

Innovieren unter Druck

Qualitative Exploration von Lernwegen und Entwicklung eines Chatbots zur Unterstützung von schulpraktischen Erprobungen im Kontext einer Lehrkräftefortbildung

Steven Beyer^{1,*}

¹ *Humboldt-Universität zu Berlin*

** Kontakt: Humboldt-Universität zu Berlin,
Institut für Erziehungswissenschaften,
Mathematik und ihre Didaktik in der Primarstufe,
Unter den Linden 6, 10099 Berlin
steven.beyer@hu-berlin.de*

Zusammenfassung: Der Beitrag beschreibt im Sinne des „Educational Design Research“ (Plomp, 2013) die Ergebnisse einer systematischen Untersuchung von Herausforderungen beim Transfer digital unterstützter Lernumgebungen im Kontext schulpraktischer Erprobungen als Teil von Lehrkräftefortbildungen mit dem Ziel der Entwicklung eines Chatbots zur Unterstützung des handlungsbasierten Wissenserwerbs im situierten Lernen. Dazu sind Lernverläufe der Lehrenden als Lernende u.a. mittels Portfolios ($n = 19$) erfasst und mit einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet worden. Zentrale Ergebnisse beziehen sich hierbei auf Praktiken des Planens und Vorbereitens als Voraussetzung professionellen Unterrichtshandelns. Darauf aufbauend haben Praktiker*innen ($n = 10$) sowie Expert*innen ($n = 6$) in einem Knowledge-Exchange-Prozess mit einem Prototyping-Ansatz interdisziplinär Unterstützungs- und Lösungsmöglichkeiten erarbeitet. Aus diesen Ideen wurde ein Chatbot-Prototyp basierend auf Prinzipien des „mobile learning“ gestaltet. Der Beitrag schließt mit der Vorstellung der Chatbot-Kernelemente sowie der Einordnung der Ergebnisse und gibt einen Ausblick auf den anschließenden Entwicklungszyklus.

Schlagwörter: Digitalisierung; Fortbildung; Lernumgebungen; mobile learning



1 Innovieren unter Druck

Die Lehrkräftebildung steht über alle Phasen vor zusätzlichen Herausforderungen, beispielsweise durch die andauernde digitale Transformation und die zunehmende Qualifikationsheterogenität der Lehrenden.

Dabei steht die Digitalisierung nicht erst seit der pandemischen Lage im Fokus (Eickelmann et al., 2019). Bereits seit langem werden digitalen Medien zahlreiche Potenziale zur Bereicherung des Mathematikunterrichts attestiert, aber ihr fachdidaktisch sachgerechter Einsatz ist nach wie vor eines der großen Handlungsfelder (Krauthausen, 2012, 2020). Erschwert wird die Implementation u.a. durch den raschen technologischen Fortschritt, der einen ständigen Lernprozess von den Lehrkräften verlangt (Borko et al., 2009). Im Rahmen von Fortbildungen steht nicht nur der Erwerb von technologiebezogenem fachdidaktischem Professionswissen im Mittelpunkt, sondern auch die Veränderung affektiver Personenmerkmale. Hervorgehoben werden dabei mehrteilige Lerngelegenheiten, die neben dem Input auch das selbstständige Erkunden sowie Kompetenzerleben in Anwendungssituationen fördern (Barzel & Selter, 2015).

Parallel wird dieser Transformationsprozess durch eine zunehmende Qualifikationsheterogenität erschwert. So zeigt sich z.B. anhand von Daten aus Berlin, dass in den letzten Jahren rund ein Fünftel der benötigten Mathematikstunden nicht von in diesem Fach examinierten Lehrkräften unterrichtet werden konnten (SenBJF, 2021). Außerdem lassen sich durch die sogenannte Gestaltung von Sondermaßnahmen zur Gewinnung von Lehrkräften zur Unterrichtsversorgung (KMK, 2013) im Unterricht tätige Lehrkräfte zunehmend nicht mehr eindeutig einer Lehrkräftebildungsphase zuordnen, weil eigenverantwortlicher Unterricht sowie grundständige Ausbildung immer häufiger parallel stattfinden. Aufgrund des Mangels an geeigneten Absolvierenden setzt sich dieser Trend unvermittelt fort (Beyer & Eilerts, 2020; SenBJF, 2021).

In der Zusammenschau ergibt sich der Bedarf, diesen unterschiedlichen Lernbiografien und damit Lernbedürfnissen durch entsprechende Unterstützungsangebote in mehrteiligen Fortbildungen zu begegnen. Eine in diesem Zusammenhang häufig formulierte These ist, dass auch hier Digitalisierung positiv wirken kann. Jedoch beschäftigt sich die Mehrheit der Forschungsprojekte mit Schüler*innen bzw. mit der Fortbildung von Lehrkräften für den Einsatz digitaler Artefakte im Unterricht. Nur wenige Projekte untersuchen die Nutzung digitaler Potenziale, um Lehrkräfte bei ihrer Professionalisierung zu unterstützen (McKenney & Visscher, 2019).

Die im Folgenden vorgestellte Studie greift diese Ausgangslage auf und zeigt, warum bestehende Unterstützungsleistungen nicht ausreichend sind, die vielfältigen Bedarfe zu decken, und warum Chatbots, denen im Bildungsbereich ein hohes Potenzial beigemessen wird, sich als eine geeignete Lösungsoption darstellen könnten. Aufgrund des Mangels einer breiten wissenschaftlichen Grundlage kommt dem Chatbot-Designprozess besondere Aufmerksamkeit zu. Die Studie folgt deshalb dem gestaltungsorientierten Ansatz des „Educational Design Research“ (Plomp, 2013), der durch eine systematische Untersuchung von Konzeption, Entwicklung und Bewertung gekennzeichnet ist. Ausgangspunkt ist dabei die Erfassung möglicher Lernwege bei Lehrkräften und damit die Sensibilisierung für Herausforderungen bzw. gegenstandsspezifische Unterstützungsbedarfe der Lehrenden als Lernende am Beispiel einer Fortbildungsreihe zum digital unterstützten Geometrieunterricht. Diese Erkenntnisse dienen dann im Weiteren als Grundlage des kooperativen Designprozesses im ersten Entwicklungszyklus. Der Beitrag schließt mit der Einordnung der Ergebnisse und gibt einen Ausblick auf den anschließenden Entwicklungszyklus.

2 Theorierahmen

2.1 Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht

Zum Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht gibt es verschiedene Erwartungshaltungen in den Beteiligungsgruppen. Krauthausen (2012) und Walter (2018) folgend, sollen zunächst vor dem Hintergrund einer kritisch-optimistischen Grundhaltung die bisher identifizierten Potenziale digitaler Medien vorgestellt und eingeordnet werden, bevor im Anschluss die Unterrichtsgestaltung durch Mathematiklehrkräfte thematisiert wird.

Die Verwendung des Begriffs Potenziale bringt eine zentrale Grundannahme zum Ausdruck: Durch eine mathematikdidaktische, sachgerechte Einbindung der digitalen Medien besteht die Möglichkeit, dass sie sich positiv auf das Lernen auswirken. Allerdings gibt es dafür keine Garantie im Sinne einer allgemeingültigen „Überlegenheit digitaler Medien gegenüber physischen Medien“ (Walter, 2018, S. 30). Vielmehr sollte es um ein Zusammendenken der Möglichkeiten analoger und digitaler Medien nach einheitlichen Kriterien für das bestmögliche Lernangebot für die Schüler*innen gehen (Krauthausen, 2012; Walter, 2018).

Es gibt nach Walter (2018) zwei Arten von Potenzialen: unterrichtsorganisatorische und mathematikdidaktische Potenziale. Zu den unterrichtsorganisatorischen Potenzialen gehören u.a. die fachunabhängigen Vorzüge von Tablet-Computern gegenüber anderen Endgeräten oder die prinzipiell unbegrenzte Verfügbarkeit von Materialien. Zu den mathematikdidaktischen Potenzialen gehören u.a. Passung zwischen Handlung und mentaler Operation, Verringerung der kognitiven Belastung, Synchronität und Vernetzung der Darstellungsebenen, Strukturierungshilfen, Multitouch-Technologie (Walter, 2018) sowie die Verringerung der Darstellungsflüchtigkeit (Eilerts & Huhmann, 2018).

Im vorliegenden Kontext sind insbesondere die Verringerung der kognitiven Belastung und die Verringerung der Darstellungsflüchtigkeit relevant. Wenn die kognitive Belastung, z.B. durch das Auslagern von Tätigkeiten an ein digitales Medium, gesenkt wird, besteht das Potenzial, eine günstigere Verteilung der Belastung herzustellen, die mehr Ressourcen für den eigentlichen Lernprozess ermöglicht (Walter, 2018). Bei der Verringerung der Darstellungsflüchtigkeit geht es darum, dass Prozesse und Zwischenprodukte – insbesondere beim Geometrietreiben – durch entsprechende Gestaltungsmerkmale des digitalen Mediums im Nachgang dem Austausch und der Reflexion über das Lernen sowie diagnostischen Maßnahmen zugänglich bleiben (Eilerts & Huhmann, 2018).

Die Umsetzung eines an diesen Potenzialen orientierten Mathematikunterrichts stellt nach wie vor eine zentrale Herausforderung dar. Borko et al. (2009) beschreiben diese Situation als „wicked problem“, also ein vertracktes Problem, das komplex, variablenreich und daher sehr herausfordernd in der Bewältigung ist. Die Faktoren zur erfolgreichen Bewältigung werden in der Literatur in extrinsische und intrinsische Faktoren unterschieden. Die extrinsischen Faktoren umfassen dabei Fragen u.a. der Ausstattung, der verfügbaren Zeit oder der Kooperationsmöglichkeiten der Lehrkräfte. Die intrinsischen Faktoren umfassen dagegen Aspekte der professionellen Handlungskompetenz der Lehrkräfte (Thurm, 2020).

Die intrinsischen Faktoren erfahren in der Forschung im Kontext der Integration digitaler Medien aktuell eine größere Aufmerksamkeit, weil sie maßgeblich beeinflussen, ob und wie die Lehrkraft die bereits beschriebenen Potenziale der Digitalisierung für den Unterricht nutzbar machen kann. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf Arbeiten zu technologiebezogenem fachdidaktischem Professionswissen (z.B. Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK; Mishra & Koehler, 2006) und handlungsleitenden Überzeugungen von Lehrkräften (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

In einer ausführlichen Darstellung von technologiebezogenen und epistemologischen Überzeugungen sowie sich daraus ergebenden potenziellen Praktiken von Lehrkräften

ordnet Thurm (2020, S. 65ff.) den Stand der Erkenntnisse. So wird anhand qualitativer und quantitativer Studien herausgearbeitet, dass die technologiebezogenen Lehrkraftüberzeugungen über Vor- und Nachteile digitaler Werkzeuge z.B. im Hinblick auf händische Fertigkeiten und den Zeitpunkt des Einsatzes die Unterrichtsgestaltung beeinflussen. So liegt eine Verknüpfung der Priorisierung händischer Fertigkeiten mit dem empfundenen Implementationsaufwand und verfügbaren Zeitressourcen nahe, so dass sich diese Lehrkräfte unter Zeitdruck wahrscheinlich eher gegen den Einsatz digitaler Medien entscheiden, weil sie ihn als zusätzliche Belastung empfinden (Thurm, 2020).

Neben dem Einfluss der technologiebezogenen Überzeugungen spielen auch konstruktivistische und transmissionsorientierte Überzeugungen zum Mathematiklehren und -lernen eine zentrale Rolle. So sind Lehrkräfte mit einer konstruktivistischen Auffassung eher bereit, digitale Medien in ihren Unterricht zu integrieren. Sie tun dies – auf Basis ihres aufgebauten Überzeugungssystems zu gutem Mathematikunterricht – auch häufiger im Einklang mit ihrem dynamischen Bild von Mathematik und damit eher im Sinne der oben beschriebenen Potenziale (Thurm, 2020). In Verbindung mit der zunehmenden Qualifikationsheterogenität unter den Lehrkräften und in angebotenen digitalen Medien, die häufig ohne mathematikdidaktische Expertise entstehen, wird vermehrt ein tradiertes Mathematikbild beobachtet, das sich aus fachdidaktischer Sicht ungünstig auf die potenzialorientierte Integration digitaler Medien auswirkt (Krauthausen, 2012; Wollring, 2009).

Bereits Blömeke et al. (2006) kamen zu dem Schluss, dass Lehrkräfte digital unterstützten Unterricht häufig nach ähnlichen Kriterien gestalten wie ihren bisherigen, rein analogen Unterricht. Sie sprechen von einer Gleichförmigkeit des unterrichtlichen Handelns. Hier wird ebenfalls Bezug genommen auf konstruktivistische und transmissive Überzeugungen von Lehrkräften, die den Einsatz digitaler Medien im Unterricht beeinflussen. In der Analyse von Skripten und Handlungsmustern konnten drei verschiedene Formen herausgearbeitet werden:

- Das lehrerzentrierte IKT¹-Unterrichtsskript zeichnet sich durch eine geringe Unterrichtsqualität, d.h. eine nicht effektiv genutzten Lernzeit und den Einsatz von undifferenzierten Aufgaben mit geringer Komplexität, aus. Die Lehrkraft steuert neben der enggeführten Kommunikation auch vorrangig die digitalen Medien.
- Das schüleraktivierende IKT-Unterrichtsskript zeichnet sich durch eine hohe Unterrichtsqualität aus, d.h., die Lernzeit wird effektiv mit differenzierten und kognitiv anregenden Aufgaben ausgenutzt. Die Lernenden steuern die digitalen Medien, und die unterrichtliche Interaktion ist ausgeglichen.
- Das IKT-Mischskript nimmt eine mittlere Position ein. Auch wenn die Interaktion als ausgeglichen beschrieben wird, so ist die Unterrichtsqualität eher unterdurchschnittlich, d.h., differenzierte und kognitiv anregende Aufgaben werden seltener eingesetzt.

