MacDonald & Douglass, 2015). Zudem gaben die Fachkräfte nach der Teilnahme an, über eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich der Implementation früher (mathematischer) Bildung zu verfügen (Sheridan und Wen, 2021). Da die Akzeptanz als bedeutsam für die Nutzung der Online-Fortbildungsprogramme angenommen werden kann, ist dies ein erfreulicher Befund.

Hinsichtlich der Ableitung von Gestaltungsmerkmalen für besonders wirksame Online-Fortbildungen lassen sich anhand der wenigen Studien kaum belastbare bzw. nur vorsichtige Aussagen treffen. Zudem ist einschränkend anzumerken, dass die Studien für die Evaluation der Wirksamkeit der Fortbildungen größtenteils auf subjektive Einschätzungen der Teilnehmenden zurückgreifen, wobei sozial erwünschte Antworten nicht ausgeschlossen werden können. Nur wenige Studien (Landry et al., 2009; Landry et al., 2011; Pianta, Mashburn et al., 2008) greifen auf objektive Maße zur Erfassung der Wirksamkeit zurück und berücksichtigen die Qualität der Interaktionen zwischen pädagogischen Fachkräften und Kindern und/ oder beziehen sogar Outcomes auf der Ebene der Kinder, zum Beispiel Wissen, zur Validierung heran. Eine weitere Einschränkung der vorliegenden Studien ist, dass anhand der Befundlage kaum klare Kriterien von besonders vorteilhaften Online-Formaten abgeleitet werden können, da zum einen die Online-Fortbildungsprogramme sehr unterschiedlich gestaltet sind (z.B. (asynchroner) Zugang zu Web-Ressourcen, Coaching, Anleitung durch Trainer:innen in synchronen digitalen Einheiten) und zum anderen entweder nur Befragungen nach der Fortbildung oder Prä-Post-Vergleiche aber kaum systematische Vergleiche verschiedener Gestaltungskriterien der Online-Fortbildungen stattfanden. Des Weiteren variiert die Dauer der Fortbildungen (kurzzeitig vs. langfristig) stark, was die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse einschränkt. Insbesondere die Untersuchung der Wirksamkeit von kurzzeitigen Online-Fortbildungen stellt ein Forschungsdesiderat dar.

Erste vorsichtige Hinweise für die Wirksamkeit spezifischer Gestaltungsmerkmale bieten die wenigen Studien, in denen verschiedene Gruppen bzw. Fortbildungsbedingungen miteinander verglichen wurden. In der Studie von Pianta, Mashburn et al. (2008) beispielsweise erwies sich die Kombination des Angebots von Web-Ressourcen und synchronem individuellem Coaching im Vergleich zu dem bloßen Angebot der Web-Ressourcen als wirksamer. Dies ist konsistent mit der Studie von Landry et al. (2009), die auch auf die Bedeutsamkeit des Angebots von Web-Ressourcen in Kombination mit Online-Fortbildungskursen und Coaching hinweist. Diese Befunde deuten somit an, dass es förderlich sein kann, über die Bereitstellung von (asynchronen) Online-Ressourcen auch weiteres Coaching oder andere Formen der synchronen direkten Konsultation bzw. durch Expert:innen angeleitete Kommunikation anzubieten.

Um insgesamt belastbare Aussagen hinsichtlich der Gestaltungsmerkmale von Online-Fortbildungsprogrammen treffen zu können, bedarf es weiterer Studien, die verschiedene Online-Fortbildungsbedingungen systematisch weiter vergleichen. Um trotz der dünnen Befundlage einen vertieften Einblick in besonders geeignete Gestaltungsmerkmale für Online-Fortbildungsprogramme zu erhalten, werden im nächsten Kapitel auch Befunde aus der Lehrkräftefortbildung im MINT-Bereich herangezogen, da dort bereits mehr empirische Befunde sowie erste Überblicksarbeiten zur Gestaltung von Online-Fortbildungsprogrammen vorliegen.

### 3 Befunde aus Studien zu Online-Fortbildungsprogrammen in der MINT-Lehrerfortbildung

Insgesamt ist, gerade mit Blick auf Primarstufenlehrkräfte, die Wirksamkeit von Fortbildungen gut belegt (Übersicht Lipowsky & Rzejak, 2018). Gleichwohl müssen diese überwiegend aus dem internationalen Kontext stammenden Befunde immer daraufhin befragt werden, inwieweit sie auf die Situation in Deutschland übertragbar sind. Auch die Frage nach spezifischen Elementen wirksamer (Online-)Fortbildungen muss weiter untersucht werden. Mit Blick auf Online-Fortbildungen zeigt sich auch in der Lehrkräftebildung eine Forschungslücke, insbesondere bezogen auf belastbare Studiendesigns (Bragg et al., 2021; Dede et al., 2009; Elliot, 2017).

#### **Überblicksarbeiten und Arbeiten ohne MINT-Bezug**

Elliot (2017) kommt in seinem narrativen Review zu dem Ergebnis, dass insgesamt noch wenig Evidenz zu Online-Fortbildungen vorliegt. Für die Wirkung von Online-Fortbildungen sollten mindestens dieselben Kriterien wie für die Wirkung von Präsenzfortbildungen angenommen werden (Elliot, 2017). Elliot (2017) empfiehlt, Online-Fortbildungen lernendenorientiert neu zu konzipieren, statt bestehende Präsenzfortbildungen in Online-Angebote zu umzuwandeln. Ganz und Reinmann (2007) verweisen schon früh auf die Bedeutung von Medien- und Methodenkompetenzen von Lehrkräften in Deutschland und zeigen, dass diese mit entsprechenden Online-Angeboten gefördert werden können. Allerdings spielt das Vorwissen und das Interesse der Lehrkräfte eine zentrale Rolle für den individuellen Lernfortschritt durch die Veranstaltung. Wasserman und Migdal (2019) können in einem Vergleich von Präsenz- und Online-Fortbildungen in Israel zeigen, dass Online-Fortbildungen eher die Wahrnehmung einer offenen, teilnehmendenorientierten Lernatmosphäre sowie positivere Einstellungen in Bezug auf den Einsatz von digitalen Technologien, auch im eigenen Unterricht, begünstigen. Das systematische Review von Bragg et al. (2021) zeigt, dass insgesamt bislang nur wenige Studien mit einem belastbaren Design zur Evaluation von Online-Fortbildungen vorliegen. Final werden elf Studien in die Analyse einbezogen, wobei diese quantitative oder Mixed Methods Designs aufweisen. Für die Effektivität der Fortbildungen mit Blick auf unterschiedliche Outcomes auf Seiten der Lehrkräfte (Wissen, Selbstwirksamkeitserwartung, Überzeugungen, Unterrichtspraxis) werden ähnliche Merkmale wie für Präsenzfortbildungen identifiziert, zum Beispiel die Lernendenunterstützung, der Erwerb von fachdidaktischem Wissen, das Engagement und die Flexibilität, die Berücksichtigung individueller Voraussetzungen, der Praxisbezug, die Reflexion und die Möglichkeiten zur Wissensanwendung.

Eickelmann und Drossel (2020) geben einen Überblick zur Nutzung von Online-Fortbildungsangeboten bzw. Fortbildungsangeboten zur Nutzung digitaler Medien im Unterricht für Lehrkräfte in Deutschland. Beachtet werden sollte, dass die Zusammenfassung vor der COVID-19-Pandemie entstand. Eickelmann und Drossel (2020) konstatieren, dass insbesondere Lehrkräfte in der Primarstufe entsprechende Angebote, auch zur Weiterentwicklung des Fachunterrichts, nur zurückhaltend nutzen. Basierend auf dem bisherigen Forschungsstand summieren Eickelmann und Drossel (2020), dass sich in allen Phasen der Lehrkräftebildung die modellhafte Implementation digitaler oder hybrider Lehr-Lernsettings als wirksam erwiesen hat und dass es Hinweise für die Wirksamkeit der Einbettung von Unterrichtsvideos gibt, da diese aus verschiedenen Perspektiven (z. B. Fachdidaktik und Bildungswissenschaft) analysiert werden können. Hervorgehoben werden auch hier die Vorteile von Online-Fortbildungen in Bezug auf die potenzielle Unabhängigkeit von Zeit und Ort.

