

Für mehr Problemlösen im Mathematikunterricht – Entwicklung und Optimierung einer Online-Fortbildung mit individuellen Nutzungsmöglichkeiten

Karina Demmler^{1,*}, Marita Friesen², Lars Holzäpfel¹,
Timo Leuders¹ & Anika Dreher¹

¹ Pädagogische Hochschule Freiburg

² Pädagogische Hochschule Heidelberg

* Kontakt: Pädagogische Hochschule Freiburg,

Institut für Mathematische Bildung,

Kunzenweg 21, 79117 Freiburg

Mail: karina.demmler@ph-freiburg.de

Zusammenfassung: Trotz vielfältiger Bemühungen, Problemlösen als prozessbezogene Kompetenz nachhaltig in den Mathematikunterricht zu integrieren, sind problemlösende Elemente im deutschen Mathematikunterricht nach wie vor unterrepräsentiert. Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, stellen Fortbildungsangebote für Mathematiklehrkräfte dar. Wie ein solches Fortbildungsangebot zum Problemlösen in Zeiten der Digitalisierung gestaltet werden kann, wird im folgenden Beitrag dargestellt. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Gestaltung eines digitalen Angebots, das von den Teilnehmenden flexibel und adaptiv genutzt werden kann. Basierend auf Rückmeldungen von 166 Lehrkräften aus drei Durchführungen der Online-Fortbildung konnten das Angebot optimiert und Implikationen für zukünftige Konzeptionen vergleichbarer Fortbildungsangebote (Online-Fortbildung mit synchronen und asynchronen Elementen) herausgearbeitet werden.

Schlagerwörter: Online-Kurs; Fortbildung; Konzeption; Online-Angebot; Problemlösen; Mathematikunterricht



1 Einleitung

Problemlösen ist ein wesentlicher Bestandteil mathematischen Arbeitens (Halmos, 1980) und sollte daher auch im Mathematikunterricht abgebildet werden: zum einen, um den Schüler*innen Mathematik als Wissenschaft erfahrbar zu machen; zum anderen aber auch, um sie durch das Problemlösen über die Mathematik hinaus zu befähigen (Winter, 1995). Tatsächlich wird Problemlösen als eine der Schlüsselqualifikationen im 21. Jahrhundert bezeichnet (Kipman, 2018; OECD, 2020).

In der Mathematikdidaktik besteht daher Konsens, dass das Problemlösen eine zentrale Rolle im Mathematikunterricht spielen sollte. Die Bestrebungen, das Problemlösen in den Lehrplan aufzunehmen, reichen weit zurück (Reiss & Törner, 2007) und wurden insbesondere durch Pólyas (1948) einschlägiges Werk *How to Solve It* vorangetrieben. Trotz der curricularen Verankerung seit den 1970er-Jahren ist es jedoch nicht gelungen, das Problemlösen ausreichend im deutschen Mathematikunterricht zu etablieren. Besonders deutlich wurde dies mit der Veröffentlichung der Ergebnisse der PISA-Vergleichsstudien. Das nur mittelmäßige Abschneiden der deutschen Schüler*innen im Bereich Problemlösen (Klieme et al., 2001) führte dazu, dass die Problemlösekompetenz auch verstärkt in den Fokus der Politik rückte (Reiss & Törner, 2007) und Problemlösen nach dem Vorbild der USA (NCTM, 2000) als prozessbezogene Kompetenz in die Bildungsstandards Mathematik aufgenommen und somit erneut curricular verankert wurde (KMK, 2004).

Inwieweit Problemlösen im Unterricht vorkommt, wird seitdem immer wieder untersucht. In der TALIS-Videostudie (Teaching and Learning International Survey) wurde beispielsweise in verschiedenen Ländern mit Videoanalysen erforscht, wie Lehrkräfte unterrichten und welche problemlösenden Elemente dabei integriert werden (Grünkorn et al., 2020). Dabei zeigte sich, dass deutsche Mathematiklehrkräfte häufig nicht ausreichend Lerngelegenheiten zum Problemlösen bieten.

Um dieser Problematik zu begegnen, wurden entsprechende Fortbildungsprogramme für Lehrkräfte entwickelt (z.B. Besser et al., 2015; Dreher et al., 2018; Komorek et al., 2007). Bisher wenig berücksichtigt wurden dabei jedoch die individuellen Bedürfnisse der Teilnehmenden, wie beispielsweise zeitliche Flexibilität oder Anpassungsfähigkeit des Angebots.

Basierend auf Erkenntnissen der Forschung zu Gestaltungskriterien wirksamer Fortbildungen (z.B. Bragg et al., 2021; Lipowsky & Rzejak, 2021) haben wir daher ein digitales Fortbildungskonzept zum Problemlösen im Mathematikunterricht entwickelt. Um den unterschiedlichen Bedürfnissen von Lehrkräften und den Herausforderungen des beruflichen Alltags gerecht zu werden, setzten wir dabei einen Schwerpunkt auf Adaptivität und zeitliche Flexibilität der Nutzung des Fortbildungsangebots. Ziel dieses Beitrags ist es, die Konzeption der Online-Fortbildung zum Problemlösen sowie die Wahrnehmung des Fortbildungsangebots durch teilnehmende Lehrkräfte darzustellen. Dabei werden Optimierungen aufgezeigt und Implikationen herausgearbeitet, die für die Entwicklung vergleichbarer Fortbildungen (Online-Fortbildung mit synchronen und asynchronen Elementen) relevant sind.

2 Problemlösen im Mathematikunterricht

Problemlösen wird allgemein als ein Prozess definiert, bei dem eine Hürde überwunden werden muss, um von einem Ausgangszustand zu einem Zielzustand zu gelangen (Dörner, 1976; Hussy, 1984). Entsprechend wird unter mathematischem Problemlösen ein Vorgang verstanden, bei dem eine Aufgabe bearbeitet wird, deren Lösungsweg für die Person nicht direkt ersichtlich ist (Schoenfeld, 1989). Ob es sich bei einer Aufgabe tatsächlich um ein Problem handelt, hängt dabei insbesondere vom Vorwissenstand der

Person ab (Dörner, 1976; Martin et al., 2018). Die Person kann also nicht auf ein Routineverfahren zur Lösung zurückgreifen, sondern muss bestimmte Strategien zur Lösung des Problems anwenden (Heinrich et al., 2015; Heinze, 2007).

Problemlösestrategien sind heuristische Vorgehensweisen, auf die intuitiv, aber auch gezielt zurückgegriffen werden kann (Bruder & Collet, 2011a). In der Literatur finden sich unterschiedliche Strukturierungen für eine Vielzahl an Strategien (Bruder & Collet, 2011a; Holzäpfel et al., 2018; Schreiber, 2011). Zu den gängigen Strategien, die vermittelt werden, zählen: Probleme vereinfachen, (andere) Darstellungen verwenden, Bekanntes nutzen, Beispiele erzeugen und prüfen sowie schrittweise vorgehen (Holzäpfel et al., 2018). Holzäpfel et al. (2018) stellten zentrale Strategien auf einer Strategielandkarte dar und nahmen dabei eine Schüler*innenperspektive ein, die Schüler*innen bei der Frage „Was kann ich tun, um weiterzukommen?“ unterstützen soll (vgl. Holzäpfel et al., 2018, S. 139). Wenn Schüler*innen noch wenig Vorerfahrungen mit der Anwendung von Problemlösestrategien haben, empfiehlt es sich, die Strategien zunächst implizit anzubahnen (Bruder & Collet, 2011a). Beispielsweise können dazu Schüler*innen aufgefordert werden, Skizzen zu finden oder andere Darstellungen zu suchen, ohne dass die Lehrkraft dabei explizit von Problemlösestrategien spricht. Nachdem die Lernenden verschiedene Lerngelegenheiten zum Anwenden von Strategien hatten, sollte die Strategienutzung auf einer Metaebene reflektiert werden (Kilpatrick, 1985; Leuders, 2003), sodass eine flexible Anwendung von Strategien gelingt (Bruder & Collet, 2011a).

Nicht nur bei der Anwendung von Problemlösestrategien, sondern generell im problemlösenden Unterricht sollten Schüler*innen angemessen unterstützt werden, um ihre Problemlösekompetenzen optimal entwickeln zu können. So hat sich in Studien beispielsweise gezeigt, dass Schüler*innen häufig Schwierigkeiten mit der Steuerung ihres Problemlöseprozesses haben (Heinrich et al., 2015). Daher betonten Bruder und Collet (2011a) die Notwendigkeit der Begleitung der Lernentwicklung (Scaffolding). Die Unterstützung der Lernenden sollte dabei nach dem Prinzip der minimalen Hilfe erfolgen (Zech, 1996), d.h., es sollte nur dort geholfen werden, wo eine Bewältigung allein nicht möglich ist. Um die nötige Unterstützung bestimmen zu können, bedarf es einer diagnostischen Einschätzung durch die Lehrkraft (Prediger & Pöhler, 2015). Erst dann kann die Förderung adaptiv auf die jeweilige Hürde abgestimmt werden. Zech (1996) hat dazu entsprechend gestufte Hilfen formuliert. Zentral für die Unterstützung beim Problemlöseprozess sind insbesondere die strategischen Hilfen, die sich in allgemeine strategische und inhaltsorientierte strategische Hilfen unterteilen lassen (Zech, 1996, S. 319). Allgemeine strategische Hilfen sind Unterstützungsformen, die unabhängig vom mathematischen Inhalt des Problems auf allgemeine Strategien hinweisen (z.B. „Erzeuge Beispiele und prüfe.“). Inhaltsorientierte strategische Hilfen sind dagegen auf den mathematischen Inhalt der Problemlöseaufgabe abgestimmt. Strategische Hilfen können bereits vor dem Unterricht in Form von Hilfekarten vorbereitet werden (z.B. als Strategieschlüssel; vgl. Herold-Blasius, 2021). Dies hat den Vorteil, dass die Lehrkraft während des Unterrichts entlastet wird, indem sie damit mehreren Lernenden gleichzeitig Hilfestellungen geben kann.

