



# Wie lehrt man Lehrkräfte lernunterstützend zu lehren? Empirische Befunde zur universitären Lehrkräftebildung im Bereich adaptiver Lernunterstützung im kompetenzorientierten Mathematikunterricht

Dominik Leiss · Svenja Lemmrich · Laura Schilling · Timo Ehmke

Eingegangen: 24. März 2023 / Überarbeitet: 14. März 2025 / Angenommen: 6. Juni 2025 / Online publiziert: 17. Juli 2025  
© The Author(s) 2025

**Zusammenfassung** Der Umgang mit heterogenen Lerngruppen nimmt in der Praxis immer mehr an Bedeutung zu. Das Konzept der adaptiven Lernunterstützung kann hierbei einen geeigneten Ansatz bieten. An der Leuphana Universität Lüneburg wurde sich interdisziplinär im Rahmen des Projekts Zukunftszentrum Lehrkräftebildung mit dem Konzept der adaptiven Lernunterstützung, praxisnahen Ansätzen für den Fachunterricht sowie der Förderung dessen im Rahmen der Lehrkräftebildung auseinandergesetzt. Neben dieser konzeptionellen Skizzierung der adaptiven Lernunterstützung wird in diesem Beitrag ein exemplarisches Beispiel zur Förderung der Kompetenz der adaptiven Lernunterstützung aus dem Fach Mathematik einschließlich Evaluationsergebnissen vorgestellt. Hierbei können insbesondere die handlungsnahen Kompetenzen als Schwierigkeit bei der Förderung in der Lehrkräftebildung herausgestellt werden.

**Schlüsselwörter** Adaptive Lernunterstützung · Diagnose · Intervention · Professionalisierung · Lehrkräftebildung

---

✉ Dominik Leiss · Svenja Lemmrich · Laura Schilling · Timo Ehmke  
Leuphana Universität Lüneburg, Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg, Deutschland  
E-Mail: dominik.leiss@leuphana.de

Svenja Lemmrich  
E-Mail: svenja.lemmrich@leuphana.de

Laura Schilling  
E-Mail: laura.schilling@leuphana.de

Timo Ehmke  
E-Mail: timo.ehmke@leuphana.de

## How to teach teachers learning-supportive teaching?—Empirical findings on the university teaching of adaptive intervention competencies for competence-oriented mathematic lessons

**Abstract** Dealing with heterogeneous learning groups is becoming increasingly important in practice. The concept of adaptive learning support can offer a suitable approach here. At the Leuphana University Lüneburg, the concept of adaptive learning support, practical approaches for subject teaching, and the promotion of this in the context of teacher education were addressed in an interdisciplinary manner within the framework of the so called Zukunftszentrum Lehrkräftebildung (Future Centre for Teacher Training). In addition to this conceptual outline of adaptive learning support and competence in adaptive teaching as a part of it, an example for the promotion of adaptive teaching competence from the subject mathematics including evaluation results is presented in this paper. Here, especially the performance-related competencies can be highlighted as a difficulty in the promotion in teacher education.

**Keywords** Adaptive teaching · Diagnosis · Intervention · Professionalization · Teacher education

### 1 Einleitung

Im aktuellen pädagogisch-didaktische Diskurs liegt der Fokus vor dem Hintergrund wachsender Heterogenität der Schüler\*innenschaft (Trautmann und Wischer 2011) zunehmend auf individualisierten bzw. stärker personalisierten Lehr-Lernprozessen (Lazarides und Schiepe-Tiska 2022; Lipowsky und Lotz 2015; Stebler et al. 2021). Daraus ergibt sich die Forderung an die Unterrichtsqualitätsforschung, sich adaptiven Unterrichtsformen und Unterstützungsmaßnahmen zu widmen (Begrich et al. 2023). Einerseits müssen Qualitätsmerkmale identifiziert und messbar gemacht werden, andererseits braucht es die Entwicklung und Erprobung adaptiver Konzepte in der Praxis (Begrich et al. 2023). So gibt es aktuelle Bemühungen zu definieren, was adaptiver Unterricht ist, wie er in der Praxis gestaltet werden kann und wie empirische Untersuchungen dazu aussehen müssen (Brägger und Rolff 2021; Dumont et al. 2024; Lemmrich et al. 2024; Meier-Wyder et al. 2022). Aus dem Anspruch eines stärker individualisierten Unterrichts, in dem bestenfalls alle Schüler\*innen in ihrer Zone der optimalen Entwicklung (Vygotsky 1980) lernen und nicht über- oder unterfordert werden, ergeben sich auch neue Anforderungen an die Lehrkräfteteaus- und -fortbildung. Wie können Lehrkräfte am besten auf einen angemessenen Umgang mit Heterogenität vorbereitet werden?