Die Ergebnisse von Blömeke et al. (2006) zeigen, dass – wie bereits beschrieben – das Potenzial digitaler Medien nicht per se vollständig ausgeschöpft wird, sondern es auf die professionelle Handlungskompetenz der Lehrkraft ankommt. Um dies positiv zu beeinflussen und Lehrkräfte dabei zu unterstützen, kommt den Lehrkräftefortbildungen und ihren Gestaltungsmerkmalen eine zentrale Rolle zu. Darauf soll im nächsten Abschnitt eingegangen werden.

2.2 Lehrkräftelernen und Transfer

Erwachsene weisen lange und komplexe Lernerfahrungen sowie spezifische Berufserfahrungen auf, so dass berufsbegleitendes Lernen nicht nach denselben Mustern wie das schulische Lernen von Schüler*innen organisiert werden kann (Gerstenmeier & Mandl,

¹ IKT = Informations- und Kommunikationstechnik.

2011; Törner, 2015). Im Kontext der Erwachsenenbildung nehmen hierbei Lehrkräfte aufgrund ihrer beruflichen Anforderungen – u.a. permanenter Entscheidungs- und Handlungsdruck sowie der Umgang mit „ill-defined problems“ und damit verbundene Zielkonflikte – eine in vielerlei Hinsicht besondere Rolle ein (vgl. Lipowsky, 2011, S. 398f.).

Lehrkräftelernen lässt sich allgemein als Veränderung beruflicher Überzeugungen, subjektiver Theorien und deklarativer Wissensanteile, aber auch als Erweiterung und Flexibilisierung unterrichtlichen Handelns zusammenfassen (Lipowsky, 2011). Wie bereits dargestellt (vgl. Kap. 2.1), sollten auch Fortbildungen zum Einsatz digitaler Medien in dieser Breite ansetzen, um ihre Integration zu fördern.

In der Literatur wurden allgemeine Merkmale wirksamer Professionalisierungsmaßnahmen für Lehrkräfte herausgearbeitet. Dazu zählen: 1) Fachlicher/fachdidaktischer Fokus, 2) Orientierung an Merkmalen lernwirksamen Unterrichts, 3) Einbezug wissenschaftlicher Expertise, 4) Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen, 5) Rückmeldeformate und -gelegenheiten, 6) Gelegenheiten zum Erleben eigener Wirksamkeit, 7) Gelegenheiten zur Kooperation/Kollaboration (ausführlich Lipowsky, 2019, S. 147–155).

Ein besonderer Fokus soll an dieser Stelle auf die Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen gelegt werden. Fortbildungen, die diesem Gestaltungsmerkmal folgen, ermöglichen den Teilnehmenden neben einer aktiven Teilnahme auch Selbstwirksamkeitserleben und das Erbringen von Transferleistungen. Dieses situierte bzw. aktive Lernen in unterrichtlichen Anwendungs- und Erprobungssituationen zwischen zwei Veranstaltungsteilen begünstigt den Lernprozess von Lehrkräften, weil dadurch die berufliche Praxis unmittelbar integriert wird (Barzel & Selter, 2015; Göb, 2017). Außerdem bieten sich Möglichkeiten des selbstgesteuerten, problemorientierten und fallbasierten Arbeitens (Gerstenmeier & Mandl, 2011). Die individuelle inhaltliche und organisatorische Gestaltung dieser schulpraktischen Erprobungen wird durch die intrinsischen und extrinsischen Faktoren beeinflusst (vgl. Kap. 2.1).

Von den Lehrkräften wird in diesen Phasen u.a. ein hohes Maß an Selbstorganisationskompetenz verlangt. Gründe dafür können das Fehlen unmittelbarer Instruktionen durch Dozierende (Lipowsky, 2011), die örtliche und zeitliche Vielfalt der Lerngelegenheiten (Törner, 2015) sowie die Vergleichzeitigung von Tätigkeiten (Schmidt-Lauff, 2011) sein. Im Verlauf der Erprobungsphasen wird daher mehrfach über Erhalt, Einsatzminimierung oder gar Abbruch des Vorhabens entschieden, so dass zielgerichtete und vor allem kontextspezifische Unterstützungsmaßnahmen unerlässlich sind (Herold et al., 2019; Lipowsky, 2019).

Bisher sind sowohl analoge bzw. personengebundene Angebote, wie individuelle Coachings, offene Sprechstunden, Supervisions-Gruppen oder professionelle Lerngemeinschaften (Kantsteiner et al., 2020; Reintjes et al., 2018), als auch klassische E-Learning-Angebote, wie hypermediale Selbstlernplattformen, Onlineforen, Materialsammlungen oder Video-Kurse, zur Förderung des individuellen und kooperativen Lernens in der Fortbildungspraxis zu finden (Kollar & Fischer, 2011).

Demgegenüber steht jedoch der Befund einer Unterstützungslücke für das situierte Lernen (Beyer & Eilerts, 2020). In der Regel ist es aufgrund fehlender Ressourcen für Fortbildende nicht möglich, eine große Anzahl an Teilnehmenden direkt vor Ort während des Vorbereitens und Unterrichtens zu begleiten. Des Weiteren weisen bestehende Unterstützungsleistungen einen zu geringen Bezug zur Ebene des Handelns im Klassenzimmer sowie eine unzureichende Verknüpfung mit dem Handlungswissen auf (Bonsen & Berkemeyer, 2011) und konzentrieren sich zu sehr auf formalisierte Kontexte (Hugger & Walber, 2010). Folglich besteht das Risiko, dass diese Informationen „verinseln“ (Hugger & Walber, 2010, S. 10), nicht für den Lernprozess nutzbar gemacht werden können (Borko et al., 2009) oder aus Ressourcenmangel im Bedarfsfall nicht zeitnah zur Verfügung stehen (Beyer & Eilerts, 2020). Ein aktuell diskutierter Ansatz zur Lösung dieses Problems wird im Folgenden dargestellt.

2.3 „Mobile learning“ und Chatbots

Im oben beschriebenen Fortbildungskontext sind die Probleme im Wesentlichen:

- dass einzelne didaktische Werkzeuge und Unterstützungsmöglichkeiten häufig auf einen spezifischen Bereich eingegrenzt sind,
- dass insgesamt viele inhaltlich und zeitlich differenzierte Anfragen nötig sind und
- dass häufig nur zeitversetzte, unvollständige Informationen zur Verfügung stehen.

Es fehlt ein System für die Zusammenführung von Informationen. Roll & Wylie (2016) zeichnen in diesem Zusammenhang das Bild eines Umschlags, der die bestehenden Ressourcen an einem Ort zusammenfasst und leicht zugänglich macht.

Die Entwicklung eines Systems sollte an das bereits als günstig beschriebene Konzept des situierten Lernens anknüpfen. Aubusson et al. (2009) zeigen in diesem Zusammenhang auf, dass das „mobile learning“ als Form digital unterstützten Lernens gut in den Lehrkräftealltag passt, weil es sich dabei nicht um klassische Bürotätigkeiten handelt, die sich an einem Ort abspielen, sondern um Tätigkeiten, die von ständigen örtlichen und personellen Wechseln geprägt sind. Das „mobile learning“ betont eine Idee des Lernens, das in Bewegung, an verschiedenen Orten sowie Zeiten stattfindet und das Potenzial hat, das Lernen sowohl in formalisierten als auch nicht-formalisierten Bildungskontexten positiv weiterzuentwickeln. Aus der Orts- und Zeitunabhängigkeit leitet sich eine Entgrenzung des Lernens ab, die durch den Begriff des Kontextes gefasst wird, der neben Ort und Zeit auch das Verhältnis dessen zum Lerngegenstand beschreibt. Im Laufe der Zeit haben dabei u.a. konversationsbasierte Aktivitäten mit Chatbots an Bedeutung gewonnen (Beyer & Eilerts, 2020).

Ihr möglicher Einsatz im Kontext des Lehrkräftelernens könnte vielversprechend sein, weil sie als Alltagstechnologie vielen Menschen geläufig sind und die Benutzung in der Regel keine zusätzlichen Belastungen oder Einarbeitungsaufwand mit sich bringt (Hobert & Meyer von Wolff, 2019). So werden Chat- und Messenger-Dienste von 87 Prozent aller Altersgruppen täglich bzw. mehrmals in der Woche genutzt, wobei insbesondere Frauen und unter 35-Jährige bei der Nutzung mit über 90 Prozent hervorstechen (Schlobinski & Siever, 2018).

Intelligente, also durch Künstliche Intelligenz (KI) gestützte Chatbots haben das Potenzial, als virtuelle Partner unmittelbar und personalisiert auf Anfragen zu reagieren sowie aus bereits stattgefundenen Unterhaltungen zu lernen (Hobert & Meyer v. Wolff, 2019). Ihnen wird eine hohe Bedienfreundlichkeit beigemessen, weil sie durch ihre dialogbasierten Nutzeroberflächen leicht zugänglich sind, bei der Suche sowie Auswahl von Informationen bzw. (Lern-)Materialien entlasten sowie bei der Weiterverarbeitung, Dokumentation und Reflexion in Lernprozessen assistieren können (Bahja et al., 2020; Meyer von Wolff et al., 2019; Wollny et al., 2021).

Allgemeine Designprinzipien beziehen sich u.a. auf die Konsistenz des Oberflächendesigns, die Beschleunigung von Problemlösungen, unmittelbare Feedbackmöglichkeiten, Zielgerichtetheit und Kontextspezifität der Konversation, Möglichkeiten der Fehlerkorrektur bzw. des Neustarts, transparenten Funktionsumfang und intuitive Steuerung (Hyojung et al., 2020).

Neben den technischen und inhaltlichen Fragestellungen sind bei der Gestaltung auch Fragen des Instruktionsverhaltens für das Lernen relevant. Denn einerseits beeinflussen Chatbots über die Art und Weise der Informationspräsentation den Lernprozess. Andererseits können die Nutzer*innen durch ihre Interaktionen ihre Lernwege mitgestalten. Dies lässt sich über die Ausgestaltung eines virtuellen Charakters nutzbar machen. Hierbei sind bestimmte Merkmale für bestimmte Ziele vorteilhaft (ausführlich z.B. Bahja et al., 2020; Hyojung et al., 2020; Wollny et al., 2021).

3 Forschungskontext und -interesse

Die in diesem Beitrag vorgestellte Untersuchung ist aus einer forschungsbasierten Fortbildungsentwicklung zum potenzialorientierten Einsatz digital unterstützter Lernumgebungen im Geometrieunterricht der Grundschule erwachsen. Dieser bedingungsreiche Kontext soll im Folgenden als wesentlicher Forschungskontext erläutert werden. Dazu werden zuerst der Fortbildungsgegenstand (Kap. 3.1) und der Aufbau der Fortbildung (Kap. 3.2) sowie schließlich Forschungsinteresse und Methodologie (Kap. 3.3) erläutert.

3.1 Fortbildungsgegenstand

Im Drei-Tetraeder-Modell der gegenstandsbezogenen Professionalisierungsforschung (3T-Modell) erweitern Prediger et al. (2017) das bekannte Didaktische Dreieck um die Ecke der Materialien und Medien. Dieses Unterrichtstetraeder wird in identischer Form auf die Fortbildungs- sowie die Qualifizierungsebene übertragen und damit die Lehr-Lern-Situation als Ganzes in den Blick genommen. Anhand des – hier aufgrund der Leitung durch die Entwickelnden auf Unterrichts- und Fortbildungsebene reduzierten – Strukturmodells soll im Folgenden der Fortbildungsgegenstand dargestellt werden.

In den Fortbildungsveranstaltungen werden in analog aufgebauten Bausteinen geometrische Lernumgebungen zu verschiedenen unterrichtlichen Lerngegenständen (UG) thematisiert (u.a. Quadratmehrlinge, Schachtel- und Würfelnetze bzw. Würfelbauten). Abbildung 1 zeigt, dass die Ecke des Fortbildungsgegenstandes (FG) auf der Fortbildungsebene alle Aspekte der Unterrichtsebene einbezieht und darauf das Design der Veranstaltung aufbaut („Nesting“-Strategie; Prediger et al., 2019). Die Darstellung wichtiger FG-Aspekte wird im Folgenden am Beispiel der Pentominos vorgenommen, ist jedoch übertragbar auf die anderen Lerngegenstände der Veranstaltung.