Meyer et al. (2022) konnten anhand einer Dokumentenanalyse zeigen, dass bis 2019 in drei deutschen Bundesländern nur ein Bruchteil der Veranstaltungen (ca. 10%) als Webinare oder Blended-Learning Veranstaltungen angeboten wurden. Nur knapp die Hälfte wies einen direkten Fachbezug auf, wobei davon nur ein kleiner Teil das Fach Mathematik adressierte und keine Angebote zu naturwissenschaftlichen Fächern oder dem Sachunterricht vorhanden waren. Ein größerer Teil der Veranstaltungen beinhaltete neben dem inhaltlichen Bezug auch Inhalte zum Thema Digitalisierung. Es wird geschlussfolgert, dass die Fortbildner:innen auf die Umstellung im Rahmen der COVID-19 Pandemie, zumindest in den untersuchten Bundesländern, relativ unvorbereitet waren. Im Rahmen einer Befragung zur Umstellung von Präsenz- auf Onlinefortbildungen befragten Meyer et al. (2022) Fortbildner:innen, wie sie selbst mögliche Qualitätsveränderungen in ihren Fortbildungen beschreiben würden. Die Ergebnisse deuten im Wesentlichen auf eine stabile selbstberichtete Qualität der Fortbildungen hin (90 von 229 Nennungen) und zeigen etwas mehr positive Veränderungen (76 Nennungen) als negative (63 Nennungen). Positiv sehen die Fortbildner:innen insbesondere die leichte Einbindung digitaler Tools, z.B. zum gemeinsamen schriftlichen Arbeiten. Ein weiterer Aspekt ist die höhere Reichweite, die mit digitalen Fortbildungen erreicht werden kann (die Daten stammen ausschließlich von Fortbildner:innen aus Flächenländern). Ungünstig sehen die Befragten hingegen die Kommunikation mit den Teilnehmenden sowie der Teilnehmenden untereinander und die Sicherstellung einer ausreichenden Lernendenorientierung. Dies sind folglich auch Bereiche (neben der eigenen technischen Kompetenz), zu denen sie sich selbst Fortbildungen wünschen. Im Rahmen einer Zufallsstichprobe (auf Ebene der Online-Fortbildungen) befragten Meyer et al. (2022) Lehrkräfte vier bis sechs Wochen, nachdem sie an der Online-Fortbildung teilgenommen hatten (n = 387 Lehrkräfte aus zwei Bundesländern). Die Lehrkräfte berichteten im Mittel eine hohe Zufriedenheit mit den Online-Fortbildungen und wünschen sich die Beibehaltung des Formats. Außerdem wird von den Lehrkräften die gute kognitive Aktivierung im Rahmen der Fortbildung hervorgehoben. Darüber hinaus hätten sich die Teilnehmenden jedoch mehr Möglichkeiten zur Kooperation gewünscht. Auch mit Blick auf Veränderungen in ihrem beruflichen Handeln sehen die Lehrkräfte weniger Potenzial. In einem weiteren Vorhaben evaluierten Meyer et al. (2022) eine 20-stündige Online-Fortbildung zum Thema Feedback im Unterricht. Die Fortbildung bestand aus asynchronen Phasen mit Erklärvideos, in denen Wissen eigenständig erarbeitet (und geprüft) wurde sowie synchronen Phasen, in denen unterrichtsbezogene Feedbacksituationen simuliert und reflektiert wurden. Der Zeitumfang teilte sich hälftig auf. Zur besseren Einbindung in den beruflichen Kontext konnten die Teilnehmenden eine Feedbacksituation videographieren und mit einem Tandempartner oder einer -partnerin reflektieren. Darüber hinaus hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit an einem Coachinggespräch teilzunehmen. Die Teilnehmenden waren insgesamt sehr zufrieden mit dem Format. In den asynchronen Phasen wurden die verschiedenen Aufgabentypen, die Arbeit mit Videos sowie die integrierten Tests hervorgehoben. In den synchronen Phasen schätzten die Teilnehmenden den Austausch sowie das Feedback durch die Kursleitung. Die Arbeit mit den eigenen Unterrichtsvideos fanden die Teilnehmenden herausfordernd. Dies lag primär an praktischen Aspekten (zum Beispiel der Zeitpunkt im Schuljahr (Ferien) oder die Datenschutzerfordernungen).

### **Studien zum Lernbereich Mathematik**

Russell et al. (2009) vergleichen eine mathematikbezogene Präsenz- mit einer entsprechenden Online-Fortbildung. Beide Formate erstreckten sich über einen Zeitraum von acht Wochen. In beiden Formaten können vergleichbare positive Effekte auf das Fachwissen sowie die pädagogischen Überzeugungen der teilnehmenden Lehrkräfte gezeigt werden. Teilnehmende in der Online-Fortbildung wären eher bereit an weiteren Online-Fortbildungen teilzunehmen. Cady und Rearden (2009) zeigen einen Zuwachs im mathematikdidaktischen Wissen für Lehrkräfte, die an einer Serie von vier Online-Fortbildungen teilnahmen. Hier erwiesen sich vor allem *communities of practice* als lernförderlich. Die Studien deuten damit bereits relativ früh das Potenzial von Online-Fortbildungen an.

Pape et al. (2015) evaluieren eine asynchrone Online-Fortbildung (*Prime Online*), bei der Lehrkräfte in den USA über ein Schuljahr in drei Segmenten mathematische und mathematikdidaktische Inhalte erwerben. Die Evaluation bezieht sich vor allem auf das zweite Segment, bei dem in verschiedenen Modulen das Fach- und das fachdidaktische Wissen gefördert werden sollte. Das Online-Fortbildungsprogramm berücksichtigt Merkmale effektiver Präsenzfortbildungen (Desimone, 2009) und vermittelt den Inhalt in 35 wöchentlichen Modulen über ein Schuljahr (Griffin et al., 2018). Jedes Modul bestand aus einer Einführung, einer Aktivität zur Einführung (Reflexion des aktuellen Standes der Lehrkraft), der Vermittlung und Diskussion des Inhaltes (Videos, Texte) sowie Bezügen zur Unterrichtspraxis. Die Ergebnisse zeigen einen Anstieg im Fachwissen und zunächst auch im fachdidaktischen Wissen (Pape et al., 2015), hier ist zum dritten Messzeitpunkt hin jedoch ein Abfall zu beobachten. Anhand von Interviews kann rekonstruiert werden, dass die Lernenden eigene mathematische Aktivitäten (Modellieren), die Lektüre praxisorientierter Artikel und Internetseiten, die zusätzlichen Materialien und die Bezüge zu ihrer eigenen Unterrichtspraxis als hilfreich empfanden, wobei der Mehrwert vor allem die Kombination verschiedener Methoden darstellte. In einer weiteren Studie mit einem Prä-Post-Test-Design konnten Griffin et al. (2018) durch *Prime Online* einen Anstieg von mathematikbezogenen Überzeugungen ( $d = 0.47$ ) und der selbstberichteten Unterrichtsqualität ( $d = 0.75$ ) zeigen. Bezogen auf das Fach- und fachdidaktische Wissen zeigte sich dasselbe Muster wie in der Studie von Pape et al. (2015), nämlich eine lineare Zunahme des Fachwissens (über drei Messzeitpunkte) und eine quadratische Entwicklung des fachdidaktischen Wissens (Zunahme zwischen Zeitpunkt 1 und 2 und dann Abnahme). Die Teilnehmenden zeigten insgesamt eine hohe Zufriedenheit mit dem Angebot (Griffin et al., 2018). Die Lehrkräfte (sonderpädagogische Lehrkräfte, special education teachers) waren insgesamt sehr zufrieden mit *Prime Online*. Einen Zusammenhang mit den Leistungen der Schüler:innen konnten jedoch auch Griffin et al. (2018) nicht zeigen. Als wirksame Elemente des Programms werden der Inhaltsbezug und die gemeinsame Teilnahme von Lehrkräften genannt sowie der flexible Einsatz und der hohe Bezug zum Lernen der Schüler:innen, z. B. durch Motivationsstrategien oder individuelle Diagnostik.

Dash et al. (2012) fanden positive Effekte von einem Online-Fortbildungsprogramm im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Fortbildung in einem Prä-Post-Test-Design auf das mathematikdidaktische Wissen ( $\mu_2 = .23, p < .001$ ) und die selbstberichtete Unterrichtsqualität ( $\mu_2 = .38, p < .001$ ) der teilnehmenden amerikanischen Lehrkräfte, jedoch nicht auf die Leistung der Schüler:innen. Die Online-Fortbildung umfasste insgesamt 70 Stunden über einen Zeitraum von sechs Wochen. Die Sitzungen wurden asynchron angeboten und beinhalteten die Lektüre, Wissensvermittlung, den Einsatz von Videos sowie Diskussion zwischen den Teilnehmenden. Zum Abschluss jeder Einheit musste ein Projekt durchgeführt werden, wobei die Integration in den Unterrichtsalltag im Mittelpunkt stand.

Lindvall et al. (2022) evaluieren ein Fortbildungsprogramm, das in ganz Schweden eingesetzt wurde, um die Unterrichtsqualität im Mathematikunterricht und damit auch die Leistung der Schüler:innen zu verbessern (Boost for Mathematics, BfM). Die Evaluation bezieht Lehrkräfte in den Klassen 1-9 mit ein. Das Programm besteht aus vier Teilen: (1) individuelle Materialien, die auf einer digitalen Plattform bereitgestellt werden und die den Teilnehmenden die Inhalte vermitteln (Texte, Videos); (2) Vor-Ort Treffen mit Kolleg:innen und einem Coach oder einer Coachin, um die Inhalte zu besprechen und zu reflektieren sowie eine Unterrichtsaktivität zu planen; (3) Durchführung der Unterrichtsaktivität (individuell); (4) Reflexion der Unterrichtsaktivität (in der Gruppe). Die Module werden in einem Zeitraum von einem Jahr bearbeitet. Lindvall et al. (2022) finden einen kleinen Effekt (0.30) auf die Unterrichtsqualität (gemessen als Selbstauskünfte der Schüler:innen und Lehrkräfte in TIMSS 2015), aber keinen Effekt auf die Leistung der Schüler:innen (operationalisiert als Leistung in TIMSS 2015). Vor diesem Hintergrund stellen die Autor:innen zwar nicht die grundsätzliche Bedeutung des Fortbildungsprogramms in Frage, zumal es ja hinreichend Evidenz für die Wirkung auf die Qualität gibt, betonen jedoch, dass die sorgfältige Planung entlang von bekannten Kriterien lediglich eine nötige, aber keine hinreichende Bedingung für Effekte bei den Kindern darstellt.