Die Lehrkraft soll einerseits die Schüler\*innen individuell in ihrem Lernprozess fördern, so dass andererseits möglichst alle die in den fachlichen Bildungsstandards normativ gesetzten kompetenzorientierten Lernziele bis zum Ende der Schulzeit erreichen. Dabei zeigen bisherige Befunde, dass (angehende) Lehrkräfte hinsichtlich der gesamten Planung und Gestaltung eines adaptiven Unterrichts Schwierigkeiten haben und es ihnen schwer fällt, Schüler\*innen adaptiv in ihren unterrichtlichen

Lernprozessen zu unterstützen (Seifried und Wuttke 2010). Entsprechend erscheint es folgerichtig, wenn aktuell eine Vielzahl an Projekten sich der Forschung und der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung in diesem Bereich widmen (Bohl und Beck 2020).

Eine zentrale Rolle spielt dabei die „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“, mit der sich Bund und Länder den Herausforderungen der Lehrkräftebildung stellen, also insbesondere auch dem adaptiven Umgang mit Heterogenität im Unterricht (BMBF). Das Projekt ZZL-Netzwerk<sup>1</sup> der Leuphana Universität Lüneburg hat als ein zentrales Ziel, die Lehrkräftebildung im Bereich adaptiver Lernunterstützung im kompetenzorientierten Fachunterricht weiterzuentwickeln. Hierfür wurden in den vergangenen Jahren zunächst multiprofessionelle Teams bestehend aus universitären Dozierenden und schulischen Fachlehrkräften gebildet. Im Mittelpunkt dieser kollaborativen Zusammenarbeit stand die Entwicklung, Erprobung und Implementation universitärer Fachseminare, die Studierende befähigen sollen, Lernprozesse im Mathematikunterricht adaptiv zu unterstützen. Theoretisch zugrunde gelegt wurde dafür ein fachübergreifendes Modell professioneller Lehrkräftekompetenz (Blömeke et al. 2015), dessen Facetten spezifisch für Inhalte des Fachs Mathematik ausdifferenziert wurden. Bei der Vermittlung dafür notwendiger kognitiver Kompetenzfacetten (u. a. Fachwissen, fachdidaktisches Wissen) wurden deshalb auch situationsspezifische Fähigkeiten (Blömeke et al. 2015) fokussiert. Ziel war also, dass Studierende lernen, relevante Situationen wahrzunehmen (zu diagnostizieren) und dann entsprechende Handlungsentscheidungen zu treffen (Interventionen auszuwählen). Dies geschah u. a. durch den Einsatz multiperspektivischer Unterrichtsvideos (Claussen et al. 2021) und der Umsetzung eines primär in der Praktikumsbetreuung erprobten fachspezifischen Unterrichtscoachings (Kreis und Staub 2011). Dabei sind es jedoch weniger die einzelnen Seminarinhalte und -formate, welche die entscheidenden Innovationen darstellen. Vielmehr sind es drei untrennbare Elemente, die diesen Erneuerungsprozess in der Lehrkräftebildung prägen:

1. Eine konsequent auf alle unterrichtsrelevante Kompetenzfacetten des adaptiven Unterstützens ausgerichtete Identifikation, Gestaltung und Orchestrierung (empirisch) erprobter fachlicher Lernelemente.
2. Eine prozessbegleitende Evaluation und Adaption, die neben qualitativen Interviewstudien mit den teilnehmenden Lehrkräften und explorativen Fallstudien mit einzelnen Studierenden insbesondere auch die quantitative Überprüfung der Zielerreichung durch ein experimentelles Forschungsdesign beinhaltet.
3. Ein für die Entwicklung, Erprobung und Implementierung gemeinsam verantwortliches multiprofessionelles Team, bei dem sich die drei Akteursgruppen Studierende, schulische Lehrkräfte und universitäre Dozierende gleichermaßen stets auch als Lernende begreifen.