Eine solche Entlastung kann sehr hilfreich sein, da Mathematiklehrkräfte mit einer Vielzahl von Anforderungen konfrontiert sind, wenn sie Problemlösen unterrichten. Diese Anforderungen beziehen sich insbesondere auf die Wahl passender Problemlöseaufgaben, auf die systematische Vermittlung verschiedener Problemlösestrategien und auf die optimale Unterstützung der Lernenden beim Problemlösen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, benötigen Lehrkräfte, wie oben begründet, insbesondere Kompetenzen in den drei inhaltlichen Bereichen: 1) Was ist Problemlösen?, 2) Problemlösestrategien und 3) Lernendenunterstützung.

3 Professionelle Anforderungen an Mathematiklehrkräfte in Bezug auf Problemlöseunterricht

Um die professionellen Anforderungen an Mathematiklehrkräfte im Bereich des Problemlösens zu bestimmen, reicht es nicht aus, nur die Inhaltsbereiche 1) Was ist Problemlösen?, 2) Problemlösestrategien und 3) Lernendenunterstützung, zu betrachten. Vielmehr müssen auch die konkreten schulischen Anforderungssituationen in Bezug auf Problemlöseunterricht in den Blick genommen werden (Prediger, 2019). Zur Konkretisierung dieser Anforderungssituationen orientieren wir uns an den von der Kultusministerkonferenz (KMK, 2019) formulierten Kompetenzbereichen für Lehrkräfte und nehmen in Anlehnung daran die folgenden drei für Problemlösen besonders relevanten Bereiche in den Blick: 1) *Planen*, 2) *Unterrichten* und 3) *Beraten und Innovieren*. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

In Bezug auf Problemlöseunterricht bedeutet die Kompetenz *Planen* die Gestaltung geeigneter problemorientierter Lernumgebungen (Kilpatrick, 1985). Dazu gehört die Auswahl geeigneter offener und herausfordernder Problemlöseaufgaben. Um dies leisten zu können, ist Wissen darüber erforderlich, was Problemlösen überhaupt bedeutet und unter welchen Bedingungen eine Aufgabe für die Schüler*innen ein Problem darstellt. Bei der kriteriengeleiteten Auswahl von Aufgaben sollten Lehrkräfte auch berücksichtigen, Problemstellungen so zu wählen, dass Schüler*innen gezielt Strategien erwerben bzw. festigen können. Darüber hinaus müssen sich Lehrkräfte in der Unterrichtsplanung auf mögliche Hürden, Unterstützungsmöglichkeiten und weitere Vertiefungen (ggf. auch durch zusätzliche Materialien) vorbereiten. Bei der (Weiter-)Entwicklung dieser Kompetenzen könnte eine Aufgabensammlung helfen, in der exemplarisch gezeigt wird, wie gute Problemlöseaufgaben gestaltet sind, welche Strategien Schüler*innen anwenden und wie Unterstützungsmaßnahmen aussehen können.

Bisherige Fortbildungen (z.B. Bruder & Collet, 2011b; Dreher et al., 2018; Komorek et al., 2007) fokussieren in der Regel neben der theoretischen Ebene vor allem diese Planungsebene. Zur umfassenden Kompetenzentwicklung im *Unterrichten* von Problemlösen sollten jedoch auch die konkreten Unterrichtsprozesse in den Blick genommen werden. Um Handlungsentscheidungen während des Unterrichts treffen zu können, müssen Lehrkräfte problemlöserrelevante Ereignisse im Unterrichtsgeschehen wahrnehmen sowie unter Rückgriff auf professionelles Wissen interpretieren und beurteilen können (van Es & Sherin, 2002). Aus der Forschung im Bereich der professionellen Wahrnehmung von Lehrpersonen sowie aus Evaluationen entsprechender Fortbildungen geht hervor, dass die Nutzung von Videos, die konkrete unterrichtliche Umsetzungen von Fortbildungsinhalten zeigen, beim Erwerb handlungsnaher Kompetenzen besonders effektiv ist (z.B. Clarke & Hollingsworth, 2002; Santagata, 2014). Lehrkräften sollten daher in Fortbildungen Unterrichtsvideos zur Verfügung gestellt werden, um konkrete unterrichtliche Umsetzungen zu den jeweiligen zentralen Bereichen des Problemlösens zu veranschaulichen (z.B. Wie kann eine angemessene Unterstützung der Lernenden beim Problemlösen im Mathematikunterricht konkret umgesetzt werden?).

Über die Planung und Umsetzung von problemlösendem Unterricht hinaus müssen Lehrkräfte auch auf einer Metaebene kompetent über problemlösenden Unterricht sprechen können (*Beraten und Innovieren*; in Anlehnung an KMK, 2019). Sie sollten in der Lage sein, Kolleg*innen, Referendar*innen sowie Eltern zu erklären und zu begründen, welche Elemente im problemlösenden Unterricht von Bedeutung sind. Dazu benötigen Lehrkräfte theoretisches Wissen über die Bedeutung des Problemlösens, zu geeigneten Problemlösestrategien und über die adäquate Unterstützung von Lernenden beim Problemlösen, das beispielsweise anhand eines theoretischen Erklärvideos zur Verfügung gestellt werden kann.

Damit Mathematiklehrkräfte ihre Kompetenzen in den genannten drei Bereichen (weiter-)entwickeln können, bedarf es entsprechender Fortbildungsangebote auf unterschiedlichen Ebenen: theorieorientiert, materialgestützt und unterrichtsnah. Die Bedeutung der Integration von theoretischen Elementen (z.B. professionelles Wissen für Begründungen) und praxisorientierten Elementen (z.B. Material zu Unterrichtsplanung und Unterrichtsvideos zur konkreten Umsetzung) in Fortbildungen wird auch in Studien immer wieder betont (z.B. Gärtner, 2007; Seidel et al., 2011). Es besteht daher mittlerweile Konsens darüber, dass die Berücksichtigung unterschiedlicher Abstraktions- und Situertheitsgrade in Bezug auf die Fortbildungsinhalte ein Gestaltungsmerkmal wirksamer Fortbildungen darstellt (Barzel & Selter, 2015; Lipowsky & Rzejak, 2021).

Auf dieser Grundlage ergeben sich neben den bereits in Kapitel 2 dargestellten drei inhaltlichen Themenbereichen, auch drei verschiedene Ebenen von Theorie- und Praxisorientierung: (a) Theoretische Orientierung, (b) Materialunterstützung und (c) Praktische Umsetzung. Jeder Inhaltsbereich wird folglich in drei verschiedenen Angebotstypen in den Blick genommen, um den verschiedenen Ebenen von Theorie- und Praxisorientierung gerecht zu werden: (a) Theoretische Erklärvideos, (b) Aufgabensammlungen mit didaktischem Kommentar, (c) Unterrichtsvideos. Entsprechend lässt sich unser Fortbildungsangebot entlang der beiden Dimensionen „Inhaltliche Strukturierung“ und „Angebotstypen“ strukturieren (s. Abb. 1):

Fortbildungsangebot zum Problemlösen		Inhaltliche Strukturierung		
		1 Was ist Problemlösen?	2 Problemlösestrategien	3 Lernendenunterstützung
Angebotstypen auf verschiedenen Ebenen von Theorie- und Praxisorientierung	a) Theoretische Orientierung (Theoretische Erklärvideos)	Baustein 1a	Baustein 2a	Baustein 3a
	b) Materialunterstützung (Aufgabensammlung mit didaktischem Kommentar)	Baustein 1b	Baustein 2b	Baustein 3b
	c) Praktische Umsetzung (Unterrichtsvideos)	Baustein 1c	Baustein 2c	Baustein 3c

Abbildung 1: Fortbildungsangebot im Überblick: inhaltliche Strukturierung und Angebotstypen (eigene Darstellung)

Insgesamt werden den Lehrkräften damit neun Angebotsbausteine zur Verfügung gestellt. Da die Themenbereiche (Spalten) inhaltlich aufeinander aufbauen, werden sie im Sinne von Kapiteln nacheinander thematisiert (Näheres zur Art der Darbietung der Angebotsbausteine in Kapitel 4.2 „Gestaltung der Online-Fortbildung zum Problemlösen“).