## Studien zum Bereich Naturwissenschaften

Ähnlich wie für den Lernbereich Mathematik liegen auch für den Bereich Naturwissenschaften frühe Arbeiten vor, die das Potenzial von Online-Fortbildungen andeuten (Hudson, 2006; Plowman et al., 2000;). Der Report von Plowman et al. (2000) berichtet über frühe Erfahrungen mit digitalen Anwendungen im Rahmen des Science Online Support Network (SOLSN). In Schottland wurden vorhandene Materialien (Hintergrundinformationen, Unterrichtspläne, usw.) digitalisiert, zum Zeitpunkt der Umsetzung bedeutete dies, die Materialien in Form einer CD-ROM zur Verfügung zu stellen. In die Materialien wurden darüber hinaus Verknüpfungen zu relevanten Internetseiten eingefügt. Mit den Materialien sollte das naturwissenschaftliche Verständnis und die Berücksichtigung nationaler Standards bei der Unterrichtsplanung unterstützt werden. Auch der fachbezogene Übergang von der Primarstufe in die Sekundarstufe sollte bruchfreier verlaufen. Die Umstellung hat zu positiveren Einstellungen gegenüber den fachlichen Inhalten sowie der digitalen Umsetzung geführt. Die Lehrkräfte sahen dabei die Verlinkung verschiedener Inhalte und die gleichzeitige Entwicklung von fachlichen und digitalen Kompetenzen als positiv an. Limitierend wurde eingeschätzt, dass eine gewisse Basis an digitalen Kompetenzen vorhanden sein muss und dass es teilweise zu technischen Problemen kam.

Hudson (2006) evaluieren einen Online-Kurs zum naturwissenschaftlichen Lernen in der ersten Phase der Lehrkräftebildung in den USA. Drei Elemente werden in dem Kurs genutzt: Kurseinheiten und dazugehörige Materialien (z. B. mit Unterrichtssituationen umgehen; Fachwissen); Forum mit konkreten Diskussionsaufgaben; Erstellen eines Portfolios mit Bezug zur verwendeten Literatur. In den Selbstberichten nach Kursende (Posttest) geben die Teilnehmenden an, die Kursinhalte überwiegend gut verstanden zu haben. Eine kleine Einschränkung besteht bzgl. des Verstehens der kindlichen Veränderungsstrategien (manipulative skills). Hudson (2006) vermutet, dass hier praktische Erfahrungen für einen tatsächlichen Zuwachs im Verstehen bedeutsam sein könnten. In der begleitenden formativen Evaluation zeigte sich, dass die Lernenden insbesondere die Flexibilität schätzen. Hudson (2006) hebt neben dem Potenzial des Angebots hervor, dass noch weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf bzgl. der Frage besteht, wie beispielsweise der Umgang mit Hands-on-Aktivitäten gut integriert werden kann und schlägt Videobeispiele als eine Umsetzungsmöglichkeit vor.

Pombo et al (2012) evaluieren eine Online-Fortbildung (mit einer Kick-off Veranstaltung in Präsenz), bei der die Teilnehmenden in 50 Stunden verteilt über 10 Sitzungen und drei Monate die Bedeutung von Assessment für die Unterrichtsplanung im naturwissenschaftlichen Unterricht lernen sollen und Assessmentformen kennen lernen. Auch die (Selbst)Reflexionsfähigkeiten sollten verbessert werden. Die Evaluation in einem Prä-Post-Follow-Up-Test-Design bezog sich vor allem auf die Umsetzung der Fortbildung sowie den selbstberichteten Lernzuwachs der Teilnehmenden. In der Follow-Up-Befragung standen Veränderungen in der Unterrichtspraxis im Mittelpunkt. Die deskriptiven Evaluationsergebnisse deuten an, dass die Teilnahme zu einer Integration der Kursinhalte in den Unterricht führt und durch den Online-Kurs die individuellen Bedürfnisse der Teilnehmenden besser berücksichtigt werden konnten. Außerdem zeigte sich, dass das in der Online-Fortbildung angeregte kollaborative Arbeiten zwischen Kolleg:innen sowie die Anregungen zur (Selbst)Reflexion von den Lehrkräften besonders positiv bewertet wurden. Die Ergebnisse zeigten umgekehrt aber auch, dass fehlende Zeit für die Bearbeitung der Aufgaben die größte Herausforderung für die Teilnehmenden ist.

Kopp et al. (2022) entwickelten eine Blended-Learning-Fortbildung, d.h. eine Kombination aus Präsenz- und Online-Elementen, zum Experimentieren im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht mit Schüler:innen der dritten bis sechsten Klasse. Die Fortbildung umfasst 18 Stunden, die sich auf zwei Präsenz- und zwei digitale Phasen verteilen. Ziel des Programms war die Vermittlung von Wissen und praktischen Fertigkeiten in der Umsetzung im Unterricht. Neben dem Blended-Learning-Ansatz werden Elemente des problembasierten Lernens eingesetzt, z. B. die Arbeit mit Unterrichtsvideos zu verschiedenen Phasen des Forschungskreises. Auch Elemente des kooperativen Lernens und der Unterstützung beim Wissenserwerb wurden eingesetzt. Auf eine sinnvolle Integration der verschiedenen Medien im Sinne einer mediendidaktischen Gestaltung wurde besonders Wert gelegt. Kopp et al. (2022) berichten Evaluationsergebnisse einer Erprobungsveranstaltung mit zukünftigen Mentor:innen. In den nach der Fortbildung erhobenen Selbstberichten zeigen die Teilnehmenden eine hohe Zufriedenheit mit dem inhaltlichen Fortbildungskonzept, hätten sich jedoch etwas mehr Inhalt zum

Experimentieren gewünscht, was sich mit den Erkenntnissen von Hudson (2006) deckt. Einen weiteren Evaluationsschwerpunkt bildete die digitale Gestaltung der Lehr-Lernumgebung. Auch diese erfuhr überwiegend eine hohe Zustimmung, besonders positiv wurden die Videobeispiele hervorgehoben.

### **Studien zu den Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften**

Owston et al. (2008) evaluieren drei unterschiedliche Blended-Learning bzw. Online-Fortbildungsangebote (*Advanced Broadband Enabled Learning Program (ABEL)*; *Teacher e-Learning (TeL)*, *Learning Connections (LC)*). Die Programme sollten die Unterrichtsqualität der Lehrkräfte im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht verbessern und richteten sich an Lehrkräfte aller Schulstufen in Kanada (Toronto). Die Lehrkräfte berichten nach der Teilnahme in einigen Bereichen, z. B. beim Einsatz von offenen Aufgaben etwas höheres Selbstvertrauen. Bei den Einstellungen der Schüler:innen konnten nach dem Ende des Projekts nur wenig erwartungskonforme Veränderungen gezeigt werden. Insgesamt sehen Owston et al. (2008) Blended-Learning als eine Möglichkeit zur Verbesserung der Unterrichtspraxis an, da dieses Format das Potenzial aufweist die Verbindung zwischen dem eigenen Unterricht der Lehrkräfte und den Fortbildungsinhalten zu stärken. Sie sehen aber weiteren Forschungsbedarf insbesondere mit Blick darauf, welche Elemente der Fortbildungen mit Blick auf die Leistung der Schüler:innen wirken.

Yildirim et al. (2022) führen eine qualitative Evaluation des *online teacher professional development program (OTPDP)* durch. Die Programme bestanden aus fünf Schritten: (1) Vermittlung von MINT-Bildungsinhalten, (2) Lesen von Quellen, (3) Feedback zu videographierten Aufgabebearbeitungen der Teilnehmenden, (4) Unterrichtsplanung und (5) Präsentation von Beispielen für MINT-Aktivitäten, wobei die Teilnehmenden ihre eigenen Aktivitäten entwerfen und präsentieren konnten. Eine Fallstudie basierend auf Interviews, Videobeobachtungen und Unterrichtsentwürfen zeigte positive Veränderungen in der Selbstwirksamkeitserwartung, dem Wissen und der Unterrichtsplanung.

### **Zusammenfassung**

Insgesamt liegen für die Wirksamkeit von Online-Fortbildungen für Lehrkräfte einige Studien vor. Wenngleich bei einigen Einschränkungen im Design festzustellen sind, gibt es dennoch eine Reihe von Studien in einem längsschnittlichen- und/oder Kontrollgruppendesign. Außerdem ist positiv anzumerken, dass einige der Studien neben der Zufriedenheit mit den Fortbildungen deren Wirksamkeit auch bezogen auf Aspekte der professionellen Kompetenz der Fachkräfte, der Unterrichtsqualität und sogar des Lernzuwachses der unterrichteten Kinder untersuchen (zu den Wirkebenen von Fortbildungen vgl. Kirkpatrick, 1979).