---

<sup>1</sup> Projekt ZZL-Netzwerk: *Theorie-Praxis-Verzahnung in der Lehrkräftebildung* (2019–2023). Das ZZL-Netzwerk an der Leuphana Universität Lüneburg wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennzeichen 01JA1903).

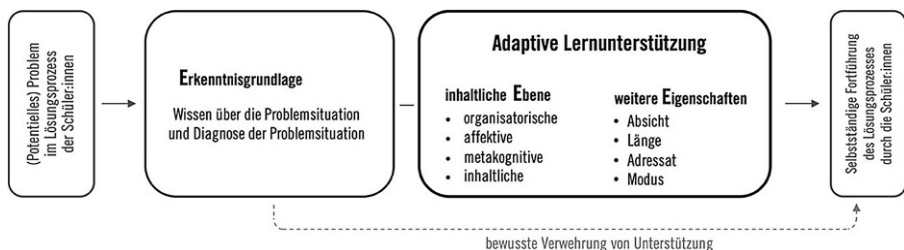
In diesem Sinne kann von einer strukturell gelungenen Theorie-Praxis-Verzahnung gesprochen werden, die in der vergangenen Dekade erfolgreich umgesetzt wurde. Erst diese Verzahnung ermöglicht, dass ein Transfer des wissenschaftlichen Wissens in die schulische Praxis ermöglicht wird und gleichzeitig ebenso praktische Fragen und konkrete unterrichtliche Problemstellungen aus der Praxis zurück in die Wissenschaft getragen werden (Gräsel 2019). Ein positiver Nebeneffekt kann zudem darin gesehen werden, dass durch die gemeinsame Verantwortung relevanter Akteur\*innen aller Phasen der Lehrkräftebildung auch Bedenken und Widerständen bereits präventiv begegnet werden kann, die sich aus Unsicherheiten (bspw. bezüglich der Umsetzbarkeit in der Praxis) oder aus fehlenden (bspw. personellen) Ressourcen heraus ergeben können, (Rüschhoff und Velten 2021).

Der vorliegende Beitrag ist ein wissenschaftlicher Ergebnisbericht eines noch nicht abgeschlossenen Reformprozesses. Entsprechend werden – exemplarisch für eine universitäre Seminarveranstaltung im Bereich Mathematikdidaktik – neben der Darstellung des theoretischen Hintergrunds zu adaptiver Lernunterstützung und den diesbezüglich reformierten universitären Vermittlungsformen, Evaluationsergebnisse einer Begleitstudie mit Pre-Post-Design vorgestellt. Das zentrale Forschungsinteresse gilt der Frage, inwiefern angehende Lehrkräfte durch die Teilnahme am Seminar die Kompetenz entwickeln, Schüler\*innen im Mathematikunterricht in ihrem Problemlöseprozess adaptiv zu unterstützen. Dazu untersuchen wir in unserer Studie neben fachlichem und fachdidaktischem Wissen auch situationspezifischen Fähigkeiten im Bereich prozessbezogener Diagnose und adaptive Hilfestellung.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 (Adaptive) Lehrkompetenz

**Professionelle Kompetenzen** von Lehrkräften werden allgemein als ein aufeinander aufbauendes multidimensionales Kontinuum aus (1) affektiv-motivationalen und kognitiven Eigenschaften, (2) Fähigkeiten zur Wahrnehmung, Interpretation und Entscheidung einer spezifischen Sachlage und (3) darauf basierendem angemessenen Handeln in der beruflichen Situation betrachtet. Dabei ist lediglich Letztgenanntes unmittelbar beobachtbar, Dispositionen und situationspezifische Fähigkeiten wie-



**Abb. 1** Prozess der adaptiven Lernunterstützung im Fachunterricht in Anlehnung an Leiss und Tropper (2014)

derum können lediglich anhand von Messungen indirekt bewertet werden (siehe Abb. 1).