4 Methodisch-didaktische Gestaltung der Fortbildung

Neben den Inhalten hängt die Wirksamkeit eines Fortbildungsangebots auch wesentlich von dessen methodisch-didaktischer Gestaltung ab (z.B. Barzel & Selter, 2015; Darling-Hammond et al., 2017). Im Folgenden werden daher zunächst die aus der Empirie bekannten Gestaltungsmerkmale effektiver Fortbildungen als Grundlage für die konkrete Gestaltung der Fortbildung zum Problemlösen (Kap. 4.2) zusammenfassend dargestellt.

4.1 Gestaltungsmerkmale wirksamer (Online-)Fortbildungen

Aus zentralen Befunden können Gestaltungsmerkmale wirksamer Fortbildungen abgeleitet werden (für Präsenzfortbildungen: z.B. Barzel & Selter, 2015; Capparozza et al., 2023; Darling-Hammond et al., 2017; Desimone, 2009; Lipowsky & Rzejak, 2021). Als zentral stellten sich u.a. die folgenden heraus:

- *Angemessene Dauer:* Zur Einschätzung, welche Fortbildungsdauer als angemessen betrachtet werden kann, kann der Leitsatz „So lange wie nötig, so kurz wie möglich“ (Lipowsky & Rzejak, 2021, S. 56) dienen. Es hat sich gezeigt, dass sogenannte One-Shot-Fortbildungen in der Regel nicht die gewünschte Wirkung erzielen (Lipowsky & Rzejak, 2021). Veranstaltungen, die sich über einen längeren Zeitraum erstrecken, haben zudem den Vorteil, dass unterrichtliche Erprobungen und Reflexionen der Erfahrungen im Rahmen der Fortbildung möglich sind.
- *Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen:* Diese drei aufeinander aufbauenden Phasen sollten nicht nur einmal stattfinden, sondern möglichst wiederkehrend eingeplant werden. Dass nachhaltiges Wissen in authentischen Situationen erworben wird, geht auf den Ansatz des situierten Lernens zurück. Neben dem theoretischen Input spielt daher auch der Praxisbezug eine große Rolle, und dementsprechend wird auch bei diesem Merkmal die Fokussierung auf verschiedene Ebenen zwischen Theorie und Praxis betont (Lipowsky & Rzejak, 2021).
- *Reflexionsförderung:* Besondere Bedeutung kommt den Reflexionsphasen zu. Barzel und Selter (2015) betonen hierbei insbesondere die *Reflexionsförderung*, d.h. die Unterstützung bei der Reflexion der eigenen Unterrichtspraxis sowie der eigenen professionellen Kompetenzen und Überzeugungen.
- *Lehr-Lern-Vielfalt:* Die Lehr-Lern-Vielfalt bezieht sich auf methodisch vielseitige Lernangebote. Dazu kann z.B. gehören, dass es neben der theoretischen Wissensvermittlung auch ausreichenden Praxisbezug gibt, verschiedene Sozialformen in synchronen Treffen angeboten werden etc. (Barzel & Selter, 2015).
- *Kooperative Arbeitsformen bzw. Kooperationsanregung:* Die Fortbildungsveranstaltungen sollen das Bilden professioneller Lerngemeinschaften ermöglichen, damit kollegialer Austausch stattfinden kann und Kooperationen auch über die synchronen Sitzungen hinaus angeregt werden können (Barzel & Selter, 2015).
- *Feedback:* Lehrkräfte sollten während der Fortbildung *Feedback* zu ihren Lernprozessen und Erfahrungen erhalten. Dabei kann es sich sowohl um Peer- als auch um Expert*innenfeedback handeln (Lipowsky & Rzejak, 2021).
- *Teilnehmendenorientierung:* Die Orientierung an den Lehrkräften und ihrem beruflichen Alltag bedeutet, dass unterschiedliche Lernvoraussetzungen (wie Vorwissen, Berufserfahrung etc.) und Fortbildungsbedarfe (individuell) berücksichtigt werden (Barzel & Selter, 2015).

Ein besonderes Potenzial, das Gestaltungsmerkmal der Teilnehmendenorientierung umzusetzen, d.h. den unterschiedlichen Voraussetzungen und Bedürfnissen der Lehrenden gerecht zu werden, bieten webbasierte Fortbildungen (Lipowsky & Rzejak, 2021). Insbesondere asynchrone Phasen in webbasierten Fortbildungen ermöglichen es den Lehrkräften, unterschiedliche individuelle Lernwege einzuschlagen. Durch diese Möglichkeiten des selbstregulierten Lernens kann ein Fortbildungsangebot adaptiv gestaltet werden.

Nicht nur um heterogenen Lernvoraussetzungen Rechnung zu tragen, sondern auch um Bedürfnissen nach flexibler Nutzung gerecht zu werden, sind Online-Fortbildungen besonders geeignet (Eickelmann & Drossel, 2020). Im Gegensatz zu klassischen Fortbildungen lassen sich webbasierte Angebote in der Regel besser in den Alltag integrieren

(Benner & Kaufmann, 2020; Dede et al., 2009; Richter et al., 2013), insbesondere wenn für die Teilnehmenden längere Anfahrtswege entfallen (Ansyari et al., 2022).

Bragg et al. (2021) arbeiteten in ihrem Meta-Review heraus, dass Flexibilität und individuelle Lernmöglichkeiten in der Regel zu einer höheren Zufriedenheit der Teilnehmenden führen. Darüber hinaus wurden weitere Gestaltungsmerkmale für effektive Online-Fortbildungen identifiziert. Hier gibt es Überschneidungen mit den Gestaltungsmerkmalen für klassische Fortbildungen, und es wird davon ausgegangen, dass diese Gestaltungsmerkmale auf die Konzeption von Online-Fortbildungen im Kern übertragbar sind (Lipowsky & Rzejak, 2021). Dennoch ergeben sich für digitale Formate weitere Besonderheiten (Bragg et al., 2021; Capparozza et al., 2023).

Für die durchgehende Aktivierung bzw. Einbindung der Teilnehmenden wurde für Online-Fortbildungen das zusätzliche Gestaltungsmerkmal der *aktiven Auseinandersetzung mit dem Fortbildungsangebot* formuliert (Bragg et al., 2021). Da dieses Merkmal in Online-Fortbildungen eine besondere Bedeutung gewinnt, wurde es als eigenständiges Gestaltungsmerkmal hervorgehoben und nicht als Teil der Teilnehmendenorientierung betrachtet. Darunter kann z.B. verstanden werden, dass die Teilnehmenden ein gewisses Engagement zeigen und das Angebot in dem zur Verfügung stehenden Zeitraum optimal nutzen. Da Online-Fortbildungen häufig asynchrone Phasen beinhalten und in diesen höhere Selbststeuerungsfähigkeiten als in synchronen Phasen erforderlich sind (Lipowsky & Rzejak, 2021), kommt diesem Merkmal eine besondere Bedeutung zu.

Das Merkmal der Teilnehmendenorientierung wird bei der Gestaltung von Online-Fortbildungen stärker gewichtet, indem verschiedene Aspekte als eigenständige Gestaltungsmerkmale aufgeführt werden: die *Berücksichtigung individueller Lernbedürfnisse*, *subjektiv wahrgenommene Relevanz* sowie *Flexibilität* (Bragg et al., 2021). Diese drei Merkmale zielen vor allem darauf ab, dass verschiedene, vielfältige, differenziert gestaltete Lernangebote (Videos, Unterrichtsmaterial etc.) zur Verfügung gestellt werden, die nach persönlicher Relevanz ausgewählt und im eigenen Lerntempo genutzt werden können (Bragg et al., 2021).

Zudem kommt der *Lernbegleitung* in Online-Fortbildungen eine besondere Bedeutung zu (Bragg et al., 2021; Dille & Røkenes, 2021). Dabei kann zwischen Unterstützungsstrategien und lernunterstützenden Ressourcen unterschieden werden (Bragg et al., 2021). Zu möglichen Unterstützungsstrategien gehören eine erste Orientierungssitzung zum Ablauf, Ansprechpartner*innen während der Fortbildung für organisatorischen und technischen Support, aber auch inhaltliche Unterstützung. Unter lernunterstützenden Ressourcen werden verschiedene Materialien verstanden, die das Lernen in der Fortbildung erleichtern sollen (z.B. interaktive Aktivitäten, Reflexionsmaterialien etc.).

4.2 Gestaltung der Online-Fortbildung zum Problemlösen

Um das Potenzial von Online-Fortbildungen insbesondere hinsichtlich der flexiblen digitalen Nutzung auszuschöpfen, bedarf es neben der Berücksichtigung der Gestaltungsmerkmale eines entsprechenden organisatorischen Rahmens, gemäß dem die beschriebenen Angebotsbausteine (s. Kap. 3) zur Verfügung gestellt werden. Hierfür ist es notwendig – insbesondere auch hinsichtlich des Gestaltungsmerkmals *Teilnehmendenorientierung* –, die Zielgruppe der Fortbildung zu berücksichtigen. Die in diesem Beitrag vorgestellte Fortbildung richtet sich an Lehrkräfte verschiedener Schularten, die Mathematik in den Klassenstufen 5 bis 10 unterrichten. Damit die teilnehmenden Lehrkräfte örtlich und zeitlich ungebunden sind, wird die Fortbildung vollständig online mit synchronen und asynchronen Elementen angeboten.