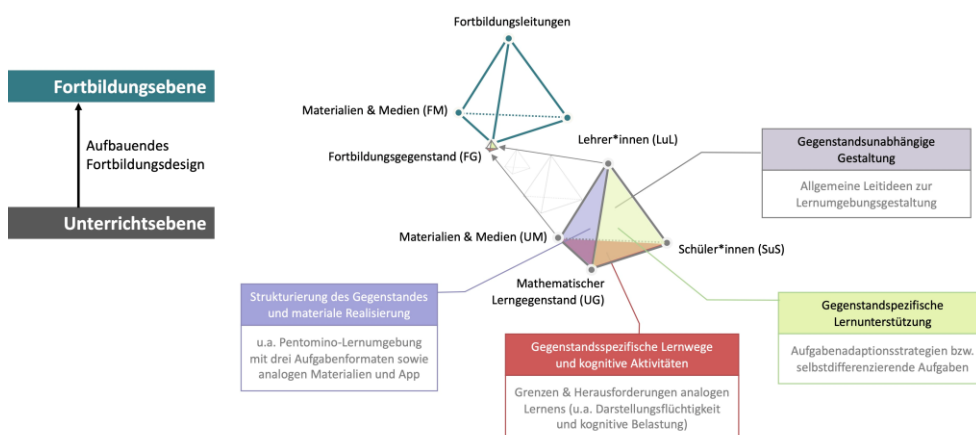


Abbildung 1: Darstellung zentraler Aspekte der Unterrichtsebene am Beispiel Pentominos im reduzierten 3T-Modell in Anlehnung an Prediger et al. (2017) (eigene Darstellung)

3.1.1 Unterrichten mit Lernumgebungen

Das Unterrichten mit Lernumgebungen ist vor allem im Geometrieunterricht eine geeignete Möglichkeit, das gesamte Heterogenitätsspektrum der Klasse zu fördern und kompetenzorientierte Entwicklungen anzuregen. Einer konstruktivistischen Idee folgend, eröffnen sie Lernenden ein eigenes Mathematik-Treiben und fachbezogene Kommunikationssituationen. Der Kern jeder Lernumgebung sind gute bzw. substanzielle Aufgaben, die durch einen Leitgedanken miteinander verbunden sind. Diese Aufgaben

berücksichtigen zentrale Ziele, Inhalte und Prinzipien eines guten Mathematikunterrichts. Lernumgebungen sind didaktisch flexibel, d.h., sie können leicht an die spezifischen Bedingungen in einem lokalen Kontext adaptiert werden (ausführlich Hirt et al., 2016).

Ansatzpunkte für die Adaption können u.a. die von Wollring (2009) beschriebenen sechs Leitideen sein, die einen flexiblen Ausformungsrahmen für lokale Kontexte und Problemlagen bieten: (L1) Gegenstand und Sinn; (L2) Artikulation, Kommunikation, Soziale Organisation; (L3) Differenzieren; (L4) Logistik; (L5) Evaluation; (L6) Vernetzung mit anderen Lernumgebungen.

Die Entwicklung und Evaluation von gegenstandsspezifischen Lernumgebungen ausgehend von konkreten Aufgaben(-formaten) ist u.a. nach Wollring (2009) ein sinnvolles Element der Lehrkräftebildung. Dieser Einschätzung folgend, dient es im vorgestellten Fortbildungskontext als allgemeines Rahmenkonzept für die gegenstandsspezifischen Auseinandersetzungsprozesse (vgl. Kap. 3.2).

3.1.2 Pentominos und Grenzen analogen Lernens

Der mathematische Lerngegenstand (UG; vgl. Abb. 1), der Pentominos, entsteht durch das Aneinanderlegen von fünf kongruenten Quadraten, die sich an mindestens einer Seite berühren. Es entstehen insgesamt zwölf verschiedene Quadratfünflinge, die nicht durch Drehen und Spiegeln ineinander überführt werden können (Golomb, 1994). An das Herstellen der Figuren können sich vielfältige Aktivitäten in unterschiedlichen Aufgabenformaten² anschließen. Bekannt sind in diesem Zusammenhang u.a. Auslegeaufgaben, bei denen mit einer bestimmten Anzahl Pentominos eine vorgegebene Figur lückenlos und überschneidungsfrei ausgelegt werden soll. Durch die Aufgabenbearbeitung werden u.a. Aspekte des räumlichen Vorstellungs- und Wahrnehmungsvermögens sowie Symmetrievorstellungen und allgemein mathematische Kompetenzen, wie das Problemlösen, Kommunizieren und Argumentieren, gefördert (Golomb, 1994; Koth & Grosser, 2010).

Jedoch zeigt die Analyse von u.a. Auslegeaufgaben mit analogen Materialien, dass sich der Lösungsprozess zum Teil durch eine Vielzahl an Lösungsmöglichkeiten (z.B. 2.339 im 6•10-Rechteck) auszeichnet. Durch die sich ergebende Unübersichtlichkeit möglicher Handlungsabfolgen wird die Einschätzung der Lösbarkeit durch eine simultane Erzeugbarkeit verschiedener Handlungsprodukte oder eine Dokumentation von Prozessen erschwert. Es liegen eine hohe Darstellungsflüchtigkeit und kognitive Belastung vor, die den Austausch über das Lernen und diagnostische Maßnahmen erschweren (Huhmann et al., 2019).

Eine Lehrkraft kann bei analogen Pentomino-Materialien durch Aufgabenadaptionen oder natürlich-differenzierende Aufgabenformate unterstützen. Bei den Legeaufgaben kann u.a. eine kleinere Figur gegeben werden, bei der weniger bzw. eine bestimmte Auswahl an Pentominos benötigt werden (Golomb, 1994). Jedoch kann eine Lehrkraft nicht spontan eine der 2.339 verschiedenen Lösungen im 6•10-Rechteck in Teilprobleme zerlegen oder Feedback zu einem angefangenen Lösungsversuch geben (Eilerts & Huhmann, 2018). Zur Überwindung dieser beispielhaft skizzierten Grenzen analogen Lernens wurde eine App entwickelt, die im Folgenden im Kontext einer Lernumgebung vorgestellt wird.

3.1.3 Digital unterstützte Pentomino-Lernumgebung

Zur Überwindung der oben skizzierten Grenzen analogen Lernens wurde eine Pentomino-App entwickelt, die sich durch fachdidaktisch fundierte Hilfestellungen auszeichnet (Eilerts & Huhmann, 2018). Die App wird gemeinsam mit den analogen Unterrichtsmaterialien (UM) in einer Lernumgebung kombiniert. Die Strukturierung erfolgt entlang der Aufgabenformate: Erstellung von Pentominos, Erstellung von Spielbrettern

² Eine freizugängliche Sammlung von Aufgabenformaten bietet u.a. PIKAS: <https://pikas.dzlm.de/node/728>

(Rätseln) sowie Auslegeaufgaben. Ausgangspunkt der Lernumgebung ist weiterhin das handlungsorientierte Entdecken der zwölf Pentominos, sofern diese den Lernenden nicht bereits bekannt sind. Daran schließt sich die Arbeit mit verschiedenen Auslege- und Rätselaufgaben an. Entsprechend des Kompetenzstandes und der Zielsetzung im lokalen Kontext können die Aufgaben und Aufgabenformate flexibel zusammengestellt werden.

Die App enthält gegenstandsbezogene Hilfen, die eine Lehrkraft im rein analog gestützten Lernen nicht bzw. nur eingeschränkt reproduzieren kann. Dazu gehören u.a. die Problemreduktion (Dritteln der Legefläche), das sukzessive Vorgeben einzelner Pentominos und das Prüfen von Zwischenständen.³

3.2 Aufbau der Fortbildung

Durch das „Nesting“ des Unterrichts- in den Fortbildungstetraeder (vgl. Abb. 1) wird die Strukturierung des Gegenstandes beibehalten und um fachdidaktisch-technologische Facetten erweitert, um Betrachtungen vom höheren Standpunkt aus vornehmen zu können.

Die Fortbildungsveranstaltung besteht aus vier Präsenztagen und drei dazwischenliegenden, mehrwöchigen Distanzphasen mit schulpraktischen Erprobungsaufträgen (vgl. Abb. 2 auf der folgenden Seite, 1. Zyklus). Wiederkehrender inhaltlicher Ausgangspunkt ist die Erkundung sowie Analyse von analogen und digital unterstützten Lernumgebungen, wie es von Huhmann et al. (2019) in ihren übergreifenden Konzeptbausteinen beschrieben wurde. Ziel ist es, Anforderungen, Handlungsmöglichkeiten und Potenziale in den Lernumgebungen auszuloten und zu vergleichen:

„Aufgabe und Ziel zugleich ist es vor diesem Hintergrund, Anforderungen, Handlungsmöglichkeiten und Potentiale in den Lernumgebungen auszuloten und eine eigenständige medieninklusive Haltung zu entwickeln – Bewährtes zu bewahren, die bisherige Praxis – wenn fachdidaktisch sinnvoll und möglich – zu optimieren und neue Praxis zu innovieren. Das vergleichende Analysieren soll daher zur Entwicklung von Mündigkeit in der Auseinandersetzung mit analogem und digital unterstütztem Mathematiklernen beitragen“ (Huhmann et al., 2019, S. 281).

In den gegenstandsbezogenen Auseinandersetzungsprozessen mit den Lernumgebungen wechseln die Lehrkräfte zwischen ihrer bekannten Perspektive als Lehrende und der Perspektive der nun selbst Lernenden.

Dieser Prozess ist, wie bereits dargestellt, nicht auf die Einzelveranstaltungen begrenzt, sondern wird – durch diese gerahmt – in der schulischen Praxis fortgesetzt. Im Fokus der schulpraktischen Erprobung liegt, dass die Lehrkräfte auf Grundlage der gemachten Erkundungen nun die Lernumgebung auf den lokalen Kontext adaptieren und implementieren. Zur späteren gemeinsamen Reflexion soll dieser Prozess stets dokumentiert werden. Im Rahmen dieser Fortbildung werden die Lehrkräfte dabei durch offene Sprechstunden, Selbstlernplattform, Ausleihmöglichkeiten und diverse Kommunikationskanäle begleitet.

³ Die Fortbildungsreihe nimmt Bezug auf den App-Funktionsumfang im Schuljahr 2019/2020. Das Entwickler*innen-Team hat zwischenzeitlich weitere Versionen veröffentlicht. Einen aktuellen Überblick zum Entwicklungsstand der App bieten Bechinie et al. (2021).

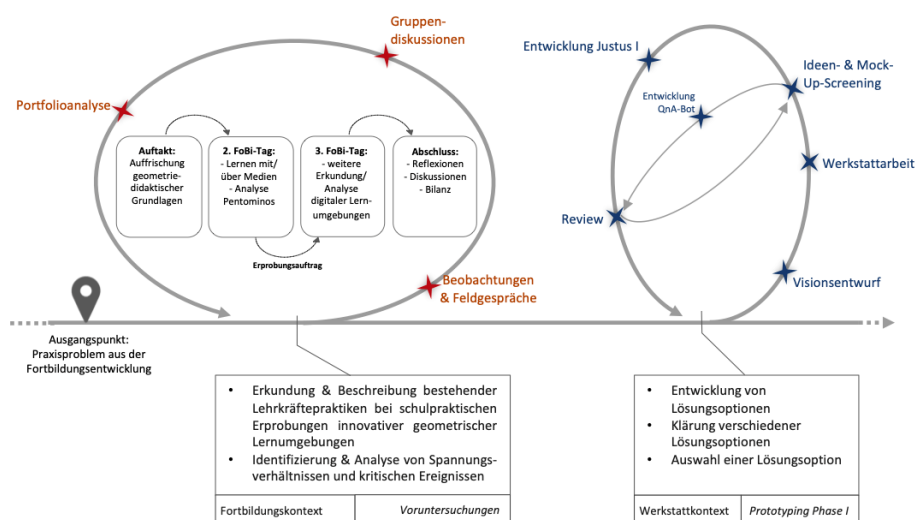


Abbildung 2: Darstellung des beschriebenen Designforschungsprozesses (eigene Darstellung)

3.3 Forschungsinteresse und Methodologie

Im Verlauf des Beitrags wurde bisher aufgezeigt, dass die Auseinandersetzung mit Lernumgebungen und ihren analogen sowie digitalen Elementen im Rahmen schulpraktischer Erprobung ein förderlicher Bestandteil von Lehrkräftefortbildungen zum Erwerb technologiebezogenen mathematikdidaktischen Professionswissens sowie zur Veränderung affektiver Merkmale sein kann. Dies muss allerdings von Unterstützungsangeboten begleitet werden, die zurzeit jedoch die Phasen situierten Lernens nur unzureichend abdecken.

Ausgehend von der Annahme, dass personengebundene Unterstützungsleistungen – aufgrund des Ressourcenaufwandes – diese Lücke nicht werden schließen können, soll im Weiteren der Fokus auf der Entwicklung eines mobilen digitalen Tools in Form eines Chatbots für die gegenstandsbezogene Begleitung des Lehrkräftelebens liegen. Dieser hat grundsätzlich das Potenzial, arbeitsintegriert und ortsunabhängig, also „just in time“, Unterstützung anzubieten, so dass er sich auch in den abwechslungsreichen Lehrkräftealltag fließend einpasst (Aubusson et al., 2009; Hobert & Meyer von Wolff, 2019).