Die Befunde deuten insgesamt daraufhin, dass Online-Fortbildungen unter bestimmten Voraussetzungen mindestens ähnlich gute Ergebnisse wie Präsenzfortbildungen erreichen können (Eickelmann & Drossel, 2020). Bis zur COVID-19-Pandemie stellte das Angebot und damit vermutlich auch die Nutzung von Online-Fortbildungen allerdings eher eine Ausnahme dar (Eickelmann & Drossel, 2020; Meyer et al., 2022), und dies galt insbesondere für den Bereich von Primarstufenlehrkräften. Nicht zuletzt die Daten der Stiftung Kinder forschen selbst, aber auch andere Studien (Kopp et al., 2022; Pape et al., 2015) zeigen, dass die Teilnehmenden insgesamt sehr bzw. überwiegend zufrieden mit den Online-Angeboten sind. Für die vorliegenden Beispiele zeigen sich durchaus erfreuliche Hinweise im Hinblick auf die Wirksamkeit. So konnten Studien zunächst positive Veränderungen im Fachwissen (Griffin et al., 2018; Pape et al., 2015; Russell et al., 2009) sowie im fachdidaktischen Wissen (Dash et al., 2012; Griffin et al., 2018; Pape et al., 2015; Yildirim et al., 2022) zeigen. Beim fachdidaktischen Wissen scheinen die Effekte jedoch eher kurzfristiger Art zu sein (Griffin et al., 2018; Pape et al., 2015). Auch nicht-kognitive Dispositionen der professionellen Kompetenz wie Überzeugungen (Griffin et al., 2018; Russell et al., 2009) oder die Selbstwirksamkeitserwartung (Dash et al., 2012; Owston et al., 2008; Yildirim, 2022) entwickelten sich positiv. Darüber hinaus zeigen einige Studien auch positive Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an Online-Fortbildungen und der Unterrichtsplanung (Yildirim et al., 2022) beziehungsweise der Unterrichtsqualität (Griffin et al., 2018; Lindval et al., 2022; Pombo et al., 2012). Hier gibt es allerdings auch einige Studien, die diesen Zusammenhang nicht zeigen können (Hudson, 2006). Zu beachten ist, dass die Unterrichtsqualität unterschiedlich erhoben wurde (z. B. über Selbstberichte der Lehrkräfte, Berichte der Kinder oder Beobachtungen), was Limitationen in der Validität und Vergleichbarkeit

zur Folge hat. Erfreulicherweise untersuchen auch einige Studien die Wirksamkeit von Online-Fortbildungen auf der Ebene der Leistungsveränderung der unterrichteten Schüler:innen, die als eigentliche Zielebene betrachtet werden sollte (Kirkpatrick, 1979). Hier konnten bislang jedoch keine Zusammenhänge gezeigt werden (Dash et al., 2012; Lindvall et al., 2022; Owston et al., 2008). Mögliche Gründe hierfür könnten eine kurze Zeitspanne zwischen der Teilnahme der Lehrkraft und der Leistungsmessung bei den Kindern sein, da es Hinweise darauf gibt, dass das Wirksamwerden neuer Inhalte bzw. Handlungsrountinen bei Lehrkräften eine gewisse Zeit dauert (Gasteiger, 2010).

Ähnlich wie auch für Präsenzfortbildungen zeigt sich für Online-Fortbildungen, insbesondere in den begleitenden Interviewstudien, die eher Elemente einer formativen Evaluation darstellen, eine Vielzahl von einzelnen Elementen als wirksam. Bragg et al. (2021) gehen davon aus, dass sich Fortbildner:innen hier auch an den wirksamen Merkmalen von Präsenzfortbildungen orientieren können, zum Beispiel der Lernendenorientierung. Dafür sprechen auch die vergleichbaren Effekte von Online- und Präsenzfortbildungen beispielsweise auf das Fachwissen und die Überzeugungen von Lehrkräften (Russell et al., 2009). Elliot (2017) weist allerdings darauf hin, dass Anbieter von Online-Fortbildungen keinesfalls bisherige Präsenzfortbildungen eins-zu-eins in Online-Fortbildungen übertragen, sondern didaktische und methodische Entscheidungen jeweils vor dem Hintergrund der digitalen Umsetzung kritischen prüfen sollten. Beispielsweise wäre denkbar, dass Phasen des Wissenserwerbs stärker individualisiert gestaltet werden, während bei der Reflexion und der Anwendung stärker auf ein kooperatives Lernen fokussiert wird. Aus den zuvor dargestellten Studienbefunden lassen sich mehrere Bereiche als relevant für die Wirksamkeit von Online-Fortbildungen identifizieren: (1) *Flexibilisierung und Individualisierung*; (2) *Vernetzung und Integration*; (3) *Didaktische und methodische Aspekte*.

Mit Blick auf die *Flexibilität* steht vor allem eine zeitliche Flexibilität bei der Bearbeitung der Inhalte im Mittelpunkt (Bragg et al., 2021; Hudson, 2006; Pape et al., 2015). Auch der Aspekt der örtlichen Ungebundenheit (Meyer et al., 2022) ist von Bedeutung. Einen stärker inhaltlichen Bezug weist der Aspekt des *individualisierten Lernens* auf (Bragg et al., 2021; Pombo et al., 2012). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Online-Fortbildungen ein hohes Potenzial aufzeigen, um beispielsweise aufbauend auf einer Diagnostik der Lernvoraussetzungen der Teilnehmenden, individuelle Lernpfade zu definieren oder Teilnehmenden eine interessen geleitete Vertiefung durch weiterführendes Material zu ermöglichen. Damit werden Ansprüche der inneren und äußeren Differenzierung ermöglicht, die für die Fortbildung von Fach- und Lehrkräften zu MINT-Themen mit der großen Varianz im Wissen und den Fertigkeiten (z. B. Barenthien et al., 2020; Blömeke et al., 2010, 2015; Meschede et al., 2017) von hoher Bedeutung sein dürften.

Ein weiterer Bereich, der in den Studien zu Online-Fortbildungen für Lehrkräfte in unterschiedlichen Zusammenhängen angesprochen wird, ist der Bereich der *Vernetzung und Integration*. So haben einzelne Studien gezeigt, dass Online-Angebote zur Entwicklung fachlicher und digitaler Kompetenzen beitragen können (Plowman et al., 2000) und die Verbindung der Fortbildungsinhalte mit der Unterrichtspraxis bzw. allgemein das Lernen von Schüler:innen unterstützen können (Pombo et al., 2012; Pape et al., 2015; Bragg et al., 2021). Weiterhin können Online-Fortbildungen zur Vernetzung verschiedener Themen oder Inhalte, beispielsweise allgemein-pädagogischer und fachlicher Inhalte beitragen (Pape et al., 2015; Plowman et al., 2006). Allerdings gibt es auch Hinweise, dass sich die Teilnehmenden bezüglich dieses Bereichs eine noch stärkere Vernetzung insbesondere mit unterrichtspraktischen Aspekten wünschen (Hudson, 2006; Kopp et al., 2022).

Darüber hinaus lassen sich aus den Studien Hinweise für die Wirksamkeit einzelner *didaktischer oder methodischer Aspekte* ablesen, hierzu gehören zum Beispiel die *Lektüre von Fachtexten* (Dash et al., 2012; Pape et al., 2015), die „klassische“ *Wissensvermittlung* (Bragg et al., 2021; Dash et al., 2012). Noch uneindeutig ist die Befundlage bezüglich des *Austausches zwischen den Teilnehmenden*. Die Studien deuten an, dass Austausch sehr lernförderlich ist, zum Beispiel durch communities of practice oder die gemeinsame Teilnahme von Lehrkräften (Cady & Rearden, 2009; Dash et al., 2012; Meyer et al., 2022; Pape et al., 2015). Gleichzeitig geben die Studien aber auch Hinweise darauf, dass bei der Konzeption von Online-Fortbildungen



hier besonders sorgfältig vorgegangen werden muss, sodass der Austausch in hinreichendem Umfang und Qualität stattfinden kann (Meyer et al., 2022). Auch der Bereich des *Feedbacks* und der *Reflexion* wird angesprochen. So schätzen die Teilnehmenden beispielsweise kleine Tests oder Quizes, die in das Fortbildungsprogramm integriert sind, als lernförderlich ein (Meyer et al., 2022), aber auch das direkte Feedback der Fortbildner:innen (Bragg et al., 2021; Meyer et al., 2022). Der Aspekt der Reflexion bzw. insgesamt der Unterstützung der Lernenden wird eher selten angesprochen (Bragg et al., 2021; Meyer et al., 2022), gemessen an der Bedeutung, die ihm sonst beigemessen wird (Busse, 2021; Voss et al., 2017). Insgesamt kann aber geschlussfolgert werden, dass den *Fortbildner:innen* bzw. ihrer Begleitung der Teilnehmenden eine besondere Bedeutung zukommt (Bragg et al., 2021; Meyer et al., 2022), was noch einmal mehr auf deren Qualifikation verweist und Herausforderungen, die sich in diesem Bereich vor dem Hintergrund der Konzeption von Online-Fortbildungen ergeben (Meyer et al., 2022). Ein immer wieder als lernförderlich beschriebenes Element, gerade auch mit Blick auf den oben angesprochenen Bereich der Vernetzung, ist der Einsatz von *Videobeispielen* (Dash et al., 2012; Eickelmann & Drossel, 2020; Meyer et al., 2022). Was in den Studien (noch) nicht genutzt bzw. thematisiert wird, ist der Einsatz von Virtual-Reality-Elementen. Diese können nach dem aktuellen Forschungsstand in der Lehrkräfteausbildung durchaus vorteilhaft gegenüber dem Videoeinsatz sein (Wiepke et al., 2019). Insgesamt geben einige Studien den Hinweis, dass eine Kombination verschiedener Methoden besonders lernförderlich sein könnte (Meyer et al., 2022; Pape et al., 2015).

Ein wiederholt thematisierter Aspekt ist die Frage der digitalen und/oder technischen Ausstattung sowie der zu deren Nutzung erforderlichen Kompetenzen (Plowman et al., 2000). Hierbei wird darauf hingewiesen, dass Unterstützungsstrukturen, z. B. durch einen technischen Support, besonders wichtig sind. In der Regel ist davon auszugehen, dass diese Unterstützung nicht durch die Fortbildner:innen selbst geleistet werden kann bzw. sollte. Als ihre Kernaufgabe sollte die Vorbereitung und Begleitung der Lernprozesse verstanden werden. Wenn Unterstützungsstrukturen nicht in hinreichender Quantität und Qualität vorhanden sind, könnte es sich möglicherweise um einen lernhinderlichen Aspekt handeln, weil Angebote nicht genutzt werden oder Teilnehmende ein Angebot frustriert abbrechen.