Um unterschiedliche Lernbedürfnisse zu berücksichtigen, sind asynchrone Phasen von Bedeutung, die eine flexible Bearbeitung der Angebotstypen (Auswahl je nach persönlicher Relevanz) im eigenen Lerntempo ermöglichen (Dille & Røkenes, 2021). Die drei Kapitel sollen daher von den Teilnehmenden in asynchronen Phasen erarbeitet werden. Um weitere Gestaltungsmerkmale effektiver Fortbildungen, wie *Feedback* und

kooperative Arbeitsformen bzw. Austausch unter den Teilnehmenden und mit den Fortbildenden¹, berücksichtigen zu können, sind zusätzlich auch synchrone Elemente wichtig. Die drei Fortbildungskapitel werden daher durch vier synchrone Sitzungen (mit einer Dauer von jeweils 90 Minuten) gerahmt.

Der Start in die Fortbildung erfolgt synchron durch eine Kick-Off-Sitzung, in der sich die Fortbildenden vorstellen (s. Abb. 2, T1). In dieser ersten synchronen Sitzung wird das Fortbildungskonzept zudem erläutert, und es wird mit dem Kapitel 0 „Warum Problemlösen?“ für die bevorstehende Auseinandersetzung mit den Inhalten zum Problemlösen motiviert. Nach der ersten synchronen Online-Sitzung beginnt die erste asynchrone Bearbeitungsphase. Zugriff auf die Fortbildungsmaterialien erhalten die Teilnehmenden durch die Bereitstellung der Materialien auf einer digitalen Lernplattform (ILIAS). Die Phase des flexiblen Bearbeitens wird von einem Fortbildungsjournal, das gemäß des Gestaltungsmerkmals der Reflexionsanregung als Reflexionsinstrument dienen soll, begleitet – gleichermaßen sind die Fortbildenden bei Fragen jederzeit per Mail erreichbar. Damit die Fortbildenden in den synchronen Sitzungen zielgerichtetes Feedback geben können, soll das Fortbildungsjournal anonymisiert zur Einsicht für sie bis zum Vortag der synchronen Sitzung auf der Lernplattform hochgeladen werden.

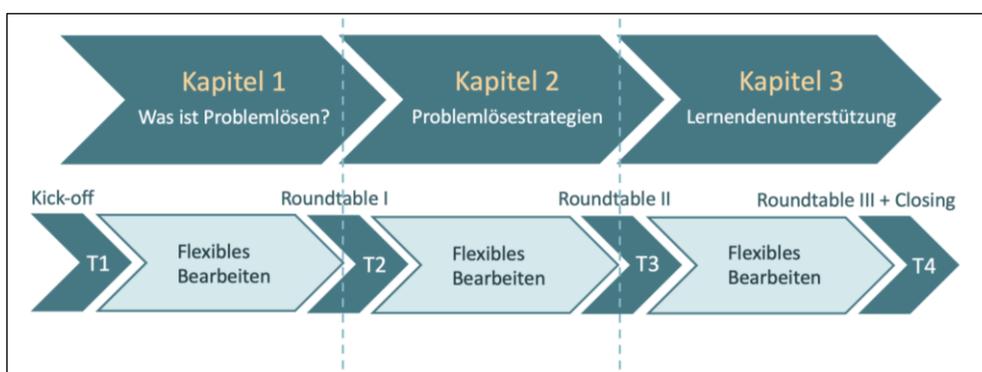


Abbildung 2: Ablauf der Online-Fortbildung (T = Termin der synchronen Sitzungen) (eigene Darstellung)

In der zweiten, dritten und vierten synchronen Sitzung wird dann Raum für Austausch der teilnehmenden Lehrkräfte untereinander und mit den Fortbildenden zum jeweils zuletzt bearbeiteten Kapitel geboten. Der Austausch wird in Form von Roundtables organisiert, d.h., die Lehrkräfte tauschen sich in Kleingruppen über ihr erworbenes Wissen und ihre Erfahrungen (u.a. aus unterrichtlichen Erprobungen) zum jeweiligen Kapitel aus. Der vierte und letzte Termin dient schließlich der Diskussion offener Fragen oder Themen zum Problemlösen. Die Lehrkräfte werden außerdem dazu angeregt, auf die Fortbildung zurückzublicken und zu reflektieren, worin ihre wichtigsten Take-Home-Messages bestehen.

5 Entwicklung der einzelnen Bausteine

Um einen Eindruck von den konkreten Inhalten der Online-Fortbildung zu erhalten, werden im Folgenden die verschiedenen Angebotstypen für die Kapitel (s. Abb. 3 auf der folgenden Seite) und das zugehörige Reflexionsinstrument, das Fortbildungsjournal, vorgestellt.

¹ Bei den Fortbildenden handelte es sich um die Autor*innen.

Fortbildungsangebot zum Problemlösen		Inhaltliche Strukturierung		
		1 Was ist Problemlösen?	2 Problemlösestrategien	3 Lernendenunterstützung
Angebotstypen auf verschiedenen Ebenen von Theorie- und Praxisorientierung	Theoretische Orientierung (Theoretische Erklärvideos)			
	Materialunterstützung (Aufgabensammlungen mit didaktischem Kommentar)	 Materialpaket	 Materialpaket 2	 Materialpaket 3
	Praktische Umsetzung (Unterrichtsvideos)			

Abbildung 3: Fortbildungsangebot zum Problemlösen: konkretisierte Angebotsbausteine im Überblick (eigene Darstellung)

5.1 Theoretische Erklärvideos

Die theoretischen Erklärvideos wurden als vertonte PowerPoint-Präsentationen mit einer Länge von ungefähr 20 Minuten nach Prinzipien des multimedialen Lernens (Mayer, 2009) erstellt. Die Folien wurden dabei anhand eines Skripts nach dem aktuellen Stand der mathematikdidaktischen Forschung zum Problemlösen entwickelt (vgl. Kap. 2 und 3). Inhaltliche Schwerpunkte des Fortbildungsangebots stellen entsprechend die drei thematischen Kapitel dar: 1) Was ist Problemlösen?, 2) Problemlösestrategien und 3) Lernendenunterstützung. Dadurch, dass die Erklärvideos zu den drei Kapiteln jederzeit mit der Stoppfunktion angehalten, in höherer Geschwindigkeit abgespielt und wiederholt angesehen werden können, wird eine individuelle Nutzung ermöglicht.

5.2 Aufgabensammlungen mit didaktischem Kommentar

Die Materialunterstützung (s. Online-Supplement²) umfasst verschiedene Problemlöseaufgaben mit didaktischen Kommentaren, die auf die Inhalte des jeweiligen Kapitels (z.B. Lernendenunterstützung) abgestimmt sind. Pro Klassenstufe 5/6, 7/8 und 9/10 wurden curricular passend jeweils zwei oder drei exemplarische Problemlöseaufgaben zur Verfügung gestellt. Dadurch sollten die Lehrkräfte erkennen, worauf beim Einsatz von Problemlöseaufgaben zu achten ist, um anschließend in der Lage zu sein, diese Kriterien auch bei anderen Aufgaben anwenden zu können. Die Auswahl der Problemlöseaufgaben erfolgte nach bestimmten Kriterien: Die mathematischen Probleme sollten jeweils Inhalte des Bildungsplans thematisieren und keine vom Curriculum losgelösten „Knobelgaben“ sein. Sie sollten offen gestaltet sein und verschiedene Differenzierungsniveaus und Problemlösestrategien zulassen. Darüber hinaus sollte die vielfältige Einsetzbarkeit von Problemlöseaufgaben deutlich werden, indem nicht nur Aufgaben für den Unterrichtseinstieg, sondern auch solche zur Vertiefung von Inhalten vorgestellt wurden. Begleitet durch die Fortbildenden wurden die verwendeten Problemlöseaufgaben im Vorfeld von Studierenden mit Schüler*innen einer Partnerschule erprobt. In diesem Zuge konnten auch typische Schüler*innenlösungen gesammelt und den Lehrkräften zur Verfügung gestellt werden.

² Im Online-Supplement werden Auszüge aus der Materialunterstützung des zweiten Fortbildungskapitels („Problemlösestrategien“) dargestellt.