Zur Entwicklung des Chatbots als ergänzendes Fortbildungsmaterial wird ein Forschungsansatz im Sinne des „Educational Design Research“ (Plomp, 2013) verfolgt, weil es für das oben beschriebene bildungspraktische Problem bisher keine eindeutigen Lösungswege, u.a. Designprinzipien und Good-Practice-Beispiele, gibt. Den Ansatz kennzeichnet, dass diese Situation durch eine systematische Untersuchung von Konzeption, Entwicklung und Bewertung zu lösen versucht wird (vgl. Plomp, 2013, S. 9). In diesem iterativen Prozess soll eine zu frühe Designfixierung vermieden sowie aus dem untersuchenden Voranschreiten Wissen zu einem möglichen Designraum gesammelt werden (Allert & Richter, 2011). Dabei arbeiten Forschende in Kooperation mit Praktiker*innen an effektiven, praxistauglichen Lösungen, die sukzessive weiterentwickelt werden (Plomp, 2013).

„Educational Design Research“ lässt sich nach Plomp (2013) in drei Etappen unterteilen: 1.) „preliminary research“, 2.) „prototyping phase“ und 3.) „assessment phase“. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich im Folgenden auf die Phase der „preliminary research“ zur Erfassung der Lernwege von Lehrkräften (vgl. Kap. 4) und auf einen ersten Chatbot-Entwicklungszyklus innerhalb der „prototyping phase“ (vgl. Kap. 5).

4 Untersuchung von Lernwegen

Dieser Abschnitt umfasst im Sinne des „preliminary research“ die Kontext- und Bedarfsanalyse. Die Untersuchung startete mit unsystematischen Beobachtungen, Feldgesprächen und Gruppendiskussionen. Dieser erste Schritt bestätigte das identifizierte Problem der unzureichenden situativen Unterstützung während der schulpraktischen Erprobungen. Um herauszufinden, worin genau die Bedarfe in den Lernwegen der Lehrkräfte bei der unterrichtlichen Implementation der digital unterstützten Lernumgebungen bestehen, wurde im zweiten Schulhalbjahr 2019/2020 eine weitere qualitative Erhebung im Rahmen der beschriebenen Fortbildungsreihe durchgeführt (vgl. Abb. 2 auf der vorherigen Seite). Im Mittelpunkt steht die Forschungsfrage:

Welche Praktiken berichten Lehrkräfte bei der Bewältigung der Anforderungssituationen im Rahmen der schulpraktischen Erprobung digital unterstützter, geometrischer Lernumgebungen und welche Orientierungen, Kategorien sowie didaktischen Werkzeuge legen sie dabei explizit oder implizit zugrunde?

Praktiken sind dabei definiert als wiederkehrende Handlungsmuster zur Bewältigung didaktischer Anforderungssituationen (Prediger, 2019), also typischer Situationen zur Realisierung der schulpraktischen Erprobung. Die Übersicht und Analyse dieser Praktiken aus der Zielperspektive der Fortbildung sollen anschließend als Grundlage erster Designaktivitäten in der „prototyping phase“ dienen.

4.1 Datenerhebung und -auswertung

Die Exploration des Feldes steht vor der Herausforderung, dass es sich je nach Phase um halboffene (z.B. Klassenräume) und geschlossene (z.B. private Arbeitsräume) Orte handelt, die mit jeweils passenden Methoden erschlossen werden müssen, um die Erhebungssituation nicht zu sehr zu beeinflussen. Daher wurde bei der Datenerhebung mit Portfolios gearbeitet, in denen die Lehrkräfte selbstständig ihre Lernwege und -ergebnisse der Erprobungsphasen dokumentieren. Dazu wurden ihnen in Form von Leitfragen bzw. Satzanfängen verschiedene Impulse zur Planung, Gestaltung und Reflexion des Unterrichtsversuchs zur Verfügung gestellt. Fortbildungsbegleitend sollte mithilfe der Impulse dann das Portfolio individuell ausgestaltet werden. Dabei ergänzten die Lehrkräfte z.B. selbstständig Fotos aus dem Klassenraum, Formulierungen von Arbeitsaufträgen etc. Dieses teilstrukturierte Portfolio dient in diesem Kontext sowohl als didaktisches als auch als wissenschaftliches Instrument (Bertram, 2021). Von 37 Teilnehmenden haben $n = 19$ ein Portfolio bereitgestellt. Diese wurden mittels einer qualitativen, inhaltlich-strukturierenden Inhaltsanalyse ausgewertet (Schreier, 2014).

Die Kern-Anforderungssituationen („core tasks“) bei der Umsetzung der schulpraktischen Erprobung – ein permanenter Zyklus aus Planen, Unterrichten und Reflektieren – dienen als Ausgangspunkt für die Entwicklung der Auswertungskategorien (Scholl & Plöger, 2020). Anhand einer induktiv-deduktiven Strategie wurden aus den vorliegenden Portfoliostrukturen sowie Literatur (s.u.) weitere Kategorien und Ausprägungen erarbeitet. Der Entwurf des Kategoriensystems wurde mit weiteren Forschenden beraten, es wurde eine Probekodierung von zwei Portfolios durchgeführt, die Ergebnisse wurden konsensual bewertet und das System daraufhin modifiziert. Zur Erfassung der Lehrkräftepraktiken zur Bewältigung didaktischer Anforderungssituationen in den schulpraktischen Erprobungen wurden schließlich folgende Auswertungskategorien eingesetzt:

Planen und Vorbereiten

- Zielsetzung: Diese Kategorie fasst Aussagen zu individuellen Zielsetzungen für die Erprobungsphase sowie zugrundeliegende Orientierungen und Kategorien zusammen.
- Zielerreichung: Diese Kategorie fasst Aussagen zu Planungspraktiken sowie zugrundeliegenden Orientierungen und Kategorien zusammen.
- (Antizipierte) Hürden: Diese Kategorie fasst Aussagen zu (antizipierten) Hürden für das eigene Lernen in der Erprobungsphase anhand ihres Schwerpunktes (u.a. organisatorisch, fachdidaktisch, technisch) zusammen (Lipowsky, 2019).
- Didaktische Werkzeuge und Angebote: Diese Kategorie fasst Aussagen zu verwendeten Unterstützungsmitteln während der schulpraktischen Erprobungsphase zusammen (Prediger, 2019).
- Gestaltung Lernumgebung: Diese Kategorie fasst Aussagen zu Merkmalen der digital unterstützten Lernumgebung anhand der Gesamtheit der Leitideen nach Wollring (2009) zusammen.

Unterrichten

- Umsetzung Lernumgebung: Diese Kategorie fasst Aussagen zu Praktiken des Unterrichts mit digital unterstützten Lernumgebungen sowie zugrundeliegenden Orientierungen und Kategorien zusammen.

Reflektieren

- Tatsächliche Hürden: Diese Kategorie fasst reflexive Aussagen zu eingetretenen Hürden und (zukünftigen) Lösungsversuchen sowie ihren zugrundeliegende Orientierungen und Kategorien zusammen.
- Reflexionsinhalte: Diese Kategorie fasst Aussagen zum Inhalt der schriftlichen Reflexionen sowie zugrundeliegende Orientierungen und Kategorien zusammen.
- Reflexionstiefe: Diese Kategorie fasst Aussagen zur Struktur der Reflexion (intuitiv, strukturiert oder integrativ) zusammen (Gotzen et al., 2012).

Mithilfe dieser Kategorien wurden die Lernwege der Lehrkräfte erfasst, strukturiert und im Sinne der Forschungsfrage untersucht.

4.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Portfolioauswertung leiten sich im Wesentlichen aus extrinsischen und intrinsischen Faktoren (vgl. Kap. 2.1) und weniger aus der Aufgabenstellung selbst ab. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere die lokalen Arbeitsbedingungen der Lehrkräfte, z.B. hohe Arbeitsbelastung und unzureichende Ausstattung, einen erheblichen Einfluss auf das Lehrkräftehandeln haben. Die selbstberichteten Lehrkräftepraktiken werden im Folgenden in drei Bereichen betrachtet: Kapitel 4.2.1: Praktiken des Planens und Vorbereitens, Kapitel 4.2.2: Praktiken des Unterrichts mit digital unterstützten Lernumgebungen, sowie Kapitel 4.2.3: Praktiken des Reflektierens der schulpraktischen Erprobung. Abschließend werden zentrale Aussagen mit Blick auf den Designprozess in Kapitel 4.2.4: Diskussion zusammengefasst.

4.2.1 Praktiken des Planens und Vorbereitens

Zielsetzung

Zu Beginn der Erprobungsaufträge steht die Frage nach dem Sinn und Zweck der Arbeit – also welche Ziele die Lehrkräfte für ihren eigenen und die Lernprozesse der Kinder

verfolgen. Die Zielsetzungen können schwerpunktmäßig zugeordnet werden (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1: Übersicht der individuellen Zielsetzungen für die Erprobungsphase entsprechend der Schwerpunkte und mit einem ausgewählten Ankerbeispiel

Unterkategorie	Anzahl	Ankerbeispiel
Förderung von Freude und Motivation	6 x	„ <i>Mein persönliches Ziel für die Distanzphase:</i> – <i>SuS Pentominos zeigen und deren Verwendung erläutern,</i> – <i>Fördern der Freude am Geometrieunterricht,</i> – <i>spielerisches Lernen,</i> – <i>abwechslungsreicher Unterricht</i> “.
geometriebezogene Ziele	5 x	„ <i>Ich setzte die Pentomino-App im Unterricht ein, so dass die Schülerinnen und Schüler damit möglichst selbstständig ein 10•6-Feld ausfüllen können</i> “.
besserer Umgang mit Heterogenität	4 x	„ <i>Individualisierung der Übungsphase</i> “
Lernen über Medien	4 x	„ <i>Angebot Pentominos analog und digital parallel und Abfrage bei den SuS, welche Vor- und Nachteile beide Arbeitsangebote haben</i> “

Die Zielsetzungen im Bereich der Motivationsförderung und des Umgangs mit Heterogenität sind mehrheitlich pauschal und gegenstandsunabhängig formuliert. Einige sind in Verbindung mit gegenstandsbezogenen Aspekten formuliert.

Die geometriebezogenen Zielsetzungen beziehen sich u.a. auf die Förderung des räumlichen Vorstellungs- und Wahrnehmungsvermögens bzw. des selbstständigen Lernens durch das digitale Medium.

Beim Fokus des Lernens über Medien legen die Lehrkräfte zum einen Wert darauf, dass die Schüler*innen eigenständig die Potenziale analoger und digitaler Medien für ihre Lernprozesse vergleichen, und zum anderen formulieren sie diese Ziele in Verbindung mit einem eigenen Beobachtungsauftrag.

Zielerreichung, Hürden und didaktische Werkzeuge

Bei der Konzipierung ihres Erprobungsvorhabens beachten die Lehrkräfte lokale Rahmenbedingungen, damit dieses möglichst unproblematisch in den schulischen Alltag eingepasst werden kann. Diese Herstellung der Passung ist ein entscheidender Moment, weil davon die weitere Umsetzung oder der Abbruch des Vorhabens abhängen. Die untersuchten Portfolios zeichnen sich durch einen starken Fokus auf den allgemein-organisatorischen Rahmen (z.B. Zeit und Ausstattung) und weniger durch gegenstandsbezogene, inhaltliche Fragen (z.B. Vorkenntnisse der Lernenden) aus.

Ein verschiedentlich berichtetes Faktum ist die Zeit. Die Analyse hat gezeigt, dass sich die Zeitfragen auf unterschiedliche Bereiche im schulischen Alltag verteilen und unterschiedliche Entscheidungen zur Folge haben (vgl. Tab. 2 auf der folgenden Seite). So beklagen einige Lehrkräfte, dass ihnen die Parallelität des Fortbildungsbesuches und der Erledigung anderer schulbezogener Aufgaben nicht ausreichend Zeit für eine intensive Auseinandersetzung mit den Inhalten ließ. Andere berichteten, dass der interne Stoffverteilungsplan keine Geometrieeinheiten im Zeitraum der Fortbildung vorsah bzw. insgesamt zu wenig Mathematikstunden für das Fortbildungsmaterial zur Verfügung standen. Außerdem wurde berichtet, dass zu wenig Zeit für die Erstellung der investiven

Materialien der Lernumgebung zur Verfügung stand, die (noch) nicht in der Schule verfügbar waren.

Tabelle 2: Übersicht der wahrgenommenen Hürden bei der Zielerreichung

Unterkategorie	Anzahl	Ankerbeispiel
Zeitmangel allgemein	4 x	„Ziele sind in der Kürze der Zeit nicht vollständig zu erreichen. [...] Es ist ZEUGNISPHASE, bei uns hieß das Entwicklungsgespräche.“
Mangel an Unterrichtszeit	2 x	„Einbettung durch das derzeitige Unterrichtsthema schwierig“
Mangel an Vorbereitungszeit	3 x	„Zeit zur Herstellung der Pentominos nicht wirklich vorhanden“
Technische Probleme	8 x	„Mangelnder Support an der Schule führt zu vielen Problemen mit der Hardware – dieses Problem erfordert große Flexibilität seitens der Lehrkraft, da Durchführung nie sicher möglich war.“

Ein anderer – ebenfalls in Bezug auf die Ausstattung der Schule – berichteter Faktor ist die Technik. In einem Fall wurde berichtet, dass aufgrund der fehlenden Ausstattung gar nicht die Absicht verfolgt wurde, eine praktische Erprobung umzusetzen, sondern lediglich auf Vorrat zu planen und ggf. später die Erprobung nachzuholen. Weitere acht Lehrkräfte berichten von technischen Problemen, einer zu geringen Ausstattung mit Tablets bzw. dem vor Ort fehlenden technischen Support.