Diese Kompetenzdefinition, muss als eine zu präzisierende kontextspezifische Leistungsdisposition angesehen werden (Klieme und Leutner 2006). Entsprechend gilt es – insbesondere vor dem Hintergrund der Planung diesbezüglicher (universitärer) Vermittlungsangebote – diese generische Beschreibung professioneller Kompetenz inhaltlich auszugestalten, indem für unterschiedliche Handlungsbereiche und die dort auftretenden Situationen des schulischen Fachunterrichts spezifische und konkrete Teilkompetenzen identifiziert, charakterisiert und operationalisiert werden.

Eine besondere Bedeutung scheint hier der **adaptiven Lehrkompetenz** zuzukommen, also dem Planen und Durchführen eines Unterrichts, der den individuellen Bedürfnissen der Lernenden dergestalt gerecht wird, dass alle Schüler\*innen bestmöglich in ihrem fachlichen Lernprozess gefordert und gefördert werden (Beck et al. 2007). Eine positive Wirkung auf den Lernerfolg zeichnet sich sowohl hinsichtlich einzelner Teilaspekte als auch bezüglich des Gesamtkonstrukts des adaptiven (Unterrichts-)Handelns empirisch ab (Brühwiler und Vogt 2020; Seidel und Shavelson 2007). Dies stützen Befunde der Metastudie von Parsons et al. (2018): Es zeigt sich, dass die Anzahl an empirischen Untersuchungen zum Thema *adaptive teaching* mit 64 Studien in den Jahren 1975–2014 eher gering ist. Zudem handelt es sich dabei zumeist um Fallstudien. Sie fanden lediglich acht Studien, denen ein quasi-experimentelles Design (# 7) zugrunde lag oder die ein Implementationsprogramm für adaptives Unterrichten (# 1) evaluiert haben. Die geringe Anzahl von Studien bei zunehmender Heterogenität der Schüler\*innenschaft und somit einem steigenden Bedarf an individualisierter Lernunterstützung im Fachunterricht verleiht der bestehenden Forschungslücke zusätzliche Bedeutung (Johnston et al. 2016; Wild et al. 2021).

## 2.2 Unterrichtliche Lernunterstützung

Adaptives Unterrichten erfordert Kompetenzen seitens der Lehrkräfte, um individuellen Voraussetzungen und Bedürfnissen der Schüler\*innen angemessen begegnen zu können (Hasselhorn und Gold 2022). Bezüglich möglicher Aus- und Fortbildungselemente von angehenden Lehrkräften muss dies entsprechend berücksichtigt werden. Im Kontext adaptiver Lehrkompetenz hat sich die Unterscheidung zwischen Makro- und Mikroadaptation etabliert (Corno und Snow 1986; Lipowsky und Lotz 2015), die wiederum jeweils entsprechende Teilkompetenzen benötigen.

Dabei fallen unter **Makroadaptation** solche Elemente, die im Rahmen einer allgemein-didaktischen Unterrichtsvorbereitung bzw. einer fach-didaktischen Sachanalyse vor dem eigentlichen Lehr-Lernprozess geplant werden und sich auf umfassendere Entscheidungen im Rahmen ganzer Unterrichtsstunden oder -einheiten beziehen (Barzel et al. 2016; Klafki 2007). Die Auseinandersetzung mit Makroadaptation hat im Kontext von Unterrichtsvorbereitung und diversen didaktischen Theorien und Modellen schon eine lange Tradition (Lipowsky 2020). Die empirische Beforschung der Unterrichtsplanungskompetenz vor dem Hintergrund der Professionalisierung von Lehrkräften ist wiederum relativ jung (König und Rothland 2022). Damit adaptiver Unterricht gelingen kann, muss die Lehrkraft sich zunächst tief in