5.3 Unterrichtsvideos

Um zu illustrieren, wie Lehrkräfte den komplexen Anforderungen des Problemlöseunterrichts gerecht werden können, werden in den Unterrichtsvideos konkrete Problemlösestunden gezeigt. Dazu entwickelten wir Unterrichtsentwürfe, die die jeweils zentralen Aspekte des Kapitels, wie z.B. die Nutzung vielfältiger Problemlösestrategien, in den Fokus rücken. Anschließend wurden die Entwürfe in Zusammenarbeit mit drei unterrichtenden Lehrkräften weiterentwickelt und konkretisiert. Durchgeführt wurde der gemeinsam konzipierte Unterricht zu den jeweils zentralen Aspekten der drei Fortbildungskapitel in insgesamt drei verschiedenen Klassenstufen der Sekundarstufe I (5/6, 7/8 und 9/10). Die jeweiligen Unterrichtsstunden wurden aus drei verschiedenen Kameraperspektiven gefilmt. Das Rohmaterial wurde anschließend zu 20-minütigen Videos geschnitten.

5.4 Fortbildungsjournal

Das Fortbildungsjournal (s. Abb. 4 auf der folgenden Seite) soll sowohl den Lernprozess auf inhaltlicher Ebene als auch die strukturell-organisatorische Steuerung des Lernprozesses unterstützen. Zum einen wird im Fortbildungsjournal nach zentralen Take-Home-Messages zu den Angebotstypen gefragt. Zum anderen werden Reflexionsfragen zum individuellen Nutzungsverhalten gestellt. Darüber hinaus sollen die Lehrkräfte Selbstauskünfte zur Erprobung sowie zum kollegialen Austausch geben. Durch die anonyme digitale Einreichung der Fortbildungsjournale können die Fortbildenden daher nicht nur gezielt Feedback geben, sondern auch Einblicke in die Nutzung des Angebots gewinnen.

Fortbildungsjournal 1

stimme
überhaupt
nicht zu
stimme
voll und
ganz zu

*Die Inhalte des Unterrichtsvideos sind für mich als Mathematiklehrkraft relevant. ○ ○ ○ ○ ○ ○

*Das Unterrichtsvideo hat mich dazu angeregt, über das Problemlösen in meinem Mathematikunterricht nachzudenken. ○ ○ ○ ○ ○ ○

Kommentar:

Erprobung im eigenen Unterricht

stimme
überhaupt
nicht zu
stimme
voll und
ganz zu

*Durch die Fortbildung hat sich die Gestaltung meines Unterrichts zum Problemlösen verändert. ○ ○ ○ ○ ○ ○

Kommentar:

Abbildung 4: Auszüge aus dem Fortbildungsjournal zu Kapitel 1 (eigene Darstellung)

6 Erfahrungsbericht zur Durchführung der Online-Fortbildung mit asynchronen und synchronen Elementen

Im folgenden Erfahrungsbericht wird auf der Grundlage von Rückmeldungen aus den Fortbildungsjournalen, Nachrichten (E-Mail und Chat) und Diskussionen in den synchronen Sitzungen dargestellt, wie das Online-Angebot von den 166 Teilnehmenden³

³ Als Teilnehmer*in wird jede Person gezählt, die nach der Teilnahme an der Kick-Off-Sitzung in der Online-Fortbildung verblieben ist, indem sie mindestens ein Fortbildungsjournal auf der ILIAS-Plattform hochgeladen hat. Nicht alle Teilnehmenden haben bis zum Ende der Fortbildung (Closing-Veranstaltung) teilgenommen. Bei Durchführung 1 haben lediglich noch ca. 50 Prozent an der letzten Sitzung teilgenommen, bei den Durchführungen 2 und 3 ca. 80 Prozent.

angenommen wurde. Bisher haben wir die Online-Fortbildung dreimal angeboten (s. Abb. 5).



Abbildung 5: Die bisherigen Durchführungen im Überblick (eigene Darstellung)

Die erste Durchführung sollte insbesondere dazu genutzt werden, aus den Rückmeldungen der Teilnehmenden mögliche Verbesserungen des Fortbildungsangebots für die weiteren Durchführungen abzuleiten. Daher werden im folgenden Kapitel insbesondere Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge der Teilnehmenden in den Blick genommen.

6.1 Rückmeldungen der Teilnehmenden zur ersten Durchführung

Die Zufriedenheit mit den Inhalten der Angebotstypen war bereits im ersten Durchlauf überwiegend hoch. Zum Umfang der Bausteine meldeten die Lehrkräfte mehrheitlich zurück, dass die Länge der Videos jeweils angemessen und auch der Umfang der Materialunterstützung gut angepasst sei. Teilweise wurde der Wunsch nach noch mehr Problemlöseaufgaben in der Materialunterstützung geäußert. Das war meist dann der Fall, wenn Teilnehmende die Materialunterstützung als reine Aufgabensammlung aufgefasst haben. Dies zeigte, dass eine Optimierung hinsichtlich der Zielklarheit notwendig war, was in den weiteren Durchführungen berücksichtigt wurde. Dass eine Erhöhung des Umfangs der Materialunterstützung nicht von allen Teilnehmenden als notwendig betrachtet wurde, zeigten auch Rückmeldungen wie die folgende: „Viele spannende Problemstellungen, die ich mir allerdings nicht im Detail anschauen konnte. Sie werden gesichert und die ein oder andere Problemstellung wird im Laufe der Zeit Eingang in den Unterricht finden.“ (TN24)

Das digitale Format wurde von den Teilnehmenden sehr geschätzt, nicht zuletzt aufgrund der unterschiedlichen beruflichen sowie privaten Verpflichtungen. Dadurch, dass die Materialien ständig verfügbar waren, empfanden die Teilnehmenden es als positiv, die Wochentage und auch Tageszeiten für die Bearbeitung frei wählen zu können.

Indem Angebotstypen mehrmals genutzt oder auch vereinzelt ausgelassen wurden, bot die zeitliche Flexibilität in den asynchronen Phasen gleichzeitig Möglichkeiten zur adaptiven Nutzung. Einige Teilnehmende gaben an, die Nutzungsweise der Bausteine individuell für sich angepasst zu haben, wie folgende Aussage beispielsweise zeigt: „Ich habe das Erklärvideo insgesamt zwei Mal angesehen: Kurz nach dem entsprechenden Online-seminar, dann nochmal kurz vor der Umsetzung einer eigenen Problemlöseaufgabe.“ (TN8) Zur adaptiven Nutzung gehörte dabei nicht nur die wählbare Intensität der Auseinandersetzung, sondern auch die Reihenfolge, in der die Angebotstypen genutzt wurden. Hierbei zeigten sich unterschiedliche Nutzungswege. Häufig wurde jedoch die Reihenfolge von abstrakt zu situiert bevorzugt, wie in folgender Rückmeldung bestätigt wird: „Chronologische Vorgehensweise, da mir die Abfolge, Theorie – Material – Praxis als sinnvoll erscheint.“ (TN24) Darüber hinaus zeigten sich weitere unterschiedliche Nutzungsweisen, die auf andere individuelle Fortbildungsbedarfe zurückzuführen sind. Beispielsweise wurden Problemlöseaufgaben von den Lehrkräften selbst gelöst: „Ich habe Aufgaben selbst gelöst und versucht zu schauen, was die Kinder dabei gemacht hätten.“ (TN2) Auch wurde das Unterrichtsvideo beispielsweise dazu genutzt, für den eigenen Unterricht Elemente zu adaptieren, wie die folgende Bemerkung zeigt: „In einer

zweiten Sichtung habe ich gezielt nach den jeweiligen Phasen sowie den damit verbundenen Arbeitsaufträgen geschaut, um mein eigenes Arbeitsblatt zu gestalten.“ (TN8)

Während die Zufriedenheit mit den Materialien und insbesondere mit dem digitalen Format bereits im ersten Durchgang hoch war, gab es hinsichtlich des organisatorischen Rahmens Schwierigkeiten, die Optimierungen erforderten. Diese Schwierigkeiten bezogen sich sowohl auf die Gestaltung der asynchronen Phasen als auch auf die Gestaltung der synchronen Sitzungen.

Hinsichtlich der Gestaltung der asynchronen Phasen zeigte sich, dass nur wenige Lehrkräfte das Fortbildungsjournal als begleitendes Reflexionsinstrument nutzten und sie sich somit nicht ausreichend intensiv mit den Fortbildungsmaterialien auseinandersetzten. Die Anzahl der eingereichten Fortbildungsjournale nahm im Verlauf der Fortbildung stark ab (Kapitel 1 = 30, Kapitel 2 = 13, Kapitel 3 = 12). Trotz zwei Monate Bearbeitungszeit pro Kapitel schien für die Auseinandersetzung mit den Materialien während des Schulalltags keine Zeit zu sein: *„Zwischen x Korrekturen und sonstigen Arbeiten kommt man kaum dazu, alles auszufüllen. Ansonsten war genug Zeit zwischen den einzelnen Fortbildungsjournalen.“* (TN26) Wie in diesem Beispiel wurden häufig zeitliche Gründe für die Nichtabgabe des Journals genannt. Aus den Rückmeldungen zum Umfang der Fortbildungsmaterialien ging jedoch hervor, dass dieser als angemessen empfunden wurde. Insgesamt liegt nahe, dass die Auseinandersetzung mit den Materialien – wie bereits im Beispiel angedeutet – aufgrund des langen Zeitraums nicht im Vordergrund stand. Außerdem gab es Hinweise darauf, dass insgesamt ein zu langer Zeitraum (acht Wochen pro Kapitel) für die Auseinandersetzung mit den Fortbildungsmaterialien angesetzt war: *„Tatsächlich liegt die Zwischensitzung jetzt bereits etwa einen Monat zurück und an wirklich konkrete Punkte daraus erinnere ich mich nicht mehr.“* (TN8) Aufgrund der langen Distanzphasen war es schwierig, den Teilnehmenden eine angemessene Lernbegleitung zu bieten, die zum richtigen Zeitpunkt motiviert. Ein zentrales Problem, das sich daher bezüglich der asynchronen Phase zeigte, war die mangelnde Eingebundenheit der Teilnehmenden.