Limitierend sollte auch hier beachtet werden, dass die Studien teilweise in ihrem Design nur eine begrenzte Aussagekraft erlauben bzw. sich auch stark im Design unterscheiden. Weiterhin ist zu beachten, dass teilweise sehr unterschiedliche Formen von Online-Fortbildungen miteinander verglichen werden, beispielsweise gänzlich asynchrone Fortbildungen mit Blended-Learning-Formaten. Hier wären weitere Studien nötig, die diese Rahmenbedingungen konstant halten oder systematisch variieren. Darüber hinaus ist anzumerken, dass die meisten Studien nicht in Deutschland entstanden sind. Die Fortbildungsprogramme erstrecken sich in der Regel über einen Zeitraum von mehreren Wochen oder einem Schuljahr und der Stundenumfang liegt deutlich über dem eines einzelnen Fortbildungstages. Die Fortbildungsprogramme variieren hierbei aber im Stundenumfang. In der in Deutschland durchgeführten Studie von Meyer et al. (2022) geben allerdings 90 % der befragten Personen an, an eintägigen Veranstaltungen teilzunehmen. Daher ist die Übertragbarkeit hier ggf. nicht gegeben.

## 4 Diskussion der Befunde

Die begrenzten Forschungsbefunde im Hinblick auf den Vergleich von Online- und Präsenzfortbildungen deuten darauf hin, dass beide zu ähnlichen Effekten führen können (z. B. Becker et al., 2014; Eickelmann & Drossel, 2020; Fishman et al., 2013; Hill et al., 2013; Means et al., 2009; Russell et al., 2009). Erste Befunde zeigen, dass auch Online-Fortbildungen für pädagogische Fachkräfte (Sheridan et al., 2020; Sheridan & Wen, 2021; Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2022; Stone-MacDonald & Douglass, 2015) und Lehrkräfte (Kopp et al., 2022; Pape et al., 2015) in der Regel mit einer hohen Zufriedenheit und Akzeptanz der Angebote einhergehen. Zukünftig wird man sich nicht die Frage stellen, ob Online-Fortbildungen von Bedeutung sein werden, sondern wie diese durch die Anbieter und die Fortbildner:innen möglichst gut und lernförderlich gestaltet werden können. Die Gründe hierfür sind die zunehmende Bedeutung der Digitalisierung und die begrenzten personellen Ressourcen. Mit letzterem ist die Notwendigkeit verbunden, Ressourcen möglichst sparsam und schonend zu nutzen, um maximal viel Zeit für die Kernaufgabe der Bildung, Betreuung und Erziehung zu haben.

Die oben dargestellten Befunde und Überblicksarbeiten zu Online-Fortbildungen deuten darauf hin, dass sich Fortbildner:innen bei der Planung an den Gestaltungsmerkmalen für Präsenzfortbildungen orientieren können (Bragg et al., 2021; Rank, 2022), diese jedoch ggf. in anderen Konstellationen genutzt werden, sodass Präsenzfortbildungen nicht eins-zu-eins in Online-Fortbildungen übertragen werden sollten (Elliot, 2017; Lipowsky & Rzejak, 2021). Wirksame Merkmale von Präsenzfortbildungen sind in verschiedenen Übersichtsarbeiten sehr gut dokumentiert (Barenthien & Dunekacke 2023; Lipowsky & Rzejak, 2021; Sims & Fletcher-Wood, 2021;). Besonders relevant dürfte dabei sein, im Vorfeld der Konzeption und Durchführung der Fortbildung die Ziele klar zu definieren. Soll beispielsweise der Erwerb von Wissen oder die Entwicklung der Fachkraft-Kind-Interaktionen im Mittelpunkt stehen? Die unterschiedlichen Ziele werden mit unterschiedlichen Fortbildungselementen erreicht: So eignet sich die Analyse von Videobeispielen eher zur Entwicklung von Interaktionsfähigkeiten (Roth et al., 2011) und möglicherweise weniger für den reinen Wissenserwerb.

Die in den beiden vorherigen Kapiteln aufgezeigten Studienergebnisse zur Wirkung von Online-Fortbildungen im Elementar- und Primarbereich haben dabei aber einige Aspekte aufgezeigt, die bei der Konzeption und Durchführung von Online-Fortbildungen in besonderem Maße zu berücksichtigen sind. Dies ist einerseits der Fall, weil sie nochmal betonen, *welche Aspekte für die Durchführung von Online-Fortbildungen sprechen*, andererseits aber auch zeigen, *was gegen die Durchführung spricht* bzw. besonders berücksichtigt werden sollte. Hierbei werden vier Aspekte angesprochen: (1) *Flexibilität*; (2) *Individualisierung*; (3) *Kommunikation und Kooperation*; (4) *technische Voraussetzungen beziehungsweise technische und digitale Kompetenzen*.

### **Flexibilität**

Ein zentrales Argument, das für die Durchführung von Online-Fortbildungen spricht, ist die höhere Flexibilität, die sowohl die räumliche Erreichbarkeit von Fortbildungen anspricht, z. B. außerhalb von größeren Städten bzw. Ballungsräumen, aber auch die zeitliche Einteilung, z. B. durch asynchrone Angebote. Durch den Wegfall von langen Anfahrten und die Nutzung von freien Zeitfenstern können die begrenzten zeitlichen Ressourcen der Fachkräfte so perspektivisch effektiver genutzt werden. Mit Blick auf unterschiedliche Lerntypen kann bis zu einem gewissen Grad auch von lernförderlichen Wirkungen ausgegangen werden, zum Beispiel indem Text- und/oder Audiodateien zum Lernen angeboten werden. Der Vorteil der zeitlichen und räumlichen Flexibilität wird an vielen Stellen von Fach- und Lehrkräften sowie Forschenden betont (Bates et al., 2016; Bragg et al., 2021; Hudson, 2006; Meyer et al., 2022; Pape et al., 2015). Bisherige Studienergebnisse aus dem Elementar- (z. B. von Landry et al., 2009; Pianta, Mashburn et al., 2008) und Primarbereich (Hudson, 2006; Pape et al., 2015; Pombo et al., 2012) stützen die positiven Aspekte der Flexibilität auch hinsichtlich der grundsätzlichen Wirksamkeit von asynchronen Online-Fortbildungsprogrammen, wobei die Programme jedoch häufig mit einem synchronen Coaching kombiniert waren und eine ursächliche Wirkungszuschreibung aufgrund der Designs nicht möglich ist.

## **Individualisierung**

Die Individualisierung des Lernens wird häufig als ein weiteres Argument für Online-Fortbildungen aufgeführt. Die Frage der Individualisierung wirft aber, eher kritisch betrachtet, die Frage auf, in welchem Umfang und welche Aspekte von digitalen Angeboten Fachkräfte nutzen. Diese Frage ist bedeutsam, weil es Hinweise gibt, dass Fachkräfte unter Umständen nur ausgewählte Angebote wie Best-Practice-Beispiele nutzen und sich weniger mit der Reflexion ihres eigenen Handelns beschäftigen (Bates et al., 2016). Mit dem Wissen um mögliche Zusammenhänge von Nutzungshäufigkeit und Fortbildungserfolg, wenn lediglich asynchrone Fortbildungsangebote genutzt wurden (ggf. Pianta, Mashburn et al., 2008), sollte dies also sorgfältig berücksichtigt werden.

Insbesondere aus Studien zu Online-Fortbildungen mit Lehrkräften lässt sich aber auch, in einer konstruktiven Wendung, das Potenzial der Individualisierung aufzeigen (Bragg et al., 2021; Pombo et al., 2012). Wie oben schon beschrieben, können bei einer entsprechenden Diagnostik der Ausgangssituation durch digitale Möglichkeiten stärker individualisierte Lernpfade definiert werden bzw. können pädagogische Fachkräfte insgesamt stärker Fortbildungsangebote nutzen, die zu ihren tatsächlichen Bedarfen passen (Linder et al., 2016; Pombo et al., 2012). Hier wären beispielsweise Szenarien denkbar, in denen die Teilnehmenden aus einem Pool von einzelnen Fortbildungselementen – z. B. Wissensinputs, Videoclips mit Praxisbeispielen, Lektüren – diejenigen auswählen, die vielleicht besonders gut an ihr eigenes Vorwissen anknüpfen oder das Erreichen zuvor identifizierter Ziele ermöglichen. Diese Passungen könnten beispielsweise im Rahmen von Personalentwicklungsgesprächen identifiziert werden. Vor dem Hintergrund, dass Fachkräfte mit sehr unterschiedlichem Vorwissen und Interessen (z. B. Blömeke et al., 2015; Steffensky et al., 2018) an den Fortbildungen teilnehmen, scheint dieser Punkt im Hinblick auf die Berücksichtigung der Heterogenität besonders bedeutsam und dieser eher zu entsprechen als die aktuellen Angebote nach dem „Gieskannenprinzip“. Hier könnten z. B. auch Videobeispiele oder Virtual-Reality-Beispiele individualisiert integriert werden (Lipowsky & Rzejak, 2021). Neben den individuell definierten Lernpfaden bieten digitale Lernumgebungen natürlich auch sehr gute Möglichkeiten, um Inhalte zu vernetzen und weiterführende Inhalte beispielsweise zur interessen geleiteten Vertiefung bereit zu stellen (Plowman et al., 2000). Eine tatsächliche Nutzung der verbindlich zugewiesenen Angebote muss natürlich gewährleistet werden. Hierfür würden sich zum Beispiel implementierte Tests (Meyer et al., 2022) oder Reflexionsaufgaben anbieten.