den Unterrichtsgegenstand aber auch in die Lernstände bzw. -voraussetzungen der Schüler\*innen eindenken (Lemmrich et al. 2024). Nur dann kann es gelingen, die Anforderungen des Unterrichtsgegenstandes und mögliche Lernbarrieren zu erkennen und darauf vorbereitet zu sein, im laufenden Unterricht adaptiv zu intervenieren (Martschinke 2015; Hardy et al. 2019).

**Mikroadaption** bezeichnen jegliches lernprozessbegleitende Verhalten der Lehrperson mit einzelnen Lernenden innerhalb der unterrichtlichen Lehr-Lernsituation, Schüler\*innengruppen oder dem gesamten Klassenverband, um diese optimal zu unterstützen (Beck et al. 2008). Ein Blick in die Forschungstradition im Bereich der Differenzierung zeigt anhand der Vielzahl an unterschiedlichen Konzepten (u. a. individualisiertes Lernen, personalisiertes Lernen, formative assessment, selbstreguliertes Lernen, Scaffolding), dass die Thematik der individualisierten Förderung zumindest auf einer theoretischen Ebene schon lange beleuchtet wird (Trautmann und Wischer 2009). Die empirische Befundlage bezüglich der dort thematisierten Elemente im Einzelnen wie auch im Gesamten ist allerdings gering und bedarf neben einer generischen stets auch einer fachspezifischen Betrachtung (Dumont 2019; Hardy et al. 2019; Zülsdorf-Kersting 2020). Weil die bisherigen Ansätze gemeinsam haben, dass die thematisierten Merkmale der Mikroadaption meist generisch beschrieben werden, so dass sie auf alle Lernenden und alle Unterrichtsfächer gleich gut passen, fehlen konkrete, situative Beispiele für adaptive Lernunterstützung aus dem Fachunterricht, die für Lehrkräftebildung genutzt werden können (Corno und Snow 1986; Reusser und Pauli 2021).

### 2.2.1 Lernprozessbegleitende Mikroadaption im Mathematikunterricht

Für einen primär durch das Bearbeiten von Aufgaben charakterisierten Unterricht wie den Mathematikunterricht (Büchter und Leuders 2005) ergibt sich im Hinblick auf die fachspezifische Konkretisierung lernprozessbegleitender Hilfestellungen die Notwendigkeit einer Fokussierung auf Bearbeitungs- und Lösungsprozesse. Diese spiegeln sich dann entsprechend in der Definition adaptiver Lernunterstützung als fachspezifische Mikroadaption wider (Leiss 2007): Eine **adaptive Lernunterstützung** stellt auf der Grundlage von Wissen und einer Diagnose der Lehrperson einen inhaltlich und methodisch angepassten minimalen Eingriff in den individuellen Lösungsprozess der Schüler\*innen dar, wodurch diese befähigt werden, eine (potenzielle) Barriere zu überbrücken und selbstständig weiterzuarbeiten.

Vor diesem Hintergrund haben Leiss und Tropper (2014) ein fachunspezifisches Modell zur Beschreibung eines idealtypischen Ablaufs adaptiver Lernunterstützung im Fachunterricht entwickelt (siehe Abb. 1).

Als ein grundlegendes Merkmal einer adaptiven Lernunterstützung wird dabei das Vorhandensein einer Notwendigkeit zum Eingreifen angesehen (Tropper et al. 2015). Dies bedeutet, dass die Hilfestellung in einer Situation erfolgt, in der die Schüler\*innen aufgrund eines (potenziellen) Problems nicht in der Lage wären, selbstständig weiterzuarbeiten. Es bedarf zunächst der Aktivierung des inhaltspezifischen fachlichen und fachdidaktischen Vorwissens und einer darauf basierenden Diagnose der Lehrkraft, die sich durch Beobachtung und Rückfragen zunächst eine Erkenntnisgrundlage (Brodie 2000) über die allgemeine (z. B. Leistungsstärke der