Hinsichtlich der Gestaltung der synchronen Sitzungen wurde zum einen bemängelt, dass zu wenig Interaktion zwischen den Teilnehmenden, u.a. auch aufgrund zu großer Gruppengrößen, stattfand. Zum anderen wurde der Austausch auf der inhaltlichen Ebene von einigen Teilnehmenden als zu wenig zielgerichtet empfunden. Es wurde teilweise kritisiert, dass dieser hauptsächlich auf die Erprobung der Materialien abzielte, die nicht von allen Teilnehmenden durchgeführt wurde. Darüber hinaus wurde in den Rückmeldungen von mehreren Lehrkräften geäußert, dass zu wenig Austausch außerhalb der Sitzung bzw. im eigenen Kollegium stattfinden konnte: *„Ich hätte mir gewünscht, dass noch mehr Mathematik-Kolleg*innen aus meiner Schule an dieser Fortbildung teilnehmen, dann sind Absprachen zum Unterricht leichter zu planen und zu treffen.“* (TN10)

6.2 Optimierungen und Rückmeldungen der Teilnehmenden zur zweiten und dritten Durchführung

Um die beschriebenen Schwierigkeiten in den asynchronen Phasen und den synchronen Sitzungen zu überwinden, wurden Optimierungen vorgenommen, insbesondere um die organisatorischen Rahmenbedingungen zu verbessern, die die Nutzungsmöglichkeiten betreffen.

Die erste Optimierung bezüglich der wenigen Abgaben (und auch Fortbildungsabbrüche) bestand darin, die Einreichung des Fortbildungsjournals als verbindlich zu kennzeichnen. Zusätzlich wurde folgende Bedingung als Anreiz für die Abgabe geschaffen: Nur wenn ein Kapitel im Rahmen des Fortbildungsjournals bearbeitet worden war, wurde Zugang zum nächsten Kapitel gewährt. Das Fortbildungsjournal zum vorherigen Kapitel musste also eingereicht werden, um ab der synchronen Sitzung wieder in die asynchrone Bearbeitungsphase des nächsten Kapitels einsteigen zu können. Diese neue

Regelung zum verpflichtenden Fortbildungsjournal und der bedingten Freischaltung motivierte zur *aktiven Auseinandersetzung mit dem Angebot* (vgl. Bragg et al., 2021), was folgende Rückmeldung exemplarisch zeigt: „Für mich ist es hilfreich, das Journal ausfüllen zu müssen. Ich denke intensiver über die Inhalte nach; ich nehme mir tatsächlich Zeit; durch die fixen Termine für die Hausaufgabe fällt es mir leichter, am Ball zu bleiben.“ (TN45) Wie zuvor erläutert wurde, erfordern Phasen der individuellen Bearbeitung erhöhte Selbststeuerungsfähigkeiten (Lipowsky & Rzejak, 2021). Möglicherweise trägt die Regelung zur verbindlichen Abgabe dazu bei, dass die Teilnehmenden besser in der Lage sind, dieser Anforderung gerecht zu werden.

Die zweite Optimierung betrifft die Dauer der asynchronen Phasen. Um wirklich nur *so viel Zeit wie nötig* zu geben, wurden die Zeiträume für die eigenständige Bearbeitung von acht auf zwei Wochen gekürzt (vgl. *Angemessene Dauer*; Lipowsky & Rzejak, 2021). Dies wurde mehrheitlich als eine gute Lösung angesehen, wie auch von einer Teilnehmerin, die Folgendes zurückmeldete: „[die zur Verfügung stehende Zeit war] angemessen, ich kann selbst entscheiden, wie intensiv ich mich mit den Aufgaben auseinandersetze.“ (TN14) Durch die kürzeren asynchronen Phasen konnten Bearbeitungsstände der teilnehmenden Lehrkräfte besser abgeschätzt werden, was eine intensivere Lernbegleitung (per Mail) während der asynchronen Phase ermöglichte.

Eine weitere Optimierung, die ebenfalls zum Ziel hatte, die Eingebundenheit der Teilnehmenden zu stärken, lag in der motivierenden Begleitung. Durch Erinnerungsmails (z.B. mit dem Betreff „Heute schon ans Problemlösen gedacht?“) zur Halbzeit der asynchronen Phasen sollten die Teilnehmenden motiviert werden, sich Zeit für die Auseinandersetzung mit den Fortbildungsmaterialien zu nehmen. Außerdem wurden die Lehrkräfte im Sinne der Unterstützungsstrategien nach Bragg et al. (2021) häufiger und frühzeitiger an bevorstehende Abgabefristen oder Online-Termine erinnert. Einige Lehrkräfte meldeten in der zweiten und dritten Durchführung zurück, dass sie die Erinnerungsmails sehr schätzten und der Kontakt per Mail ihnen geholfen habe, bis zum Ende der Fortbildung dabei zu bleiben.

Darüber hinaus haben wir Verbesserungen bei den synchronen Sitzungen vorgenommen. Zu einer guten Lernbegleitung in Online-Sitzungen gehören auch interaktive Aktivitäten und Reflexionsmaterial (lernunterstützende Ressourcen nach Bragg et al., 2021). Diese beiden Elemente waren in der ersten Durchführung bereits vorhanden, sollten aber für die weiteren Durchführungen optimiert werden. Zum einen wurden die interaktiven Aktivitäten durch kleinere Gruppengrößen und zusätzliche digitale Tools (z.B. TaskCards, Mentimeter) methodisch optimiert; zum anderen sollte der Austausch inhaltlich verbessert werden, indem er nicht nur auf die Erprobung, sondern auch auf allgemeinere Reflexionen abzielt. Beispielsweise wurden in Kleingruppen über TaskCards folgende Fragestellungen diskutiert: „Sie gehen durch Ihre Klasse: Welche Problemlösestrategien sehe ich bei meinen Schüler*innen häufig?“ und „Lernendenunterstützung: Wie sieht für mich Good Practice aus?“. Im zweiten und dritten Durchlauf wurde der Austausch dann deutlich positiver bewertet: „Das Arbeiten in den Kleingruppen (online) war sehr gut und gewinnbringend.“ (TN9) Darüber hinaus wurden die zielgerichteteren Reflexionsfragen als nützlicher empfunden. Dies zeigte sich in den insgesamt vermehrt positiven Rückmeldungen: „Die Aufgabenstellungen haben geholfen, zielführende Gespräche zu organisieren.“ (TN99)

Für einen intensiveren Austausch außerhalb der synchronen Sitzungen wurde bei der Werbung bzw. Einladung insbesondere darauf geachtet, dass die Schul- und Fachbereichsleitungen in erster Linie über das Angebot informiert wurden und so im besten Fall alle Mathematiklehrkräfte einer Schule zur Fortbildung eingeladen wurden (vgl. *Kooperationsanregung*; Barzel & Selter, 2015). Die Rückmeldungen aus den Fortbildungsjournalen der zweiten und dritten Fortbildung zeigten, dass diese gezielte Einladung mehr Möglichkeiten zum Austausch außerhalb der Sitzung bzw. im eigenen Kollegium bot:

„Eine Kollegin nimmt ebenfalls an der Fortbildung teil. Da wir sowieso oft zusammenarbeiten und Materialien & Ideen austauschen, haben wir auch z.B. über das Materialpaket gesprochen.“ (TN55)

Dazu, inwiefern das optimierte Fortbildungsangebot aus Sicht der Teilnehmenden zum eigenen Lernerfolg beigetragen hat, lieferten einzelne Rückmeldungen von Teilnehmenden Anhaltspunkte. Eine Teilnehmerin gab beispielsweise an, das Gelernte während des Unterrichts angewandt zu haben: „Häufig habe ich mich während des Unterrichts an die beiden Erklärvideos oder an das erste Unterrichtsbeispiel erinnert und manchmal sogar spontan den Unterricht etwas verändert.“ (TN85) Zwei andere Lehrkräfte berichteten hingegen von positiven Veränderungen im Verlauf der Fortbildungsteilnahme: „Ich verwende mehr Problemlöseaufgaben, variiere die Aufgaben, sammle Erfahrung und Selbstsicherheit im Umgang mit diesen Aufgaben.“ (TN108) und

Mit jedem neuen Modul und mit jeder neuen Sitzung wird mir immer bewusster, wie wichtig „Problemlösen“ für Schüler ist. Je mehr Einblick ich bekomme, um so motivierter bin ich, dies auch im Unterricht umzusetzen. Es macht richtig Spaß, das neue, hier erworbene Wissen sinnstiftend anzuwenden (TN1).