Neben Ausstattungs- und Zeitfragen gibt es weitere externe Faktoren in Form von didaktischen Werkzeugen/Angeboten, die von den Lehrkräften im Zusammenhang mit ihren Planungs- und Vorbereitungspraktiken berücksichtigt werden (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3: Übersicht der selbstberichtet-genutzten didaktischen Werkzeuge/Angebote

Unterkategorie	Anzahl	Ankerbeispiel
Kooperationen	3 x	„Teambesprechung zur Erfassung Interesse der Erzieher konkret an diesem Projekt nutzen“
Lernstandserhebungen	1 x	„Zu Beginn des Schuljahres führten wir u.a. in Mathematik ILeA durch. Die Auswertung zeigte uns einen deutlichen Entwicklungsbedarf bei den Schülern im Bereich Geometrie auf“.
Fortbildungsmaterialsammlung	19 x	„Bei der Planung haben mich die bereitgestellten Dokumente und Arbeitsmaterialien gut unterstützt.“

Drei Lehrkräfte nutzten Kooperationsformen während der Umsetzung der schulpraktischen Erprobung. Eine Lehrkraft zog die Erzieher*innen ihrer Klasse als Unterstützung heran. Die Gründe dafür sind aus dem Portfolio nicht eindeutig abzuleiten. Auf der einen Seite könnte ein wirkliches Interesse an einer gemeinsamen Entwicklungsaufgabe bestehen. Auf der anderen Seite werden allerdings keine Details über die genaue Zusammenarbeit dokumentiert, und es wird mehrmals erwähnt, dass die Rahmenbedingungen nicht stimmig sind. Es entsteht der Eindruck, dass die Erzieher*innen nur als organisatorische Entlastung herangezogen werden und nicht konkret als Partner*innen in einem ko-kon-

struktiven Prozess. Die anderen beiden Lehrkräfte haben sich zu einem Tandem zusammengeschlossen, weil sie sich als Quereinsteiger*in und als berufserfahrene Lehrkraft ihrer Meinung nach gut ergänzen können.

In einem weiteren Portfolio wird eine Lernstandserhebung als didaktisches Werkzeug erwähnt. Unklar bleibt, ob diese Aussage eher als Begründung für die Auswahl der Fortbildung und intrinsische Motivation zur Durchführung zu verstehen ist oder für die konkrete Umsetzung der schulpraktischen Erprobung relevant ist. Es finden sich im weiteren Planungsverlauf keine weiteren Aussagen zu Entscheidungen, die auf Grundlage der individuellen Lernstandserhebungen getroffen wurden.

Über den Einsatz der Materialsammlung für die Planung und Vorbereitung der schulpraktischen Erprobung wird im Zusammenhang mit der Gestaltung der Lernumgebung nachfolgend berichtet.

Gestaltung der geometrischen Lernumgebung

Alle Lehrkräfte bedienten sich zur Gestaltung der geometrischen, digital unterstützten Lernumgebungen an Materialien, Themen bzw. Ideen aus dem Fortbildungskontext – es fand kein Transfer auf darüberhinausgehende Themen statt. In der Analyse ließen sich folgende Vorgehensweisen nachzeichnen:

- unveränderte Übernahme des Materials (9 x),
- verkürzt auf rein analog (4 x),
- verkürzt auf App-Nutzung (3 x),
- verkürzt auf Abschlussphase (1 x),
- Übernahme eines Bestandteils in bestehende Planungen (2 x).

Des Weiteren wurden in 16 der 19 Portfolios folgende Differenzierungsmaßnahmen in den Planungen durch die Lehrkräfte besonders hervorgehoben:

Tabelle 4: Übersicht über die ergriffenen als Differenzierung intendierten Maßnahmen

Unterkategorie	Anzahl	Ankerbeispiel
Tandems/Kleingruppen	13 x	„Die SuS können sich gegenseitig helfen. Besonders um mit der Aufgabe zu beginnen“.
App-Hilfen	10 x	„Ich mache die SuS mit den Hilfsfunktionen der App vertraut: Wir öffnen die App gemeinsam und öffnen die Aufgabe sowie Hilfen. Die Schüler lösen die Aufgabe alleine oder in Partnerarbeit. Die Unterstützung soll nach Möglichkeit durch die App erfolgen.“
Materialgaben	8 x	„Differenziertes Angebot sind Holzwürfel zur Veranschaulichung“.
Aufgabenstellungen	5 x	„Ableitung von veränderten Aufgabenstellungen – besonders bezogen auf prozessbezogene Kompetenzen und bzgl. Darstellungsflüchtigkeit“
Dokumentationshilfen	4 x	„Verbindung zum Streichholzprojekt über gleiche Wortspeichernutzung beim Einstieg ins Projekt“

Trotz der berichteten herausfordernden Rahmenbedingungen entschieden sich neun Lehrkräfte für eine weitestgehende Übernahme des Aufbaus der Lernumgebung, wie sie ihn in der Fortbildung kennengelernt hatten. Dabei ist das Vorgehen geprägt durch einen starken Fokus auf verfügbare Materialien bzw. Apps und weniger explizit in Abhängig-

keit von Aufgabenformaten und benötigten Kompetenzen. Diese Lehrkräfte differenzierten schwerpunktmäßig über Tandem- bzw. Kleingruppenarbeit in den analogen Aufgabenformaten. So notierte eine Lehrkraft z.B. in ihrer Planung als Maßnahme, dass bei Problemen ein*e Partner*in zugeordnet wird, „*da die Schüler*innen mit Hilfe der Sozialform motivierter weiterarbeiten*“. Des Weiteren betonten diese Lehrkräfte die App-Hilfen als berücksichtigte differenzierende Maßnahme, u.a. im Einklang mit ihren Zielformulierungen zur Förderung von Freude und Motivation sowie dem besseren Umgang mit Heterogenität.

Anders verhält es sich bei sieben Lehrkräften, die nach der Analyse der Lernumgebung einen Schwerpunkt auf ein bestimmtes Aufgabenformat setzten und die Lernumgebung verkürzten. Dieses Handeln geht u.a. auf die bereits berichteten zeitlichen und ausstattungsbedingten Ausgangslagen, aber auch auf die Betonung der handlungsorientierten Erarbeitung des geometrischen Figurentyps bzw. die Annahme ausreichender Vorkenntnisse zur direkten Nutzung der App zurück. Auffällig ist hierbei, dass die vier Lehrkräfte, die ausschließlich analog arbeiteten, neben den Tandems auch weitere differenzierende Maßnahmen ergriffen. So wurden Aufgabenstellungen angepasst und weitere Materialien bereitgestellt. Auch bei einigen der App-fokussierten Lehrkräfte wurde die Gabe von analogen Materialien erwähnt.

Neben diesen nah an den Fortbildungsmaterialien orientierten Umsetzungen hat die Analyse auch zwei Herangehensweisen hervorgebracht, in denen nur die kennengelernten digitalen Medien übernommen wurden. Hier wurden bestehende Unterrichtsplanungen als Gerüst verwendet, das hinsichtlich der Integration des digitalen Mediums angepasst wurde. Bei diesem Vorgehen konnten die Lehrkräfte bereits auf den geklärten fachlichen und fachdidaktischen Rahmen sowie auf vorhandenes investives sowie konsumtives Material zurückgreifen. Außerdem beschränken sich die fachbezogenen Differenzierungsmaßnahmen nicht nur auf die App-Hilfen; so werden u.a. Wortspeicher eingesetzt.

Abschließend soll eine Umsetzung berichtet werden, in der eine Abschlussphase realisiert wurde, bei der die Lernenden entsprechend ihrer Neigung aus mehreren Geometrie-Apps wählen konnten. Das dokumentierte Motiv der Lehrkraft ist die Förderung von Spaß und Motivation der Lernenden, wobei die Schüler*innen jedoch isoliert lernen und die Aktivitäten nicht in einen größeren Rahmen eingebunden sind. Diese Planung weist viele der von Krauthausen (2012, 2020) berichteten problematischen, digitalbezogenen Handlungen von Lehrkräften auf.

4.2.2 Praktiken des Unterrichtens mit digital unterstützten Lernumgebungen

Auch wenn bei der Planung bereits lokale Rahmenbedingungen berücksichtigt wurden, kam es im schulischen Kontext zu Umständen, die eine Anpassung des geplanten Handelns an neue Gegebenheiten verlangten. Dabei handelte es sich um grundsätzliche Herausforderungen, z.B. „*Durch Ausflüge usw. konnte ich dieses Material nicht ausprobieren. So setzte ich es spontan bei meiner 5. Klasse ein*“, oder auch nur um Teilaspekte der Lernumgebung wie Heterogenität oder Technik. In einigen wenigen Fällen wurde berichtet, dass geplante Aufgabenstellungen nicht zum intendierten Lernendenverhalten geführt haben. In einem Beispiel sollten die Pentominos zeichnerisch gefunden werden, aber „*[für] die lernschwachen Schüler war es notwendig, Klickquadrate zur Verfügung zu stellen, um die Aufgabenstellung zu bearbeiten.*“ Ein anderer Fall berichtete von einer zu schweren Einstiegsaufgabe, an der nicht alle Lernenden teilhaben konnten. Die Kinder sollten in diesem Beispiel mit einer Pentomino-Auslegeaufgabe beginnen: „*Für die SuS war es zu Beginn schwer, günstige Strategien zu erkennen*“. Gelöst wurde dieses Problem durch eine weitere Plenumsphase vor dem Übergang in das digital unterstützte Aufgabenformat, wo die App-Hilfen eingesetzt werden konnten. Die Lehrkraft reflektiert nachträglich zur Einstiegsaufgabe: „*Hierfür wäre evtl. ein kleineres Feld mit weniger Steinen oder ein gleich großes Feld mit größeren Steinen gut gewesen.*“

Des Weiteren mussten Planungen quantitativ reduziert werden, weil die Anforderungen des Mediums in der Planung nicht zum Verhalten der Lernenden im Klassenraum passen, z.B.:

*„– eine Stunde für die konkrete Arbeit mit den Pentominos war zu knapp,
– die SuS konnten so nur eine Aufgabe analog und digital bearbeiten und nicht drei Aufgabenformate.“*

Ein weiteres Beispiel ist die – ebenfalls in Verbindung mit der berichteten Materialnutzung – problematische Annahme über Vorkenntnisse der Lernenden. So sind in den Portfolios Anmerkungen zum Bereich der „digital natives“ zu finden: *„das Programm entspricht der Alltagssituation der SuS, die mit Smartphone, Tablets und digitalen Geräten selbstverständlich umgehen und aufwachsen“*.

Die Lehrkräfte ließen sich während der Planung von der Annahme leiten, dass die Schüler*innen, aufgrund ihres Aufwachsens in einer digital geprägten Welt, die ausgewählten Medien sachgerecht verwenden können, und mussten dann im Unterricht ihr Handeln anpassen:

„Es wurden kaum Hinweise gegeben, es wurde 1 x gezeigt, wie eine Brücke [Anm.: Aufgabenformat] aussehen könnte, dann haben die Kinder allein gearbeitet. [...] Auch hier habe ich bei der 1. Gruppe nur eine Kurzeinweisung gegeben. Hier hatten die Kinder zwar mehr Spaß, aber weniger Erfolg.“

4.2.3 Praktiken des Reflektierens der schulpraktischen Erprobung

Die Erprobungsphase sollte im Sinne der Professionalisierung als kontinuierlichem Prozess mit Reflexionen schließen, um Anlässe und Ziele zum Weiterlernen zu generieren. Aus den Feldgesprächen und Gruppendiskussionen im ersten Teil des „preliminary research“ lässt sich entnehmen, dass die Reflexionen häufig erst wenige Tage vor dem nächsten Präsenztermin und damit unter dem Einfluss der Dringlichkeit angefertigt wurden. Dies könnte ein Grund für den Umstand sein, dass die Reflexionen in den Portfolios eher knappgehalten sind. Insgesamt lässt sich die Reflexionsqualität in 13 Portfolios als überwiegend intuitiv/fragmentiert, bei vier als überwiegend strukturiert und bei nur zwei Lehrkräften als überwiegend integrativ beschreiben.