## **Kommunikation und Kooperation**

Kommunikation, Austausch und Kooperation werden in der Fortbildungsliteratur schon sehr lange als besonders lernförderlich diskutiert (Lipowsky & Rzejak, 2021). In digitalen Angeboten stellt dies ohnehin eine besondere Herausforderung dar und mit Blick auf die oben beschriebenen Potenziale der Flexibilisierung und Individualisierung von Lernprozessen der teilnehmenden Fachkräfte kommt diesem Thema nochmal eine besondere Bedeutung zu, die in den vorliegenden Studien teilweise auch kritisch angemerkt wird (Barnes et al., 2018; Meyer et al., 2022). Gleichzeitig werden mit den digitalen Tools auch neue Möglichkeiten des Austausches z.B. durch kurzfristige digitale Treffen (Rank, 2022) oder das kollaborative Arbeiten (Meyer et al., 2022; Schachter et al., 2019) angeboten.

Trotz dieser grundsätzlichen Möglichkeiten ist es besonders wichtig, das Thema bei der Konzeption von Fortbildungen zu berücksichtigen. So deuten die Befunde teilweise darauf hin, dass den Teilnehmenden der Austausch gerade in Präsenzphasen besonders wichtig ist, die zum Beispiel durch communities of practice und der damit verbundenen Vernetzung von interessierten Fach- und Lehrkräften über Einrichtungen und ggf. Träger hinweg oder die gemeinsame Teilnahme von Fachkräften an der Fortbildung (Cady & Rearden, 2009; Dash et al., 2012; Meyer et al., 2022; Pape et al., 2015) realisiert werden kann. Diese integrierten Formen des Austausches scheinen besonders viel Potenzial auch im Hinblick auf die hohe Bedeutung von Feedback und Reflexion zu bieten (Bragg et al., 2021; Bates et al., 2016; Lipowsky & Rzejak, 2021; Meyer et al., 2022; Rank, 2022), die hier mehr zum Tragen kommen und vermutlich im persönlichen Austausch auch leichter fallen könnten.

## Technische und digitale Voraussetzungen

Im Kontext von Online-Fortbildungen kommt dem Thema der technischen Ausstattung der Teilnehmenden sowie der Fortbildner:innen als auch ihren Kompetenzen im Umgang damit (Meyer et al., 2022; Plowman et al., 2000; Sheridan & Wen, 2021) eine besondere Bedeutung zu. Um diesen Punkt zu adressieren, ist eine nutzerfreundliche Gestaltung der Online-Fortbildung bzw. insbesondere auch der asynchronen Elemente relevant (Kopp et al., 2022; Sheridan & Wen, 2021). Darüber hinaus dürfte aber auch die Etablierung von Unterstützungsstrukturen wichtig sein, damit diese Aufgabe nicht den Fortbildner:innen zufällt und sie somit von ihrer eigentlichen Aufgabe, der Begleitung von Lernprozessen, abhält. Schlimmstenfalls würde dies nämlich auch dazu führen, einen weiteren Vorteil im Zusammenhang mit Online-Fortbildungsangeboten, nämlich freiwerdende zeitliche Ressourcen auf Seiten der Fortbildner:innen in tätigkeitsferne Bereiche zu investieren. Dies wäre besonders bedauerlich, da die möglicherweise freiwerdenden Ressourcen der Fortbildner:innen (z. B. durch die wiederholte Nutzung asynchroner Angebote) genutzt werden könnten, um die Vor-Ort-Unterstützung oder Coaching-Angebote auszuweiten, die gerade im Kontext von Fortbildungen im Elementarbereich als besonders lernförderlich gelten (Egert et al., 2018).

## Limitationen

Bisher liegen kaum Forschungsbefunde zu Online-Fortbildungen im Bereich der frühen Bildung vor. Dies betrifft insbesondere den MINT-Bereich. Zudem fehlt es noch an Studien, die verschiedene Fortbildungsprogramme systematisch hinsichtlich ihrer Gestaltungskriterien, ihrer Nachhaltigkeit sowie ihrer Dauer miteinander vergleichen. Es stellt nach wie vor ein Forschungsdesiderat dar, wie Online-Fortbildungsprogramme die Teilnehmenden möglichst effektiv im Hinblick auf die Zeit und Ressourcen anregen können. Die wenigen zurzeit vorliegenden Befunde sind meist querschnittliche Studien, in denen die teilnehmenden pädagogischen Fachkräfte lediglich nach der Nutzung der Online-Fortbildung befragt wurden. So können aber keine Aussagen über Veränderungen in den Kompetenzen (z. B. Selbstkonzept für die Umsetzung von MINT in der Kita) durch die Nutzung des Online-Fortbildungsprogramms festgestellt werden. Nur wenige Studien nutzen hier Prä- und Postmessungen. Diese beziehen sich jedoch hauptsächlich auf Selbsteinschätzung durch die Fachkräfte. Insbesondere in Bezug auf die Erfassung von Veränderungen im Fach- und/ oder fachdidaktischen Wissen oder hinsichtlich der Qualität der Fachkraft-Kind-Interaktionen ist dies problematisch. Dies gilt in ähnlicher Weise auch für den Primarbereich. Wenngleich hier mehr Studien vorliegen, konstatieren Bragg et al. (2021) in ihrer Metaanalyse, dass mehr Studien beispielsweise mit Kontrollgruppendesigns erforderlich wären. Auch für den Primarbereich ist dieses „Defizit“ in den Studiendesigns besonders deutlich mit Blick auf Probleme bei der Erfassung der abhängigen Variablen zu beobachten, indem beispielsweise die Unterrichtsqualität primär über Selbstauskünfte erhoben wird.

Auch sind die gewählten Umsetzungsformen der Online-Fortbildungen sehr divers. Sie reichen von dem Anschauen weniger ausgewählter Videobeispiele (Pianta, Mashburn et al., 2008) bis zur komplexen Integration von asynchronen Angeboten mit digitalen Treffen und Coachings vor Ort bzw. online (Landry et al., 2009; 2011; Pape et al., 2015; Pianta, Mashburn et al., 2008) und einer Vielzahl von Variationen dazwischen. Eine direkte Vergleichbarkeit der Online-Fortbildungsangebote, der damit erzielten Wirkungen und der als wirksam identifizierten Fortbildungselemente dürfte – bis auf die wenigen systematischen Studien, die mehrere Fortbildungsbedingungen miteinander vergleichen (Landry et al., 2009; Pianta, Mashburn et al., 2008) und deren Ergebnisse in weiteren Studien repliziert werden müssen - damit kaum gegeben sein. Dieser Sachverhalt sollte bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Überblicksarbeit und im Hinblick auf zukünftige Forschungsarbeiten berücksichtigt werden.

Weiterhin sollte auch berücksichtigt werden, dass eine Vielzahl der Studien im internationalen Kontext entstanden ist, wo der Elementarbereich eine deutlich größere Ähnlichkeit mit curriculumsbasierten und zielorientierten Lernprozessen aufweist, wie sie in Deutschland eher im Primarbereich verortet sind. Außerdem zeigen sich hier auch deutliche Unterschiede in Bezug auf den zeitlichen Umfang von Fortbildungen (vgl. Kapitel 3). Die Übertragbarkeit der Studienergebnisse sollte daher immer kritisch diskutiert werden.

## **Ausblick: Was spricht für Online-Fortbildungen und was dagegen?**

Ausgehend von der Annahme, dass Online-Fortbildungen in Zukunft eher an Bedeutung gewinnen werden, stellen sich Fragen nach Pro und Contra, Vorteilen, Nachteilen und potenziellen Herausforderungen.

Zwei zentrale Punkte sprechen ganz klar für die Durchführung von Online-Fortbildungen: Dies ist einerseits die zeitliche und räumliche Flexibilität, die dazu führen kann, mehr Fachkräfte mit spezifischeren Angeboten zu erreichen und diese optimaler in ihren Arbeitsprozess zu integrieren (Bates et al., 2016; Bragg et al., 2021; Hudson, 2006; Linder et al., 2016; Meyer et al., 2022; Pape et al., 2015; ). Durch den Wegfall von Fahrtzeiten oder auch die bessere Nutzung von freien Zeitfenstern können dadurch perspektivisch möglicherweise auch Kosten eingespart werden. Der inhaltlich bedeutsamere Punkt ist aber, dass Online-Fortbildungen ein sehr viel stärkeres Potenzial für individualisierte Lernprozesse und damit stärker von den Interessen der Fachkräfte gesteuerte Lernprozesse ermöglichen (Bates et al., 2016; Bragg et al., 2021; Linder et al., 2016; Lipowsky & Rzejak, 2021; Plowman et al., 2000; Pombo et al., 2012; Sheridan et al., 2020). Darin zeigt sich die Möglichkeit, sowohl den individuellen Lernvoraussetzungen der Fach- und Lehrkräfte als auch den unterschiedlichen Bedürfnissen der Einrichtungen bei der Umsetzung von MINT-Lerngelegenheiten, z. B. in Gruppen- oder offenen Organisationsformen, entgegenzukommen. Zu bedenken ist dabei jedoch, dass sich dieser potenzielle Vorteil natürlich nicht von selbst entfaltet, nur weil eine Fortbildung online angeboten wird. Vielmehr ist davon auszugehen, dass eine Vielzahl von Gestaltungsmerkmalen, wie sie oben bzw. in der Literatur beschrieben werden, in die Gestaltung der Fortbildung einfließen sollten.