Lernenden oder bisherige Unterstützungen) und spezifische Problemsituation (z. B. Problemverortung oder -ursache) als unabdingbare Grundlage ihres weiteren Handelns verschafft (Dann et al. 1999; Leiss 2010; Meloth und Deering 1999). Hieran schließt sich die adaptive Lernunterstützung an. Der Prozess folgt einer Moment-zu-Moment-Dynamik (Corno 2008): Die Lehrkraft beobachtet und diagnostiziert kontinuierlich und muss ebenfalls kontinuierlich, gezielt Entscheidungen über mögliche bzw. nötige (Mikro-)Adaptionen im laufenden Unterricht treffen. Das Modell beschreibt die dazu gehörigen wesentlichen Merkmale dieser für das Handeln der Lehrkraft in Anlehnung an das Konstrukt des Scaffolding. Dies umfasst einerseits die **Kontingenz** als ein Merkmal effektiver Unterstützung. Kontingenz bezeichnet den Zustand, in dem die Unterstützung der Lehrkraft auf bzw. leicht über dem Niveau der Schüler\*innen liegt und auf deren Lernprozess und Lernschwierigkeiten abzielt. Im Rahmen des sogenannten **Fading** muss sich die Lehrkraft im Laufe der Unterstützung allmählich zurücknehmen (Klock und Siller 2019; van de Pol et al. 2010), um stets im Rahmen der sogenannten Zone der proximalen Entwicklung der Schüler\*innen zu agieren, in der sie weder über- noch unterfordert sind (Vygotsky 1978).

Als Abschluss des Fading übergibt die Lehrkraft die Verantwortung für den Lern-/Lösungsprozess zurück an die Schüler\*innen, so dass diese nach der Lernunterstützung die Gelegenheit erhalten, die Hilfestellung zu verarbeiten, was im Optimalfall zu einer selbstständigen und erfolgreichen Fortführung des Lösungsprozesses führt (van de Pol et al. 2010). Im letzten Schritt muss die Lernunterstützung oder aber die bewusste Nicht-Intervention durch die Lehrkraft evaluiert werden und der weitere Verlauf antizipiert werden. Können die Schüler\*innen die Hürde mit der Hilfestellung oder bewusst eigenständig, z. B. aufgrund der Leistungsstärke, überwinden?

### 2.2.2 Empirische Befunde zur adaptiven Lernunterstützung im Unterricht

Nachdem in vorherigen Abschnitten die Relevanz adaptiven Unterrichts herausgearbeitet und theoretisch beschrieben wurde, wie adaptiver Unterricht aussehen sollte, legt dieser Abschnitt den Fokus auf empirische Untersuchungen zur Umsetzung in der Praxis. Befunde zeigen bspw., dass Lehrkräfte bei Gruppenarbeitsprozessen häufig viel zu invasiv in Lösungsprozesse eingreifen (Dann et al. 1999). Gründe dafür sind möglicherweise, der Anspruch der Lehrkräfte an die Lösungsprozesse der Schüler\*innen (Leiss 2010). Die Unterstützungsmaßnahmen enthalten dann wiederum häufig Anweisungen und geben so wenig Raum für kognitive Eigenleistung der Schüler\*innen (Krammer 2009). Die Mehrheit der Lehrkräfte erfasst das Problem der Schüler\*innen zudem in ihren Diagnosen nicht adäquat (Seifried und Wuttke 2010) und Lehrkräfte haben teilweise Schwierigkeiten, die Problemsituation zu verstehen (Stender 2016).