Tabelle 5: Übersicht der Reflexionsinhalte

Unterkategorie	Anzahl	Ankerbeispiel
Schüler*innen-Handeln	31 x	<i>„SuS waren begeistert und hatten mit viel Energie und Geduld geknobelt“.</i>
Extrinsische Faktoren	12 x	<i>„Schulische Abläufe werden von der Uni oder den Kursplanern beim Senat wiederholt nicht beachtet [...]“.</i>
(zukünftiges) Lehrkräfte-Handeln	10 x	<i>„Die Erstellung der Grundlagen ist schnell machbar. Für die Differenzierungsangebote sind genauere Überlegungen nötig.“</i>

Die vorliegenden Produkte zeichnen sich durch einen sehr starken Fokus auf das Handeln der Schüler*innen aus. Dieses wurde weniger mit Blick auf fachliche Entwicklungen (9 x) reflektiert, sondern eher auf affektiv-motivationale (12 x) sowie unterrichtsorganisatorische (10 x) Aspekte beim Lernen (mit den digitalen Medien) bezogen. Auch extrinsische Faktoren, wie Schulleitungshandeln, Fortbildungsgestaltung oder Interessenskonflikte, werden in den Reflexionen herangezogen. In einigen Fällen werden Überlegungen zum eigenen Handeln und sich daraus ergebenden Zieladaptationen oder

Folgeerprobungen formuliert. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf weiteren bzw. überarbeiteten Differenzierungsmaßnahmen.

4.2.4 Diskussion

Die Zielsetzungen und Maßnahmen zur Zielerreichung der Erprobungsaufträge sind mehrheitlich durch eine kurzfristige, material- und medienbezogene Orientierung geprägt. Die Lehrkräfte konzentrierten sich auf das, was im Rahmen der Fortbildung erwartet wird: die Integration eines digitalen Mediums. Dieser starke Fokus auf das Neue baute auf bisherigen Routinetätigkeiten der Lehrkräfte auf (Materialien suchen und einsetzen) und thematisierte in diesem Zusammenhang kaum explizit fachdidaktische Elemente. Es ging um die Bewältigung des Arbeitsauftrags (Pflichterfüllung), allerdings seltener um eine Begründung, warum dieses Material so eingesetzt wurde, oder eine Analyse der Art und Weise, wie der Auftrag umgesetzt wurde.

Die Gestaltung der digital unterstützten Lernumgebungen wurde im Wesentlichen der Struktur, die aus der Fortbildung bekannt war, entnommen und zum Teil unreflektiert übernommen. Die realisierten Adaptionen z.B. hinsichtlich der eingesetzten Aufgabenformate, aber insbesondere der Differenzierungen sind mehrheitlich (unterrichts-)organisatorisch orientiert, so dass möglichst viele Schüler*innen die Aufgaben bewältigen sowie das Medium ausprobieren konnten und so der Unterrichtsversuch möglichst positiv wahrgenommen wurde.

Dies setzt sich mit einigen Ausnahmen in den Reflexionen fort, die ebenfalls mehrheitlich kurzfristig, sozial und unterrichtsorganisatorisch orientiert sind. Einige Lehrkräfte zeigen jedoch eine Änderung hinsichtlich inhaltsbezogener Orientierungen, indem der starke Fokus auf das Neue um Gedanken über inhaltliche Teilhabe durch Differenzierung ergänzt wird.

Aus der Zielperspektive der Fortbildung zeigen die meisten Lernwege in den Portfolios nicht die gewünschte Breite der flexiblen Nutzung von digital unterstützten Lernumgebungen in lokalen Kontexten und entsprechen eher einem IKT-Mischskript (vgl. Kap. 2.1). Insbesondere der unreflektierte Einsatz von vorbereiteten Unterrichtsmaterialien und das weitestgehende Fehlen von Anpassungen durch die Nutzung der aussteuerbaren Elemente der Aufgabenformate zur Adressierung der Realität vor Ort im Unterricht sind problematisch.

Des Weiteren ist die geringe berichtete Nutzung von personengebunden didaktischen Werkzeugen/Angeboten, wie Kooperationen und Ausleihmöglichkeiten, auffällig. Gründe dafür wurden teilweise erwähnt: „*Das Ausleihen [...] ist keine Option bei 1,5 h einfacher Wegzeit.*“

Die Ergebnisse unterstreichen in ihrer Gesamtheit die Grundannahmen mit Blick auf die Entwicklung eines mobilen, digitalen Tools zur situativen Unterstützung/Begleitung (vgl. Kap. 3.3). Dabei sollte nicht nur der von den Lehrkräften in den Portfolios formulierte Wunsch eines unmittelbaren technischen Supports bei der Erprobung berücksichtigt werden. Das didaktische Design des Chatbots sollte die in dieser qualitativen Analyse herausgearbeiteten Leerstellen und Bedarfe adressieren, um z.B. den Blick der Lehrkräfte auf alle Leitideen bei der Lernumgebungsgestaltung zu richten. Dies kann helfen, dass versuchte Ansätze, wie das Differenzieren in Kooperationen (Wollring, 2009), tatsächlich zu einer arbeitsteiligen Lernumgebung mit Teilaufgaben von unterschiedlichem Anspruch führen und sich nicht nur auf das Beschäftigen und Durchhalten einzelner Schüler*innen beschränken, so dass insgesamt ein stärkerer Fokus auf den Lerngegenstand gelegt wird. Dazu zählt auch ein reflektierter Medieneinsatz, bei dem dazu angeregt wird, tatsächliche Kompetenzen der Lernenden zu antizipieren, und nicht auf pauschale Konzepte, wie „digital natives“, gesetzt wird. Es müssen gezielte Impulse gesetzt werden, die dem Verlagern pädagogischer Verantwortung auf ein Medium vorbeugen.

Es kann festgehalten werden, dass die Lehrkräfte – trotz der Berücksichtigung bekannter allgemeiner Transfer-Herausforderungen und entsprechender Unterstützungsangebote beim Fortbildungsdesign – während der Implementation der Lernumgebungen weitere explizite und implizite Unterstützungsbedarfe haben. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der Planungs- und Gestaltungsphase als Grundlage für das professionelle Handeln im Unterricht. Deshalb konzentriert sich der im Folgenden vorgestellte Designprozess auf das Ziel, einen gerichteteren und reflektierteren Umgang der Lehrkräfte mit den Materialien aus der Fortbildungsmaterialiensammlung zu erreichen.

5 Designprozess und Prototyping

Die nachfolgenden Kapitel stellen den Übergang zur „prototyping phase“ (Schuljahr 2020/2021) dar, und zwar zunächst die initiale Designentwicklung mithilfe von „Mock-Ups“ im Rahmen einer Werkstattarbeit (vgl. Kap. 5.1). Als Ergebnis des Entwicklungszyklus wird die Funktionalität der ersten Version eines Prototyps präsentiert (vgl. Kap. 5.2).

5.1 Prozess

Der Designprozess nimmt die Erkenntnisse zu Hürden bei Lernwegen aus dem „preliminary research“ zum Ausgangspunkt. Zur Erarbeitung von Lösungen wird ein Prototyping-Ansatz verfolgt, der die iterative Herangehensweise (vgl. Kap. 3) weiter umsetzt und dabei um Aspekte des „design thinking“ (Doorley et al., 2018) ergänzt wird. Im vorliegenden Kontext steht dabei vor allem der Anwendungsfall („use case“) der Planung einer schulischen Erprobung zu digital unterstützten Lernumgebungen im Mittelpunkt.

Dieser Untersuchungszyklus hat das Ziel, Prozesse und Funktionalität im Zusammenhang mit dieser Anforderungssituation zu definieren, kooperativ einfache „Mock-Ups“ (Nieveen, 2013) zu realisieren (vgl. Abb. 3) und schließlich einen ersten Prototyp des Systems zu erstellen. Die im Zentrum stehende Forschungsfrage lautet:

Was können geeignete Eigenschaften, Inhalte und Funktionen eines Chatbots zur Unterstützung der Planung einer schulpraktischen Erprobung von digital unterstützten Lernumgebungen im Rahmen einer Mathematikfortbildung sein?

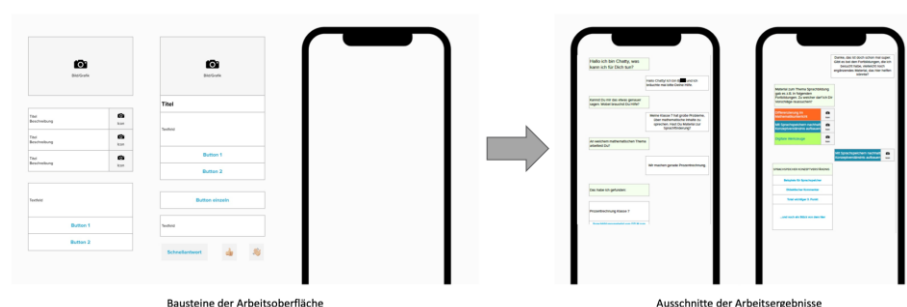


Abbildung 3: Ausschnitt einer kollaborativen Arbeitsoberfläche zur Visualisierung der Lösungsideen (eigene Darstellung)

Die Entwurfsphase wurde als Werkstattarbeit zusammen mit Mathematiklehrkräften der Primar- und Sekundarstufe, Masterstudierenden, Referendar*innen, Personen aus der digitalbezogenen Erwachsenenbildung und IT-Fachkräften ($n = 10$) umgesetzt.⁴ Die Einbindung der zukünftigen Anwender*innen in den Designprozess bietet die Möglichkeit,

⁴ Die Ideenwerkstatt wurde im Rahmen von „OPEN HUMBOLDT Freiräume“ aus Mitteln der Berlin University Alliance im Rahmen der Exzellenzstrategie von Bund und Ländern gefördert.

verdeckte Bedürfnisse und Annahmen zu entdecken sowie ihr Denken besser zu verstehen (Doorley et al., 2018). In einem Online-Workshop wurden nach einer Einführung in das Projekt im oben genannten „use case“ 1.) konkrete Nutzungsanlässe, 2.) Merkmale der Chatbot-Persönlichkeit und 3.) Lösungsideen („Mock-Ups“) erarbeitet. Zur Ideensammlung wurden Brainstormings und zur Ideenpriorisierung „post-it votings“ genutzt (ausführlich Doorley et al., 2018). Für das Entwerfen der „Mock-Ups“ wurden auf einem kollaborativen, virtuellen Whiteboard inhaltsleere Nachrichten-Bausteine bereitgestellt, die dann dem intendierten Gesprächsverlauf angepasst und angeordnet werden konnten (vgl. Abb. 3 auf der vorherigen Seite). Um eine neutrale Identifikationsmöglichkeit für die Teilnehmenden zu haben, wurde mit der Persona Mika als Nutzende*r gearbeitet. Diese entspricht in ihren Merkmalen statistisch einer typischen Lehrkraft an allgemeinbildenden Schulen in Deutschland.

Im Ergebnis haben sich die Teilnehmenden überwiegend mit dialogischen Prozessen zu Fragen der Unterstützung der Materialrecherche sowie -auswahl und Adaptionsprozessen für den lokalen Anwendungskontext befasst. Hier wurden der Zeitmangel und der Wunsch nach mehr Effizienz als zentrale Motivation genannt, ebenso wie die fehlende Möglichkeit bei Suchmaschinen, fachdidaktische Filter wie Klassenstufe, mathematisches Thema etc. einstellen zu können, so dass oft eine Unzufriedenheit mangels entsprechender Qualität aufträte. Die mit der Form des Chatbots verbundene Hoffnung ist eine Effizienzsteigerung und Qualitätssicherung. Die Überlegungen zur Frage der Charaktereigenschaften des digitalen Assistenten entsprechen der Rolle eines Tutors mit Elementen eines Moderators.

Mit der prototypischen Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse und Einsichten aus dem Stand der Forschung und der Exploration des Feldes schließt sich die nächste Phase der Entwicklung an. Ein erster Prototyp wird als Repräsentation einer Lösungsoption umgesetzt, um in Folgezyklen zur Beantwortung von Fragestellungen eingesetzt werden zu können (vgl. Allert & Richter, 2011, S. 10). Neben einem fortlaufenden Produkt-„Screening“ durch die Forschenden selbst findet ein „Screening“ durch beratende Persönlichkeiten ($n = 6$) aus der Mathematikdidaktik, Erwachsenenbildung, Psychologie und Informatik statt. Das Ergebnis des ersten Entwicklungszyklus wird im Folgenden in seinen Kernfunktionen vorgestellt.

5.2 Kernfunktionen des Prototyps

Lehrkräfte weisen komplexe Lern- sowie Berufserfahrungen auf und nehmen aufgrund ihrer beruflichen Anforderungen eine besondere Rolle in der Erwachsenenbildung ein (Gerstenmeier & Mandl, 2011; Lipowsky, 2011). Dazu gehört u.a. mit Blick auf die Herstellung der Passung auch, dass Lehrende die Fortbildungsinhalte unmittelbar auf eine möglichst direkte Umsetzbarkeit überprüfen. Dies kann dazu führen, dass der Fortbildungsgegenstand subjektiv als uninteressant bzw. irrelevant eingestuft wird, wenn sich keine Anknüpfungspunkte finden lassen (Törner, 2015). Zudem heben Schrader und Schöb (2016) die kognitiven Belastungen als besondere Herausforderung bei diesen Planungsprozessen hervor: Komplexität des Vorhabens und Interdependenz der Planungsbestandteile („intrinsic cognitive load“); geringe Anschaulichkeit und Komplexität der Materialien („extraneous cognitive load“); Widerspruch linearer Unterrichtsentwürfe und iterativen Planungshandelns („germane cognitive load“). Zugleich wird aber das Potenzial digitaler Medien hervorgehoben, hier unterstützend wirken zu können.