Als wesentliche Risikofaktoren sollte dabei beachtet werden, dass der Austausch und die Kommunikation zwischen den Teilnehmenden sowie auch – sofern vorhanden – mit den Fortbildner:innen bei der Konzeption von Online-Fortbildungen in besonderer Weise berücksichtigt werden sollte, da dies teilweise auch als herausfordernd beschrieben wird (Barnes et al., 2018; Lipowsky & Rzejak, 2021; Meyer et al., 2022; Rank, 2022; Schachter et al., 2019;). Auch die Frage nach der tatsächlichen Nutzung der, idealerweise individuell zugewiesenen, Fortbildungsteile (z. B. in Form von Lernpfaden) muss sichergestellt werden, um eine punktuelle Nutzung von ausgewählten Fortbildungsinhalten (Bates et al., 2016) zu vermeiden. Hier bietet sich beispielsweise die Integration von verbindlichen Tests oder Quiz an (Meyer et al., 2022) oder auch eine Verbindung mit einer individuellen Beratung durch die Fortbildner:innen, was der besonderen Funktion des Feedbacks und der Reflexion im Fortbildungskontext entsprechen würde (Bates et al., 2016; Bragg et al., 2021; Lipowsky & Rzejak, 2021; Meyer et al., 2022; Rank, 2022). Auch die Voraussetzungen auf der technischen Ebene und der Ebene der digitalen Nutzungskompetenzen müssen erfüllt sein.

Insgesamt zeigt sich also durchaus das Potenzial von Online-Fortbildungen, insbesondere wenn bedacht wird, dass auch Präsenzfortbildungen mit ungünstigen Effekten verbunden sein können (z. B. der Besuch von Angeboten, die nicht zum Bedarf der Lehr- und Fachkräfte oder der Einrichtung passen; Linder et al., 2016; Bates et al., 2016). Deutlich wurde aber auch, dass Präsenzfortbildungen nicht „einfach“ in Online-Fortbildungen transformiert werden können, sondern verschiedene Aspekte bei der Gestaltung berücksichtigt werden müssen.

Hier sind einerseits die Fortbildner:innen bzw. die Gestalter:innen von asynchronen Online-Fortbildungsprogrammen in ihrer methodischen und didaktischen Kompetenz gefragt. Es ist davon auszugehen, dass sich ihr Tätigkeitsfeld möglicherweise auch stärker verschieben oder spezialisieren könnte, beispielsweise in Form von Personen, die eher die (asynchrone) Aufbereitung von Wissensinhalten verantworten und solchen, die eher in das Coaching bzw. die Beratung der Teilnehmenden vor Ort involviert sind. Die Prämissen der Stiftung, dass Fortbildner:innen hier selbst bestimmte Erfahrungen mitbringen müssen, sind sicherlich eine gute Voraussetzung (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2022). Gleichzeitig kann auch auf dieser Ebene von Fortbildungsbedarfen ausgegangen werden (Meyer et al., 2022).

Die institutionellen Anbieter von Online-Fortbildungen, wie beispielsweise die Stiftung Kinder forschen, sind allerdings hier auch in der Verantwortung. Zum einen müssen sie den Fortbildner:innen die entsprechenden Ressourcen zur methodisch und didaktisch sinnvollen Erstellung der Kurse zur Verfügung stellen und sollten

Online-Fortbildungen nicht als eine Möglichkeit zur Kosteneinsparung verstehen. Ein weiterer Aspekt ist die Bereitstellung der technischen bzw. digitalen Ressourcen, z. B. einer nutzerfreundlichen und niedrigschwelligen Online-Lernplattform. Auch diese Aufgabe fällt eindeutig den institutionellen Fortbildungsanbietern zu. Die Anbieter beziehungsweise auch die Träger von Kindertageseinrichtungen werden vermutlich auch in der Verantwortung sein, die Fachkräfte vor dem Hintergrund nicht durchweg positiver Einstellungen zu Fragen der Digitalisierung (Anders & Cohen, 2022; Eickelmann & Drossel, 2020) bei den Angeboten hinreichend zu unterstützen. Dies betrifft sowohl die Bereitstellung von Fortbildungszeiten als auch eine Unterstützung bei den technischen, und digitalen Herausforderungen, z. B. die Bereitstellung von Endgeräten.

Insgesamt zeigen die Forschungsbefunde und Praxisbeispiele aber auch das Potenzial auf, das mit einer durchdachten Umsetzung von Online-Fortbildungen verbunden sein kann. Hierzu zählt zum einen die größere (räumliche) Reichweite und die Möglichkeiten der zeitlichen Flexibilisierung. Zum anderen ist aber das größte Potenzial, insbesondere im Hinblick auf die heterogenen Lernvoraussetzungen, die die Fachkräfte mit in die Fortbildungen bringen, im Bereich der stärkeren Individualisierung von Fortbildungsangeboten zu verorten. Ein weiterer Vorteil könnte die Verschiebung von Ressourcen auf Seiten der Fortbildner:innen sein. Wenn Inhalte asynchron aufbereitet und über einen längeren Zeitraum genutzt werden, können diese personellen Ressourcen in die individuelle Begleitung der Fortbildungsteilnehmenden bzw. in ein Coaching vor Ort fließen. Beides sind Maßnahmen, die immer wieder als besonders lernförderlich identifiziert wurden (u.a. Egert et al., 2018).

## 5 Literatur

- Anders, Y. & Cohen, F. (2022). Digitalisierung in der frühen Bildung. *Frühe Bildung*, 11(2), 51–52. <https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000561>
- Bachmaier, R. (2011). *Fortbildung Online. Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines tutoriell betreuten Online-Selbstlernangebots für Lehrkräfte*. Dissertation.
- Baran, B. & Cagiltay, K. (2006). Teachers' experiences in online professional development environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 7(4), 110–122.
- Barenthien, J. M. & Dunekacke, S. (2022). The implementation of early science education in preschool teachers' initial teacher education. A survey of teacher educators about their aims, practices and challenges in teaching science. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 43(4), 600–618.
- Barenthien, J. & Dunekacke, S. (2023). Gelingensbedingungen von MINT-Fortbildungen für Primarschullehrkräfte. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *MINT-Bildung im Primarbereich – Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 16, S. 175–250). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Barenthien, J., Oppermann, E., Anders, Y. & Steffensky, M. (2020). Preschool teachers' learning opportunities in their initial teacher education and in-service professional development—do they have an influence on preschool teachers' science-specific professional knowledge and motivation? *International Journal of Science Education*, 42(5), 744–763. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1727586>
- Barnes, J. K., Guin, A. & Allen, K. (2018). Training needs and online learning preferences of early childhood professionals. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 39(2), 114–130.
- Bates, M. S., Phalen, L. & Moran, C. (2016). Online professional development: A primer. *Phi Delta Kappan*, 97(5), 70–73. <https://doi.org/10.1177/0031721716629662>
- Becker, K. D., Bohnenkamp, J., Domitrovich, C., Keperling, J. P. & Jalongo, N. S. (2014). Online training for teachers delivering evidence-based preventive interventions. *School Mental Health*, 6(4), 225–236.
- Blömeke, S., Jenßen, L., Dunekacke, S., Suhl, U., Grassmann, M. & Wedekind, H. (2015). Leistungstests zur Messung der professionellen Kompetenz frühpädagogischer Fachkräfte. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 29(3-4), 177-191. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000159>
- Blömeke, S., Kaiser, G., Döhrmann, M., Suhl, U. & Lehmann, R. (2010). Mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008 – Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 195–252). Münster: Waxmann.
- Bragg, L. A., Walsh, C. & Heyeres, M. (2021). Successful design and delivery of online professional development for teachers: A systematic review of the literature. *Computers & Education*, 166, 104158. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104158>
- Busse, A. (2021). *Reflexive Kompetenzentwicklung in der Lehrer\*innenbildung: Forschungsstand und theoretische Verortung*. Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-35078-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-35078-9_2)
- Cady, J. & Rearden, K. (2009). Delivering online professional development in mathematics to rural educators. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(3), 281–298.
- Cohen, F. & Hemmerich, F. (2020). *Nutzung digitaler Medien für die pädagogische Arbeit in der Kindertagesbetreuung: Kurzexpertise im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend*.
- Dash, S., Magidin de Kramer, R., O'Dwyer, L. M., Masters, J. & Russell, M. (2012). Impact of Online Professional Development on Teacher Quality and Student Achievement in Fifth Grade Mathematics. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), 1–26. <https://doi.org/10.1080/15391523.2012.10782595>
- Dede, C., Jass Ketelhut, D., Whitehouse, P., Breit, L. & McCloskey, E. M. (2009). A Research Agenda for Online Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 8–19. <https://doi.org/10.1177/0022487108327554>
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>