Brühwiler und Vogt (2020) konnten zeigen, dass sich eine hohe adaptive Lernunterstützung vermittelt durch eine hohe Unterrichtsqualität statistisch signifikant auf den Leistungszuwachs der Schüler\*innen auswirkt und dies von den Lernenden auch entsprechend wahrgenommen wird. Darüber hinaus konnten Studien zeigen, dass Schüler\*innen durchaus ein erhöhtes Maß an Hilfestellung positiv wertschätzen (van de Pol et al. 2010, 2015). Es hat sich auch gezeigt, dass im Rahmen der

unterrichtlichen Kleingruppenarbeit ein ausbalanciertes Verhältnis von Kontingenz und Fading notwendig ist, damit die Lernenden die Unterstützung der Lehrkraft aufgreifen und dadurch erfolgreich die Aufgabenstellung bearbeiten (van de Pol et al. 2019).

Dass entsprechend positive Effekte auch hinsichtlich adaptiver Unterstützung im Klassenverband vorzufinden sind, zeigt die Studie von Hardy et al. (2022). Ohne ein entsprechendes Fortbildungsprogramm erfolgte das Ausmaß an adaptiver Lernunterstützung nur auf einem geringen Level. Dieses wirkte sich aber zumindest hinsichtlich des langfristigen Lernertrages signifikant auf das Verständnis der Fachinhalte aus. Das Ausmaß an kognitiver Unterstützung kann als ein zentrales Element von Lehrexpertise hinsichtlich eines lernförderlichen Fachunterrichts angesehen werden, das in Aus- und Fortbildung aufgegriffen werden muss (Kleickmann et al. 2020). Dabei zeigen aktuelle Forschungsbefunde, dass die Vermittlung im Rahmen berufsbegleitenden Fortbildungsmaßnahmen zwar partiell gelingen und zu einer hinsichtlich der Makro- und Mikroebene differenzierten Steigerung diesbezüglicher Expertise führen kann. Es wird jedoch auch deutlich, dass hinsichtlich der Zunahme an prozessorientierter Diagnose keine Zuwächse festzustellen waren (van de Pol et al. 2014). Auch hinsichtlich makro-adaptiver Lernunterstützung waren aufgrund des geringen zeitlichen Umfangs der Fortbildungsmaßnahme lediglich kleine Effekte feststellbar (Wullschleger et al. 2022). Somit kommt insbesondere der universitären Lehrkräftebildung als langfristige Bildungsmaßnahme für die Vermittlung der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung eine zentrale Rolle zu.

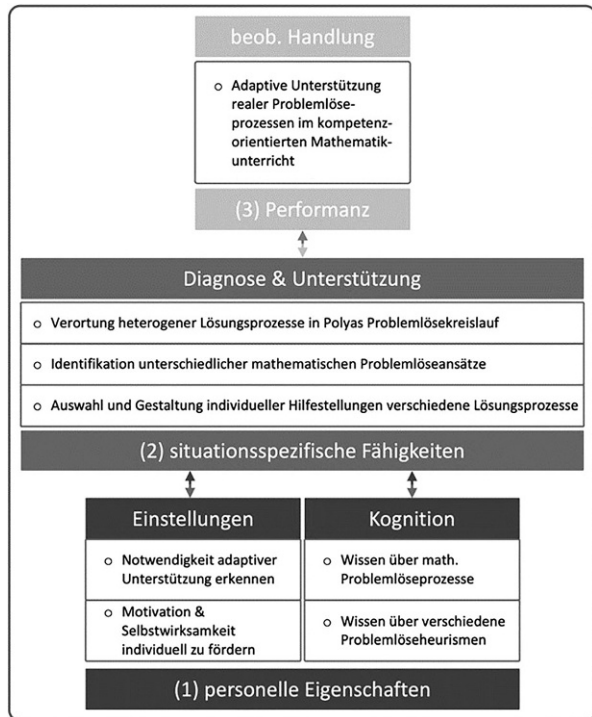
### **2.3 Förderung der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung in der universitären Lehrkräftebildung am Beispiel des Faches Mathematik**

Unter der Annahme, dass professionelle Kompetenz (angehender) Lehrkräfte auf erlernbare Dispositionen zurückgreift, die möglichst mit Unterrichtssituationen verknüpft und somit nicht kontextlos sind (König 2020), muss eine Ursache für die skizzierten Schwierigkeiten im Rahmen adaptiver Lernunterstützung in fehlenden Lerngelegenheiten in der universitären Lehrkräftebildung zur Ausprägung diesbezüglicher Kompetenzen gesehen werden (Praetorius et al. 2012). Gemäß des mehrdimensionalen Kompetenzkontinuums (Blömeke et al. 2015) und den beschriebenen Expertisefacetten adaptiver Lernunterstützung ergeben sich folgende inhaltlich spezifischen Anforderungen an die universitären Lehr- und Lernelemente des Faches Mathematik (siehe Abb. 2).