Diese Befunde wurden ergänzend zu den kontextspezifischen Ergebnissen der Voruntersuchung bei der Ausgestaltung der Funktionalität des Chatbots berücksichtigt. Die nachfolgenden Funktionen bilden den Kern der Ergebnisse des Entwicklungszyklus.

Als niederschwelliger Einstieg werden die Lehrkräfte über einen Einführungsdialog an die Handhabung des Systems herangeführt, es werden seine Funktionen vorgestellt, und es wird ein Profil mit unterrichtsbezogenen Merkmalen erstellt.

Die erste gegenstandsbezogene Funktion ist die Materialdarstellung. In Abhängigkeit von Fortbildungsinhalten und dem im Profil hinterlegten Zeitbudget sowie der Klassenstufe werden Vorschläge unterbreitet. So sollen Lehrkräfte bei einer schnellen Recherche unterstützt werden, damit sie zielgerichteter in den Adaptionprozess der Lernumgebung, also in die didaktisch flexible Nutzung, für ihren lokalen Kontext einsteigen können. Für die Darstellung der Informationen wird die Struktur der Lernumgebung beibehalten, allerdings entsprechend des technologischen Rahmens in kleinere Einheiten (Karten) unterteilt. Diese Karten liefern zu den einzelnen Aufgabenformaten, aus denen die Lernumgebung aufgebaut ist, entweder direkt relevante Informationen und Abbildungen oder bieten diese über Schaltflächen zum Aufrufen an. Die Lehrkräfte können über die Schnellauswahlmöglichkeiten dann selbst entscheiden, welche Aspekte sie nachfragen, so dass eine Balance zwischen Selbstorganisation und Anleitung gehalten wird, um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Nutzenden gerecht zu werden. Zu diesen relevanten Informationen gehören u.a. Hinweise zur Unterrichtsorganisation, zu mathematikdidaktischen Hintergründen und zu aufgabenbezogenen Adaptionshinweisen.

Bei den aufgabenbezogenen Adaptionshinweisen bekommt die Lehrkraft einen Prompt ausgespielt, der ihre Aufmerksamkeit auf einen spezifischen Aspekt lenkt. Es wird aufgezeigt, welche schwierigkeitsgenerierenden Merkmale ein bestimmtes Aufgabenformat hat (vgl. Abb. 4 auf der folgenden Seite). Die situative aufgabenbezogene Anwendung des Prompts obliegt der Lehrkraft anhand der spezifischen Lernsituation, die sie plant, und wird ihr nicht durch den Chatbot abgenommen.

Im Zusammenhang mit Auswahl und Adaption eines passenden Materials für die schulpraktische Erprobung steht eine weitere Funktion: die Planungsfunktion. Eine Form des schriftlichen Unterrichtsentwurfs, wie er in der ersten und zweiten Lehrkräftebildungsphase eingesetzt wird, ist u.a. aufgrund des Umfangs ungeeignet. Es wird eine Form benötigt, die zwar das Nachdenken über den potenziellen Verlauf, Hürden sowie Ziele der Erprobung ermöglicht, die aufgrund des dokumentierten Zeitdrucks aber möglichst kompakt bleibt. Es ist notwendig, den Lehrkräften dabei zu helfen, frühzeitig Lernhandlungen zu initiieren und diese gegenüber konkurrierenden Handlungen abzuschirmen (vgl. Janson & Dickhäuser, 2019, S. 297). Dabei kann positives Denken in Form einer Kombination aus mentalem Kontrastieren (Herstellen einer Zielbindung durch strategische Anpassung von erwünschter Zukunft und Realität) und Durchführungsvorsätzen (Formulierung von Verhaltensweisen in Form von Wenn-Dann-Plänen) einen konstruktiven, selbstbestimmten und ressourcenschonenden Rahmen schaffen (Krott et al., 2019; Oettingen & Gollwitzer, 2010). Die Nutzenden können ihre Überlegungen entlang von fünf Dialogimpulsen (persönliches Lernziel, Erfolgskriterien, unmittelbare Hindernisse, Handlungsplanung, Wenn-Dann-Pläne) mit dem Chatbot teilen, der wiederum Zusammenfassungen aus den Eingaben generiert bzw. die Einzelbestandteile in geeigneten Situationen aus dem Speicher abrufen kann. Des Weiteren kann die Zusammenfassung der fixierten Gedanken als Reflexionsgrundlage genutzt werden – nicht nur durch die Lehrkraft selbst. Von diesem Format könnte auch die Reflexionsqualität profitieren, weil nicht mehr unter Zeitdruck vermeintlich relevante Sachverhalte betrachtet werden, sondern anhand festgelegter Ziele und Kriterien eine Auswertung stattfinden kann.

Bei den Hinweisen zur Unterrichtsorganisation und zu mathematikdidaktischen Hintergründen kann die Lehrkraft entscheiden, ob sie weitere Informationen z.B. zur Inszenierung der Lernumgebung, zur Grundaufgabe, zu Anforderungen des digitalen Mediums oder zu Möglichkeiten der sozialen Organisation abrufen.

Die Grundaufgabe lässt sich auf mehreren Wegen adaptieren. Zum Beispiel kann der komplette Weg von den Zwillingen bis zu den Fünflingen mithilfe eines Arbeitsblattes, das den Prozess strukturiert, im Mittelpunkt stehen. Außerdem kann der Findungsprozess noch weiter fokussiert werden, indem als Grundfigur bereits Quadratvierlinge gegeben werden, die dann jeweils mit dem fehlenden Quadrat ergänzt werden sollen.

Der Schwierigkeitsgrad der Rätsel- bzw. Spielbretterstellungsaufgaben lässt sich über die Anzahl der Ecken als schwierigkeitsgenerierender Faktor verändern. Eine Zielfigur mit nur vier Ecken ist anspruchsvoller als eine Figur mit mehr Ecken.

Auch bei dem Aufgabenformat des Auslegens von Figuren kann der Schwierigkeitsgrad über die Anzahl der Figurecken gesteuert werden. Ebenso kann über die Anzahl der Pentominos gesteuert werden. Die schwierigste (analoge) Variante ist das Auslegen einer rechteckigen Figur mit $6 \cdot 10$ -Quadraten als Seitenlängen und allen 12 Pentominos.

Abbildung 4: Beispiele für mögliche Prompts zu Adaptionshinweisen von analogen Pentomino-Aufgabenformaten (eigene Darstellung)

6 Fazit

Selbst in Fortbildungen, die mit bestehenden Mitteln die benötigte Begleitung und Unterstützung in Erprobungsphasen leisten, kommt es zu ganz unterschiedlichen Situationen, die sich als Nutzungsanlass für einen Chatbot im Sinne eines digitalen Assistenten anbieten. Besonders anspruchsvoll sind aufgrund der zunehmenden Heterogenität unter den Lehrkräften die Vielfalt der Lernwege und die damit verbundenen Bedarfe. Der vorgestellte Designforschungsprozess wurde daher systematisch durchgeführt, um:

- 1.) Hürden und Unterstützungsbedarfe aufzudecken, die in Lernwegen von Mathematiklehrkräften während der Umsetzung einer Erprobung zu digital unterstützten Lernumgebungen auftreten;
- 2.) aufbauend auf den berichteten Lernwegen Unterstützungs- und Lösungsmöglichkeiten mit Praktiker*innen sowie Expert*innen zu identifizieren und zu erkunden;
- 3.) basierend auf den Bedürfnissen der Lehrkräfte und den erkundeten Lösungsoptionen einen Prototyp eines Chatbots zu gestalten.

Die gewonnenen, fallbasierten Erkenntnisse und Erfahrungen mündeten in einen ersten Prototyp eines Chatbots, der mittels eines basalen Funktionsumfangs am Beispiel einer digital unterstützten Lernumgebung reale Nutzer*innen bei der Planung und Vorbereitung einer schulpraktischen Erprobung unterstützen soll (vgl. Kap. 6.2).

6.1 Limitationen

Die vorgelegte Arbeit wird, wie andere Arbeiten des „Educational Design Research“, eingeschränkt durch die Dilemmata des realweltlichen Kontextes, in dem sie stattfindet („design research dilemmas“ ausführlich in Plomp, 2013, S. 30f.).

Forschende konnten nicht den gesamten Transferprozess begleiten, so dass die Praktiken indirekt über Portfolios erfasst wurden. Bei diesen besteht potenziell die Einschränkung, dass die Lehrkräfte nicht offen und frei ihr tatsächliches Handeln dokumentiert haben. Zudem sind sie nicht so ausführlich und offen für Rückfragen, wie es ggf. Interviews sein könnten. Demgegenüber steht jedoch, dass die Portfolios über den längeren Zeitraum der schulpraktischen Erprobung in situ geführt wurden, so dass keine ausschließlich retrospektive Darstellung vorliegt. Außerdem wurden in zahlreichen Portfolios Fotos, Instruktionen und Aufgabenformulierungen beigelegt, die der Beurteilung

der berichteten Praktiken zuträglich waren. Trotz der kleinen und willkürlichen Stichprobe aus Fortbildungsteilnehmenden sowie des vorgegebenen Erprobungsrahmens weisen die Ergebnisse eine hinreichende Heterogenität auf, die die eingangs dargestellten Annahmen bestätigen und anschlussfähig an Erkenntnisse zum Einsatz digitaler Medien sind (vgl. Kap. 2.1).

Zudem sei angemerkt, dass durch den iterativen Charakter des Forschungsprozesses und seine Offenheit durch die Kooperationen mit weiteren Beteiligten ggf. vorhandene Leerstellen durch weitere Datensammlungen und Erkenntnisse im Designprozess in Folgezyklen begegnet werden kann (Plomp, 2013). Der hier berichtete Ausschnitt des Designforschungsprozesses erhebt daher keinen Anspruch auf Endgültigkeit, insbesondere mit Blick auf die tatsächliche Wirkung des Chatbots auf die Praktiken der Lehrkräfte, die erst noch untersucht werden muss.

Dabei gilt – wie für andere Medien in Bildungskontexten auch –, dass nicht zu erwarten sein kann, dass das Medium per se das Lernen der Lehrkräfte verbessert. Auch eine automatisierte Personalisierung des Lernens scheint unrealistisch, wo sie selbst erfahrene Fortbildende nicht ohne weiteres realisieren können. Die präsentierte Chatbot-Grundarchitektur bietet jedoch durch ihre Designmerkmale das Potenzial, die beschriebenen Komplexitäten in den Planungsprozessen zu reduzieren, sodass Denk- und Handlungsprozesse fokussiert und in der Initiierungsphase abgeschirmt werden können. Diese situative Entlastung der Lehrkräfte wäre aus Zielperspektive der Fortbildung wünschenswert, um Lernprozesse aufrechtzuerhalten. Eine Garantie, dass die Chatbot-Inhalte dabei nicht ebenso wie Zeitschriften- oder Homepageinhalte rezeptartig genutzt werden, gibt es nicht. Auch hier wird die Einbindung des Mediums in die Lerngelegenheit entscheidend sein.

6.2 Ausblick

Um die Annahme zu überprüfen, dass der Chatbot-Prototyp in seinen Grundfunktionen die Vorbereitung einer schulpraktischen Erprobung unterstützen kann, werden sich im anschließenden Untersuchungszyklus Lehrkräfte unter realen Bedingungen mit dem Produkt auseinandersetzen. Nach einer Einführung in den Funktionsumfang sollen sie eine Planung für eine potenzielle Erprobung in ihren Klassen generieren. Im Anschluss werden sie mit Hilfe Fokussierter Interviews (Friebertshäuser & Langer, 2013) befragt.

Diese qualitative, formative Evaluation des Prototyps hat insgesamt das Ziel, bestehende Unzulänglichkeiten zu identifizieren, Ansätze für eine Qualitätsverbesserung herauszuarbeiten und die Akzeptanz der Lehrkräfte hinsichtlich der potenziellen Nutzung des Chatbots für ihr professionelles Lernen zu erfassen (Nieveen, 2013).