- Egert, F., Fukkink, R. G. & Eckhardt, A. G. (2018). Impact of In-Service Professional Development Programs for Early Childhood Teachers on Quality Ratings and Child Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 88(3), 401–433. <https://doi.org/10.3102/0034654317751918>
- Eickelmann, B. & Drossel, K. (2020). Lehrer\*innenbildung und Digitalisierung - Konzepte und Entwicklungsperspektiven. In I. van Ackeren, H. Bremer, F. Kessler, H. C. Koller, N. Pfaff, C. Rotter, D. Klein & U. Salaschek (Hrsg.), *Bewegungen: Beiträge zum 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft* (S. 349–362). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Elliot, J. C. (2017). *The evolution from traditional to online professional development: A Review*. Fairfield. GSEAP Faculty Publications.
- Fishman, B., Konstantopoulos, S., Kubitskey, B. W., Vath, R., Park, G., Johnson, H. & Edelson, D. C. (2013). Comparing the impact of online and face-to-face professional development in the context of curriculum implementation. *Journal of Teacher Education*, 64(5), 426–438. <https://doi.org/10.1177/0022487113494413>
- Ganz, A. & Reinmann, G. (2007). Blended Learning in der Lehrerfortbildung - Evaluation einer Fortbildungsinitiative zum Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 35(2), 169–191. <https://doi.org/10.25656/01:5491>
- Gasteiger, H. (2010). *Elementare mathematische Bildung im Alltag der Kindertagesstätte. Grundlegung und Evaluation eines kompetenzorientierten Förderansatzes*. Waxmann Verlag.
- Griffin, C. C., Dana, N. F., Pape, S. J., Algina, J., Bae, J., Prosser, S. K. & League, M. B. (2018). Prime online: Exploring teacher professional development for creating inclusive elementary mathematics classrooms. *Teacher Education and Special Education: The Journal of the Teacher Education Division of the Council for Exceptional Children*, 41(2), 121–139. <https://doi.org/10.1177/0888406417740702>
- Hamre, B. K. & Pianta, R. C. (2005). Can instructional and emotional support in the first-grade classroom make a difference for children at risk of school failure?. *Child development*, 76(5), 949–967.
- Hill, H. C., Beisiegel, M. & Jacob, R. (2013). Professional development research: Consensus, crossroads, and challenges. *Educational Researcher*, 42(9), 476–487. <https://doi.org/10.3102/0013189X13512674>
- Hudson, P. B. (2006). Examining preservice teachers' involvement in online science education. *Journal of Interactive Learning Research*, 17(4), 367–383.
- Kaul, I. (2022). Digitale frühe Bildung in der fachschulischen Qualifizierung. *Frühe Bildung*, 11(2), 67–72. <https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000563>
- Kirkpatrick, D. L. (1979). Techniques for evaluating training programs. *Training and Development Journal*, 22(6), 78–92.
- Kopp, B., Clerc, A. & Mandl, H. (2022). Blended Learning Fortbildung für Forschendes Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht. Vorab-Onlinepublikation. *Herausforderung Lehrer\*innenbildung - Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, Bd. 5(1). <https://doi.org/10.11576/hlz-5386>
- Landry, S. H., Anthony, J. L., Swank, P. R. & Monseque-Bailey, P. (2009). Effectiveness of comprehensive professional development for teachers of at-risk preschoolers. *Journal of Educational Psychology*, 101(2), 448–465. <https://doi.org/10.1037/a0013842>
- Landry, S. H., Swank, P. R., Anthony, J. L. & Assel, M. A. (2011). An experimental study evaluating professional development activities within a state funded pre-kindergarten program. *Reading and Writing*, 24, 971–1010.
- Linder, S. M., Rembert, K., Simpson, A. & Ramey, M. D. (2016). A mixed-methods investigation of early childhood professional development for providers and recipients in the United States. *Professional Development in Education*, 42(1), 123–149.
- Lindvall, J., Helenius, O., Eriksson, K. & Ryve, A. (2022). Impact and design of a national-scale professional development program for mathematics teachers. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(5), 744–759. <https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1910563>
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2018). Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Fortbildungen für Lehrkräfte. In IFL Institut für Lehrerfortbildung (Hrsg.), *Zur Wirksamkeit und Nachhaltigkeit von Lehrerfortbildung. Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung Katholischer Lehrerfort- und weiterbildung* (S. 34–74). Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Information.
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden*. Bertelsmann Stiftung



- Mashburn, A. J., Pianta, R. C., Hamre, B. K., Downer, J. T., Barbarin, O. A., Bryant, D., ... & Howes, C. (2008). Measures of classroom quality in prekindergarten and children's development of academic, language, and social skills. *Child Development, 79*(3), 732–749.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M. & Jones, K. (2009). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. Washington, DC: Centre for Technology in Learning, Department of Education. Verfügbar unter [https://repositoryalt.ac.uk/629/1/US\\_DepEdu\\_Final\\_report\\_2009.pdf](https://repositoryalt.ac.uk/629/1/US_DepEdu_Final_report_2009.pdf)
- Meschede, N., Fiebranz, A., Möller, K. & Steffensky, M. (2017). Teachers' professional vision, pedagogical content knowledge and beliefs: On its relation and differences between pre-service and in-service teachers. *Teaching and Teacher Education, 66*, 158–170.
- Meyer, A., Kleinknecht, M. & Richter, D. (2022). *Abschlussbericht im BMBF-Projekt "Verbundprojekt E-LANE: E-Learning in der Lehrerfortbildung: Angebote, Nutzung und Erträge"*. <https://doi.org/10.25932/publishup-56742>
- Oppermann, E., Anders, Y. & Hachfeld, A. (2016). The influence of preschool teachers' content knowledge and mathematical ability beliefs on their sensitivity to mathematics in children's play. *Teaching and Teacher Education, 58*, 174–184. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.05.004>
- Oppermann, E., Brunner, M. & Anders, Y. (2019). The interplay between preschool teachers' science self-efficacy beliefs, their teaching practices, and girls' and boys' early science motivation. *Learning and Individual Differences, 70*, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.01.006>
- Owston, R., Wideman, H., Murphy, J. & Lupshenyuk, D. (2008). Blended teacher professional development: A synthesis of three program evaluations. *The Internet and Higher Education, 11*(3-4), 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.07.003>
- Pape, S. J., Prosser, S. K., Griffin, C. C., Fichtman Dana, N., Algina, J. & Bae, J. (2015). Prime online: Developing grades 3-5 teachers' content knowledge for teaching mathematics in an online professional development program. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 15*(1), 14–43.
- Perera, H. N. & John, J. E. (2020). Teachers' self-efficacy beliefs for teaching math: Relations with teacher and student outcomes. *Contemporary Educational Psychology, 61*, 101842. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101842>
- Pianta, R. C., La Paro, K. M. & Hamre, B. K. (2008). *Classroom Assessment Scoring System. Manual Pre-K*. Brookes.
- Pianta, R. C., Mashburn, A. J., Downer, J. T., Hamre, B. K. & Justice, L. (2008). Effects of web-mediated professional development resources on teacher-child interactions in pre-kindergarten classrooms. *Early Childhood Research Quarterly, 23*(4), 431–451. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.02.001>
- Piasta, S. B., Logan, J. A. R., Pelatti, C. Y., Capps, J. L. & Petrill, S. A. (2015). Professional Development for Early Childhood Educators: Efforts to Improve Math and Science Learning Opportunities in Early Childhood Classrooms. *Journal of Educational Psychology, 107*(2), 407–422. <https://doi.org/10.1037/a0037621>
- Plowman, L., Leakey, A. & Harlen, W. (2000). *Using ICT to support teachers in primary schools. An evaluation of phase two of the science online support network*.
- Pombo, L., Smith, M., Abelha, M., Caixinha, H. & Costa, N. (2012). Evaluating an online e-module for Portuguese primary teachers: trainees' perceptions. *Technology, Pedagogy and Education, 21*(1), 21–36. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2011.589156>
- Rank, A. (2022). Professionalisierung von Grundschullehrkräften durch Fortbildung. In I. Mammes, & C. Rotter (Hrsg.), *Professionalisierung von Grundschullehrkräften. Kontext, Bedingungen und Herausforderungen*. (S. 233–243). Verlag Julius Klinkhardt.
- Ross, J. D. (2011). *Online professional development: Design, deliver, succeed!*. Corwin.
- Roth, K. J., Garnier, H. E., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K. & Wickler, N. I. (2011). Videobased lesson analysis: Effective science PD for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(2), 117–148.
- Russell, M., Carey, R., Kleiman, G. & Venable, J. D. (2009). Face-to-face and online professional development for mathematics teachers: A comparative study. *Online Learning, 13*(2). <https://doi.org/10.24059/olj.v13i2.1669>
- Schachter, R. E., Gerde, H. K. & Hatton-Bowers, H. (2019). Guidelines for Selecting Professional Development for Early Childhood Teachers. *Early Childhood Education Journal, 47*(4), 395-408. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00942-8>

- Sheridan, K. M., Banzer, D., Pradzinski, A. & Wen, X. (2020). Early Math Professional Development: Meeting the Challenge Through Online Learning. *Early Childhood Education Journal*, 48(2), 223–231. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00992-y>
- Sheridan, K. M. & Wen, X. (2021). Evaluation of an online early mathematics professional development program for early childhood teachers. *Early Education and Development*, 32(1), 98–112.
- Sims, S. & Fletcher-Wood, H. (2021). Identifying the characteristics of effective teacher professional development: a critical review. *School Effectiveness and School Improvement*, 32(1), 47–63. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1772841>
- Steffensky, M., Anders, Y., Barenthien, J., Hardy, I., Leuchter, M., Oppermann, E., Taskinen, P. & Ziegler, T. (2018). Early Steps into Science – EASI Science. Wirkungen früher naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Fachkräften und Kindern. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *Wirkungen naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf pädagogische Fachkräfte und Kinder* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 10, S. 50–136). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher. (2022). *Monitoring-Bericht 2020/2021 der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“*. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.) (2023). *MINT-Bildung im Primarbereich – Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 16). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Stone-MacDonald, A. & Douglass, A. (2015). Introducing online training in an early childhood professional development system: Lessons learned in one state. *Early Childhood Education Journal*, 43, 241–248.
- Voss, T., Wagner, W., Klusmann, U., Trautwein, U. & Kunter, M. (2017). Changes in beginning teachers' classroom management knowledge and emotional exhaustion during the induction phase. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.08.002>
- Wasserman, E. & Migdal, R. (2019). Professional Development- Differences in teachers' attitudes between online and traditional training courses. *Online Learning*, 23(1). <https://doi.org/10.24059/olj.v23i1.1299>
- Wiepke, A., Richter, E., Zender, R. & Richter, D. (2019). Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium. In N. Pinkwart & J. Konert (Hrsg.), *Die 17. Fachtagung Bildungstechnologien, Lecture Notes in Informatics (LNI)* (S. 133–144).
- Yildirim, B., Akcan, A. T. & Öcal, E. (2022). Teachers' perceptions and STEM teaching activities: Online professional development and employment. *Journal of Baltic Science Education*, 21(1), 84–107. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.84>