Darüber hinaus liegen Einschätzungen zu den einzelnen Bausteinen vor, inwiefern diese von den Teilnehmenden für den eigenen Unterricht als anregend wahrgenommen wurden. Diese Einschätzungen sind in 80 Prozent der Fälle positiv ausgefallen.

7 Implikationen

Aus den dargestellten (Praxis-)Erfahrungen, die im Rahmen regelmäßiger Reflexionstreffen der Fortbildenden diskutiert wurden, lassen sich grundlegende Erkenntnisse für die Konzeption und Durchführung von Online-Fortbildungen ableiten.

Insgesamt wurde deutlich, dass die Teilnehmenden das neu konzipierte Fortbildungsangebot sehr gut angenommen haben. Die Rückmeldungen zum digitalen Format fielen mehrheitlich positiv aus. Begründet wurden die positiven Einschätzungen hauptsächlich damit, dass flexibles Arbeiten ermöglicht und individuelle Nutzungsweisen zugelassen wurden. Der Aspekt der Flexibilität wurde beispielsweise in folgender Bemerkung besonders betont: „Ich finde die Fortbildungsreihe sehr gewinnbringend und durch die hohe zeitliche Flexibilität und das Online-Format auch sehr gut in den Alltag (auch mit Kindern) integrierbar.“ (TN85). Wie in Kapitel 4.1 hergeleitet, legt nun auch die Erfahrung aus der Praxis nahe, dass insbesondere asynchrone Phasen die flexible und adaptive Nutzung eines Online-Fortbildungsangebots ermöglichen. Darüber hinaus kann festgehalten werden, dass eine adaptive Nutzung eher möglich ist, wenn verschiedene Lernangebote gemacht werden und individuelle Nutzungsweisen nicht nur zugelassen, sondern die Teilnehmenden dazu auch ausdrücklich angeregt werden.

Zudem erfordert die Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten in asynchronen Phasen höhere Selbststeuerungskompetenzen als in synchronen Sitzungen oder Präsenzfortbildungen (Lipowsky & Rzejak, 2021). Daher müssen Lehrkräfte in Online-Fortbildungen mit asynchronen Phasen entsprechend unterstützt werden. Diese Unterstützung war bei der ersten Durchführung der Online-Fortbildung jedoch nicht ausreichend, was sich in passiven Teilnahmen oder Abbrüchen äußerte. Die aufgetretenen Schwierigkeiten bezogen sich insbesondere auf den organisatorischen Rahmen der Fortbildung. Dieser musste daher vor allem im Hinblick auf eine stärkere Einbindung der Teilnehmenden optimiert werden. In Übereinstimmung mit den oben dargestellten Ergebnissen des Meta-Reviews zur Gestaltung von Online-Fortbildungen (Bragg et al., 2021) zeigten also auch unsere Erfahrungen, dass eine besondere Fokussierung auf die Teilnehmendenorientierung sowie auf die aktive Auseinandersetzung der Teilnehmenden mit dem digitalen Angebot notwendig ist. Aus den oben dargestellten Optimierungen, die Teilnehmende in ihrer Nutzung des Fortbildungsangebots besser unterstützen

sollen, ergeben sich verschiedene Implikationen für vergleichbare zukünftige Konzeptionen von Online-Fortbildungen mit synchronen und asynchronen Elementen:

- 1) *„Konsequente Zieltransparenz in der Fortbildung trotz vorausgegangener Fortbildungsbeschreibung“*: Auch wenn die Ausschreibung bereits über alle Details der Fortbildung informiert und die verfügbare Zeit in Fortbildungen knapp bemessen ist, ist es wichtig, in einer ersten gemeinsamen Orientierungssitzung den Ablauf, die Ziele der Fortbildung(sbausteine) und die damit verbundenen Erwartungen an die Teilnehmenden transparent und klar zu formulieren (Dille & Røkenes, 2021). Insbesondere bei einem ungewohnten Format mit ungewohnten Anforderungen ist Zielklarheit wichtig, um die Teilnehmenden auf das vorzubereiten, was sie erwartet, und so falsche Vorstellungen (und Enttäuschungen) zu vermeiden.
- 2) *„Intensive Kurszeit trotz hoher Workloads“*: Lehrpersonen haben in der Regel hohe Workloads, so dass man bei der Gestaltung der Fortbildung dazu tendieren würde, eher mehr als weniger Zeit zur individuellen Bearbeitung der Fortbildungsmaterialien zur Verfügung zu stellen. Hier ist der Leitsatz „so viel wie nötig“ (Lipowsky & Rzejak, 2021, S. 56) in Abhängigkeit von der Fülle an Fortbildungsinhalten von Bedeutung. Eine angemessene Fortbildungsdauer entspricht einer längerfristigen Fortbildung; die Dauer der asynchronen Phasen sollte aber nicht zu lang geplant sein. Denn die Inhalte der Fortbildung sollten noch so präsent sein, dass sie in den synchronen Sitzungen reflektiert werden können.
- 3) *„Verbindlichkeit trotz Flexibilität und Individualität“*: Trotz aller Flexibilität und Individualität in den asynchronen Phasen braucht es eine klare Struktur und Taktung, um für den Austausch in den jeweiligen synchronen Sitzungen wieder auf dem gleichen Bearbeitungsstand zu sein. Damit ist nicht gemeint, dass jede teilnehmende Lehrkraft gleich viel bearbeitet haben muss, sondern dass sie die eigene Nutzung des aktuellen Kapitels abgeschlossen hat. Damit die Auseinandersetzung mit den Inhalten im beruflichen Alltag Priorität erhält, sollten verbindliche Abgabefristen (in diesem Fall: eines Fortbildungsjournals als Reflexionsinstrument) gesetzt werden. Darüber hinaus empfiehlt es sich, Anreize zu schaffen, wie z.B. die Verknüpfung der Abgabe mit dem Zugriff auf die Inhalte des nächsten Kapitels.
- 4) *„Soziale Nähe trotz räumlicher Distanz“*: Da bei Online-Fortbildungen die Anwesenheit vor Ort und damit die Vorteile von Präsenzveranstaltungen wegfallen, muss dies bestmöglich kompensiert werden. In den synchronen Sitzungen kann dies durch das Schaffen möglichst vieler Interaktions- und Austauschgelegenheiten gelingen. Unserer Erfahrung nach ist es dafür wichtig, Online-Gruppenräume mit kleiner Personenanzahl zu erstellen, die Teilnehmenden zu bitten, sich mit eingeschalteter Videokamera einzuloggen, und Tools (wie TaskCards, Mentimeter etc.) und Reflexionsmaterial (z.B. ausgewählte Leitfragen und Aufgaben zur Reflexion der Unterrichtspraxis) zur Verfügung zu stellen, die den Austausch strukturieren. In den asynchronen Phasen können die Nachteile der räumlichen Distanz minimiert werden, indem die Fortbildenden im Sinne einer guten Lernbegleitung in regelmäßigen Abständen Kontakt per Mail aufnehmen. Geeignet sind z.B. motivierende Erinnerungsmails, um so das Gefühl der Einbindung in die Fortbildung auch während der asynchronen Phase zu stärken.

Diese vier Implikationen sollen aufzeigen, wo bei der Konzeption von Online-Fortbildungen mit synchronen und asynchronen Elementen – auch über den Fortbildungsgegenstand hinaus – Knackstellen liegen können und wie bei zukünftigen Konzeptionen auf diese entsprechend reagiert werden kann. Insgesamt wurde am Beispiel des Fortbildungsgegenstands Problemlösen deutlich, wie ein solches Fortbildungsangebot für

Lehrkräfte auf der Basis von Theorie und wissenschaftlichen Erkenntnissen entwickelt werden kann. Während in diesem Beitrag der Entwicklungsprozess auf Basis von systematischen Reflexionen der Praxiserfahrungen im Fortbildungsteam und Rückmeldungen der Teilnehmenden dargestellt wurde, wird dieses Fortbildungsangebot derzeit in einer Begleitstudie wissenschaftlich untersucht. Dabei soll insbesondere der Frage nachgegangen werden, in welchem Umfang das Angebot genutzt wurde, wie die individuelle Nutzung von heterogenen Voraussetzungen abhängt und darüber hinaus die nach der Fortbildung erlangten Kompetenzen vorhersagen kann.

Förderung

Dieses Projekt wird im Rahmen des Deutschen Zentrums für Lehrkräftebildung Mathematik (DZLM) durchgeführt, das am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) angesiedelt ist. Es wird durch Mittel der Leibniz Gemeinschaft gefördert.