Literatur und Internetquellen

- Allert, H. & Richter, C. (2011). Designentwicklung – Anregungen aus Designtheorie und Designforschung. In M. Eber & S. Schön (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (L3T)* (S. 285–298). Epubli. <https://www.researchgate.net/publication/277991037>
- Aubusson, P., Schuck, S. & Burden, K. (2009). Mobile Learning for Teacher Professional Learning: Benefits, Obstacles and Issues. *Alt-J. Research in Learning Technology*, 17 (3), 233–247. <https://doi.org/10.1080/09687760903247641>
- Bahja, M., Hammad, R. & Butt, G. (2020). A User-Centric Framework for Educational Chatbots Design and Development. In C. Stephanidis, M. Kurosu, H. Degen & L. Reinerman-Jones (Hrsg.), *HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Multimodality and Intelligence. HCII 2020. Lecture Notes in Computer* (S. 32–43). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60117-1_3

- Barzel, B. & Selter, C. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen. *Journal der Mathematikdidaktik*, 36, 259–284. <https://doi.org/10.1007/s13138-015-0076-y>
- Bechinie, D., Eilerts, K., Huhmann, T., Lenke, M., Schulte, C. & Winkelkemper, F. (2021). Geometrielernen digital unterstützen – Räumliche Kompetenzen und individuelle Lernwege mittels adaptierbarer algorithmischer Rückmeldemöglichkeiten fördern. In K. Hein, C. Heil, S. Ruwisch & S. Prediger (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2021* (S. 107–110). WTM.
- Bertram, J. (2021). Portfolios als Möglichkeit zur Dokumentation und Reflexion von Lernprozessen – Beispielhafte Umsetzung in einer Fortbildung zu inklusivem Mathematikunterricht. In Y. Völschow & K. Kunze (Hrsg.), *Reflexion und Beratung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Beiträge zur Professionalisierung von Lehrkräften* (S. 381–399). Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1bvndj9.24>
- Beyer, S. & Eilerts, K. (2020). Mit mobile learning Professionalisierungsprozesse von (angehenden) Mathematik-Lehrkräften in Fort- und Ausbildung unterstützen. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 395–400). Waxmann.
- Blömeke, S., Müller, C. & Eichler, D. (2006). Unterricht mit digitalen Medien – zwischen Innovation und Tradition? Eine empirische Studie zum Lehrerhandeln im Medienzusammenhang. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 632–650. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0172-3>
- Bonsen, M. & Berkemeyer, N. (2011). Lehrerinnen und Lehrer in Schulentwicklungsprozessen. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 731–747). Waxmann.
- Borko, H., Whitcomb, J. & Liston, D. (2009). Wicked Problems and Other Thoughts on Issues of Technology and Teacher Learning. *Journal of Teacher Education*, 60 (1), 3–7. <https://doi.org/10.1177/0022487108328488>
- Doorley, S., Holcomb, S., Klebahn, P., Segovia, K. & Utley, J. (2018). *Design Thinking Bootleg*. d.school at Stanford University. <https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg>
- Eickelmann, B., Drossel, K. & Port, S. (2019). Was bedeutet die Digitalisierung für die Lehrerfortbildung? – Ausgangslage und Perspektiven. In R. Koerber & B. Groot-Wilken (Hrsg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer: Ideen, Entwicklungen, Konzepte* (S. 57–82). wbv media.
- Eilerts, K. & Huhmann, T. (2018). Ein interdisziplinäres Projekt zur Entwicklung und Erforschung digital unterstützter Lehr-Lernumgebungen für den Inhaltsbereich Raum und Form im Mathematikunterricht der Primarstufe. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (52. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik) (S. 497–500). WTM.
- Ertmer, P.A. & Ottenbreit-Leftwich, A.T. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42 (3), 255–284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Friebertshäuser, B. & Langer, A. (2013). Interviewformen und Interviewpraxis. In B. Friebertshäuser, A. Langer & A. Prengel (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (4., durchges. Aufl.) (S. 437–455). Beltz Juventa.
- Gerstenmeier, J. & Mandl, H. (2011). Konstruktivistische Ansätze in der Erwachsenenbildung und Weiterbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 169–178). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94165-3_10

- Göb, N. (2017). Professionalisierung durch Lehrerfortbildung: Wie wird der Lernprozess der Teilnehmenden unterstützt? *DDS – Die Deutsche Schule*, 109 (1), 9–27.
- Golomb, S.W. (1994). *Polyominoes: Puzzles, Patterns, Problems, and Packings* (2., überarb. u. erw. Aufl.). Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691215051>
- Gotzen, S., Linde, F. & Szczyrba, B. (2012). Vom Nutzen des Lehrportfolios für die Entwicklung der ‚pädagogischen Eignung‘ von Hochschullehrenden. In B. Szczyrba & S. Gotzen (Hrsg.), *Das Lehrportfolio: Entwicklung, Dokumentation und Nachweis von Lehrkompetenz an Hochschulen* (S. 275–288). LIT.
- Herold, A., Denner, L. & Rittersbacher, C. (2019). Von der Fortbildung in den Grundschulunterricht – Gelingensbedingungen für den Transfer innovativer Unterrichtsaktivitäten. In C. Donie, F. Förster, M. Obermayr, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenske, M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer* (Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 23) (S. 169–174). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26231-0>
- Hirt, U., Wälti, B. & Wollring, B. (2016). Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule: Begriffsklärung und Positionierung. In U. Hirt & B. Wälti (Hrsg.), *Lernumgebungen im Mathematikunterricht: Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte* (5. Aufl.) (S. 11–14). Kallmeyer.
- Hobert, S. & Meyer von Wolff, R. (2019). *Say Hello to Your New Automated Tutor – A Structured Literature Review on Pedagogical Conversational Agents*. 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik. https://www.researchgate.net/publication/331333034_Say_Hello_to_Your_New_Automated_Tutor_-_A_Structured_Literature_Review_on_Pedagogical_Conversational_Agents
- Hugger, K.-U. & Walber, M. (2010). *Digitale Lernwelten – Konzepte, Beispiele und Perspektiven*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-92365-9>
- Huhmann, T., Eilerts, K. & Höveler, K. (2019). Digital unterstütztes Mathematiklernen und -lernen in der Grundschule – Konzeptionelle Grundlage und übergeordnete Konzeptbausteine für die Mathematiklehreraus- und -fortbildung. In D. Walter & R. Rink (Hrsg.), *Digitale Medien in der Lehrerbildung Mathematik – Konzeptionelles und Beispiele für die Primarstufe* (Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien in der Primarstufe, Bd. 5) (S. 277–308). WTM. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871204.0.15>
- Hyojung, J., Jinju, L. & Chaeyeon, P. (2020). Deriving Design Principles for Educational Chatbots from Empirical Studies on Human-Chatbot Interaction. *Journal of Digital Contents Society*, 21 (3), 487–493. <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.3.487>
- Janson, M.P. & Dickhäuser, O. (2019). Prüfungsvorbereitung an der Hochschule mittels Lernsoftware: Die Effekte von Wenn-Dann-Plänen. *Unterrichtswissenschaft*, 47, 295–312. <https://doi.org/10.1007/s42010-018-0018-8>
- Kantsteiner, K., Stamann, C., Bühren, C.G. & Theurl, P. (2020). *Professionelle Lerngemeinschaften als Entwicklungsinstrument im Bildungswesen*. Beltz Juventa.
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) (Hrsg.). (2013). *Gestaltung von Sondermaßnahmen zur Gewinnung von Lehrkräften zur Unterrichtsversorgung*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2013/2013_12_05-Gestaltung-von-Sondermassnahmen-Lehrkraefte.pdf
- Kollar, I. & Fischer, F. (2011). Mediengestützte Lehr-, Lern- und Trainingsansätze für die Weiterbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 1017–1030). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94165-3_64
- Koth, M. & Grosser, N. (2010). *Das Pentomino-Buch. Denkspielspaß für Kinder von 9 bis 99*. Aulius.

- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2277-4>
- Krauthausen, G. (2020). Tablets ante portas. Innovation oder/und Déjà-vu (?). In B. Brandt, L. Bröll & H. Dausend (Hrsg.), *Digitales Lernen in der Grundschule II – Aktuelle Trends in Forschung und Praxis* (S. 40–59). Waxmann.
- Krott, N.R., Marheinecken, R. & Oettingen, G. (2019). Mentale Kontrastierung und WOOP fördern Einsicht und Veränderung. In S. Rietmann & P. Deing (Hrsg.), *Psychologie der Selbststeuerung* (S. 187–212). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24211-4_9
- Lipowsky, F. (2011). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und Weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 398–417). Waxmann.
- Lipowsky, F. (2019). Wie kommen Befunde der Wissenschaft in die Klassenzimmer? – Impulse der Fortbildungsforschung. In C. Donie, F. Förster, M. Obermayr, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenske, M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer* (Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 23) (S. 144–161). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26231-0>
- McKenney, S. & Visscher, A.J. (2019). Technology for Teacher Learning and Performance. *Technology, Pedagogy and Education*, 28 (2), 129–132. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1600859>
- Meyer von Wolff, R., Hobert, S. & Schumann, M. (2019). How May I Help You? – State of the Art and Open Research Questions for Chatbots at the Digital Workplace. In *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Science* (S. 95–104). University of Hawai‘i at Mānoa. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2019.013>
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nieveen, N. (2013). Formative Evaluation in Educational Design Research. In T. Plomp & N. Nieveen (Hrsg.), *An Introduction to Educational Design Research* (S. 89–103). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Oettingen, G. & Gollwitzer, P.M. (2010). Strategies of Setting and Implementing Goals: Mental Contrasting and Implementation Intentions. In J.E. Maddux & J.P. Tangney (Hrsg.), *Social Psychological Foundations of Clinical Psychology* (S. 114–135). The Guilford Press.
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Hrsg.), *An Introduction to Educational Design Research* (S. 9–36). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Prediger, S. (2019). Promoting and Investigating Teachers’ Pathways towards Expertise for Language-Responsive Mathematics Teaching. *Mathematics Education Research Journal*, 31 (4), 367–392.
- Prediger, S., Leuders, T. & Rösken-Winter, B. (2017). Drei-Tetraeder-Modell der gegenstandsbezogenen Professionalisierungsforschung: Fachspezifische Verknüpfung von Design und Forschung. In Deutsches Zentrum für Lehrkräftebildung Mathematik – DZLM (Hrsg.), *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik* (S. 159–177). Schneider Hohengehren.
- Prediger, S., Rösken-Winter B. & Leuders, T. (2019). Which Research Can Support PD Facilitators? Strategies for Content-Related PD Research in the Three-Tetrahedron Model. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22, 407–425. <https://doi.org/10.1007/s10857-019-09434-3>

- Reintjes, C., Bellenberg, G. & im Brahm, G. (2018). *Mentoring und Coaching als Beitrag zur Professionalisierung angehender Lehrpersonen* (Schulpraktische Studien und Professionalisierung, Bd. 3). Waxmann.
- Roll, I. & Wylie, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26 (2), 582–599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- Schlobinski, P. & Siever, T. (2018). Sprachliche Kommunikation in der digitalen Welt – Eine repräsentative Umfrage, durchgeführt von forsa. *Networx*, 80, 1–17. <https://doi.org/10.15488/3088>
- Schmidt-Lauff, S. (2011). Zeitfragen und Temporalität in der Erwachsenenbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 213–230). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94165-3_13
- Scholl, D. & Plöger, W. (2020). Unterricht als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 21–30). Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-001>
- Schrader, J. & Schöb, S. (2016). Die Planung von Lehr-Lern-Einheiten mit digitalen Medien: Konzepte und Befunde. *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, 39, 331–347. <https://doi.org/10.1007/s40955-016-0078-5>
- Schreier, M. (2014). Ways of Doing Qualitative Content Analysis: Disentangling Terms and Terminologies. *Forum: Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, 15 (1). <https://doi.org/10.17169/fqs-15.1.2043>
- SenBJF (Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin) (Hrsg.). (2021). *Blickpunkt Schule: Bericht Schuljahr 2020/2021*. <https://www.berlin.de/sen/bildung/schule/bildungsgsstatistik/>
- Thurm, D. (2020). *Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht integrieren. Zur Rolle von Lehrerüberzeugungen und der Wirksamkeit von Fortbildungen*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-28695-8>
- Törner, G. (2015). Verborgene Bedingungs- und Gelingensfaktoren bei Fortbildungsmaßnahmen in der Lehrerbildung Mathematik – subjektive Erfahrungen aus einer deutschen Perspektive. *Journal der Mathematikdidaktik*, 36, 195–232. <https://doi.org/10.1007/s13138-015-0078-9>
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19067-5>
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M. & Drachsler, H. (2021). Are We There Yet? – A Systematic Literature Review on Chatbots in Education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, Art. 654924. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Wollring, B. (2009). Zur Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule. In A. Peter-Koop, G. Lilitakis & B. Spindeler (Hrsg.), *Lernumgebungen – Ein Weg zum kompetenzorientierten Mathematikunterricht in der Grundschule* (S. 9–23). Mildenberger.

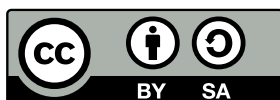
Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Beyer, S. (2022). Innovieren unter Druck: Qualitative Exploration von Lernwegen und Entwicklung eines Chatbots zur Unterstützung von schulpraktischen Erprobungen im Kontext einer Lehrkräftefortbildung. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 5 (1), 426–453. <https://doi.org/10.11576/hlz-4788>

Eingereicht: 05.10.2021 / Angenommen: 03.11.2022 / Online verfügbar: 20.12.2022

ISSN: 2625–0675



Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

English Information

Title: Innovating under Pressure: Qualitative Investigation of Transfer Barriers and Development of a Chatbot to Support School Practice Trials in a Teacher Training Program

Abstract: In the sense of “Educational Design Research” (Plomp, 2013), this paper describes the results of a systematic investigation of challenges in the transfer of technology supported learning environments in the context of school practice trials as part of teacher training with the aim of developing a chatbot to support action-oriented knowledge acquisition in situated learning. For this purpose, learning processes of teachers as learners were recorded by means of portfolios ($n = 19$) and evaluated with a qualitative content analysis. Key findings relate to practices of planning and preparation as requirements for professional teaching. Based on this, practitioners ($n = 10$) as well as experts ($n = 6$) used a knowledge exchange process with a prototyping approach to develop interdisciplinary possibilities for support and solutions. From these ideas, a chatbot prototype was developed based on the principles of “mobile learning”. The paper concludes with a presentation of the core elements of the chatbot, a framing of the results and considerations for future developments.

Keywords: digitalization; professional development; learning environments; mobile learning