Literatur und Internetquellen

- Ansyari, M.F., Groot, W. & De Witte, K. (2022). Teachers' Preferences for Online Professional Development: Evidence from a Discrete Choice Experiment. *Teaching and Teacher Education*, 119, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103870>
- Barzel, B. & Selter, C. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36 (2), 259–284. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104158>
- Benner, I. & Kaufmann, B. (2020). Angebot und Bedarf in der Lehrer*innenfortbildung. Ergebnisse aus der Region Mittelhessen. *Journal für LehrerInnenbildung*, 20 (4), 32–39. <https://doi.org/10.35468/jlb-04-2020-02>
- Besser, M., Leiß, D. & Blum, W. (2015). Theoretische Konzeption und empirische Wirkung einer Lehrerfortbildung am Beispiel des mathematischen Problemlösens. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36 (2), 285–313. <https://doi.org/10.1007/s13138-015-0077-x>
- 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, 2–23. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104158>
- Bruder, R. & Collet, C. (2011a). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Cornelsen Scriptor.
- Bruder, R. & Collet, C. (2011b). Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzepts zum Problemlösen im Mathematikunterricht – Wirkungsanalysen bei den Lehrenden und Lernenden. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H.J. Vollmer & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Empirische Fundierung in den Fachdidaktiken* (S. 27–45). Waxmann.
- Capparozza, M., Fröhlich, N., Dehmel, A. & Fauth, B. (2023). Gestaltung und Evaluation von webbasierten Lehrkräftefortbildungen. Ein Systematic Review. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Bildung für eine digitale Zukunft* (S. 363–397). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_15
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a Model of Teacher Professional Growth. *Teaching and Teacher Education*, 18 (8), 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Darling-Hammond, L., Hyster, M.E. & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>
- Dede, C., 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>
- Dille, K.B. & Røkenes, F.M. (2021). Teachers' Professional Development in Formal Online Communities: A Scoping Review. *Teaching and Teacher Education*, 105, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103431>
- Dörner, D. (1976). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Kohlhammer.
- Dreher, U., Holzäpfel, L., Leuders, T. & Stahnke, R. (2018). Problemlösen lehren lernen – Wirkung einer Lehrerfortbildung auf den Zuwachs prozessbezogener mathematischer Kompetenzen bei Schülerinnen und Schülern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39 (2), 227–256. <https://doi.org/10.1007/s13138-017-0121-0>
- Eickelmann, B. & Drossel, K. (2020). Lehrer*innenbildung und Digitalisierung – Konzepte und Entwicklungsperspektiven. In I. van Ackeren, H. Bremer, F. Kessl, H.C. Koller, N. Pfaff, C. Rotter, D. Klein & U. Salaschek (Hrsg.), *Bewegungen. Beiträge zum 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft* (S. 349–362). Barbara Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10h9fjc.28>
- Gärtner, H. (2007). *Unterrichtsmonitoring – Evaluation eines videobasierten Qualitätszirkels zur Unterrichtsentwicklung*. Waxmann.
- Grünkorn, J., Klieme, E., Praetorius, A.-K. & Schreyer P. (2020). *Mathematikunterricht im internationalen Vergleich. Ergebnisse aus der TALIS-Videostudie Deutschland*. DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation.
- Halmos, P. (1980). The Heart of Mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 87 (7), 519–524. <https://doi.org/10.2307/2321415>
- Heinrich, F., Bruder, R. & Bauer, C. (2015). Problemlösen lernen. In R. Bruder, L. Heffendehl-Hebecker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 279–301). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_10
- Heinze, A. (2007). Problemlösen im mathematischen und außermathematischen Kontext. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 28 (1), 3–30. <https://doi.org/10.1007/BF03339331>
- Herold-Blasius, R. (2021). *Problemlösen mit Strategieschlüsseln. Eine explorative Studie zur Unterstützung von Problembearbeitungsprozessen bei Dritt- und Viertklässlern*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32292-2>
- Holzäpfel, L., Lacher, M., Leuders, T. & Rott, B. (2018). *Problemlösen lehren lernen*. Klett Kallmeyer.
- Hussy, W. (1984). *Denkpsychologie, Band 1: Geschichte, Begriffs- und Problemlöseforschung, Intelligenz*. Kohlhammer.
- Kilpatrick, J. (1985). A Retrospective Account of the Past 25 Years on Teaching Mathematical Problem Solving. In E.A. Silver (Hrsg.), *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives* (S. 1–15). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kipman, U. (2018). *Problemlösen: Begriff – Strategien – Einflussgrößen – Unterricht – (häusliche) Förderung*. Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22370-0>
- Klieme, E., Neubrand, M. & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 139–190). Leske + Budrich. https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6_5
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.

- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2019). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i.d.F. vom 16.05.2019. Sekretariat der Kultusministerkonferenz Berlin/Bonn.
- Komorek, E., Bruder, R., Collet, C. & Schmitz, B. (2007). Contents and Results of an Intervention in Maths Lessons in Secondary Level I with a Teaching Concept to Support Mathematical Problem-Solving and Self-Regulative Competencies. In M. Prenzel (Hrsg.), *Studies on the Educational Quality of Schools. The Final Report on the DFG Priority Programme* (S. 175–196). Waxmann.
- Leuders, T. (2003). Problemlösen. In T. Leuders (Hrsg.), *Mathematik-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 119–135). Cornelsen Skriptor.
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden*. Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2020080>
- Martin, V., Oliveira, I. & Theis, L. (2018). Teaching Probability in Junior High School through Problem Solving: Construction and Analysis of a Probabilistic Problem. In A. Kajander, J. Holm & E.J. Chernoff (Hrsg.), *Teaching and Learning Secondary School Mathematics. Canadian Perspectives in an International Context* (S. 325–338). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92390-1_31
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development). (2020). *What Students Learn Matters: Towards a 21st Century Curriculum*. <https://doi.org/10.1787/d86d4d9a-en>
- Pólya, G. (1948). *How to Solve It*. Princeton University Press.
- Prediger, S. (2019). Investigating and Promoting Teachers' Expertise for Language-Responsive Mathematics Teaching. *Mathematics Education Research Journal*, 31 (4), 367–392. <https://doi.org/10.1007/s13394-019-00258-1>
- Prediger, S. & Pöhler, B. (2015). The Interplay of Micro- and Macro-Scaffolding: An Empirical Reconstruction for the Case of an Intervention on Percentages. *ZDM Mathematics Education*, 47 (7), 1179–1722. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0723-2>
- Reiss, K. & Törner, G. (2007). Problem Solving in the Mathematics Classroom: The German Perspective. *ZDM Mathematics Education*, 39, 431–441. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0040-5>
- Richter, D., Engelbert, M., Weirich, S. & Pant, H.A. (2013). Differentielle Teilnahme an Lehrerfortbildungen und deren Zusammenhang mit professionsbezogenen Merkmalen von Lehrkräften. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27 (3), 193–207. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000104>
- Santagata, R. (2014). Unterrichtsvideos in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung: Zentrale Fragestellungen, Instrumente und Einschätzungen für Forschung und Praxis. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 32 (2), 196–209. <https://doi.org/10.36950/bzl.32.2014.9612>
- Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving. Toward the Thinking Curriculum. In L.B. Resnick (Hrsg.), *Toward the Thinking Curriculum. Current Cognitive Research* (Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development) (S. 83–103). Association for Supervision and Curriculum Development.
- Schreiber, A. (2011). *Begriffsbestimmungen – Aufsätze zur Heuristik und Logik mathematischer Begriffsbildung*. Logos. <https://doi.org/10.30819/2883>

- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M. & Schwindt, K. (2011). Teacher Learning from Analysis of Videotaped Classroom Situations: Does It Make a Difference Whether Teachers Observe Their Own Teaching or That of Others? *Teaching and Teacher Education*, 27, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>
- van Es, E.A. & Sherin, M.G. (2002). Learning to Notice: Scaffolding New Teachers' Interpretations of Classroom Interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10 (4), 571–596.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46.
- Zech, F. (1996). *Grundkurs Mathematikdidaktik* (8., völlig neu bearb. Aufl.). Beltz.

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Demmler, K., Friesen, M., Holzäpfel, L., Leuders, T. & Dreher, A. (2024). Für mehr Problemlösen im Mathematikunterricht – Entwicklung und Optimierung einer Online-Fortbildung mit individuellen Nutzungsmöglichkeiten. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 7 (1), 300–319. <https://doi.org/10.11576/hlz-6591>

Eingereicht: 05.07.2023 / Angenommen: 03.05.2024 / Online verfügbar: 02.07.2024

ISSN: 2625–0675



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

English Information

Title: Problem Solving in the Mathematics Classrooms – an Online Professional Development Course with Options for Individual Utilization

Abstract: Despite many efforts to integrate problem solving as a process-related skill in mathematics classrooms, problem-solving elements are still underrepresented in German mathematics classrooms. One way to counteract this is to offer professional development (PD) courses for mathematics teachers. The following article describes how such PD courses offers for problem solving can be designed in times of digitalization. A special focus is on the design of a digital course offered that can be used flexibly and adaptively by the participants. Based on feedback from teachers who participated in three rounds of the online teacher professional development (oTPD) course, implications for future conceptions of similar oTPD courses offered could be worked out.

Keywords: Online Teacher Professional Development (oTPD); conception of Professional Development (PD) courses; utilization of Professional Development (PD) courses; problem solving; mathematics classroom