#### *2.3.1 Anforderungen an Lehr-Lernelemente des Faches Mathematik*

1. Im Bereich der Dispositionen müssen angehende Lehrkräfte einerseits die Relevanz und die Komplexität der Thematik der adaptiven Lernunterstützung eines kompetenzorientierten Unterrichts erkennen und eine motivationale Voraussetzung haben, adaptiv unterstützen zu wollen. Andererseits müssen angehende Lehrkräfte über entsprechendes Wissen verfügen (CK, PK, PCK, Shulman 1986; Baumert et al. 2010; König et al. 2011). Das sei am folgenden Beispiel des Problemlösens im Mathematikunterricht mit einer anspruchsvollen Problemstellung

**Abb. 2** Kontinuum adaptiver Lehrkompetenz im problemlösenden Mathematikunterricht



näher erläutert: „Wie viele Möglichkeiten gibt es mit 2-Cent-, 5-Cent- und 10-Cent-Münzen einen Betrag von insgesamt 31 Cent zu legen?“ (Pisa-Konsortium et al. 2001). Diese sehr offenen Aufgaben des Alltags können in der Regel nicht routiniert gelöst werden. Vielmehr benötigen Schüler\*innen die Bereitschaft und die Fähigkeit schrittweise selbstverantwortlich und selbstreguliert oder mit Hilfe Probleme anzunehmen, Strategien anzuwenden und nach Lösungen zu suchen und sich dabei nicht durch Misserfolgserlebnisse entmutigen zu lassen (Niedersächsisches Kultusministerium 2021). Um Schüler\*innen beim Lösen dieser Aufgabe adaptiv unterstützen zu können bzw. bewusst auf Unterstützung zu verzichten, benötigt die Lehrkraft bspw. fachliches Wissen über Zusammenhang zwischen Parität der Summanden und der Summe, und die Einstellungen, dass adaptive Unterstützung Gelegenheiten bietet, die Selbstwirksamkeit der Schüler\*innen zu fördern.

- Zusätzlich benötigen Lehrkräfte situationsspezifische Fähigkeiten: die professionelle Wahrnehmung und Interpretation (hier Diagnose), sowie das Treffen konkreter Handlungsentscheidung im laufenden Unterricht. Gründe dafür, dass die situationsspezifischen Fähigkeiten in der universitären Lehrkräftebildung bisher wenig fokussiert wurden, könnten sein, dass es zunächst entsprechende Dispositionen braucht, auf denen diese Fähigkeiten aufgebaut werden können. Zudem braucht es für das Ausbilden situationsspezifischer Fähigkeiten authentischen Kontext, also Unterrichtssituationen (Hecker et al. 2020). Dafür kommen vermehrt Unterrichtsvideos zum Einsatz, deren Wirksamkeit für die Ausbildung situationsspezifischer

Fähigkeiten bereits mehrfach belegt wurde (Gold et al. 2013). Im Kontext der vorgestellten Aufgabe zum mathematischen Problemlösen könnte das bedeuten, dass Lehrkräfte auf Basis ihrer Dispositionen und mithilfe erworbener situationspezifischer Fähigkeiten den aktuellen Stand im Lern- bzw. Lösungsprozess der Schüler\*innen diagnostizieren (wahrnehmen und interpretieren) können. Die Lehrkraft würde konkret erkennen, dass die Schüler\*innen sich im Prozess aktuell beim *Ausdenken eines Plans* (Polya 1995) befinden, würden dann den gewählten Ansatz erkennen (z. B. drei 2-Cent- und eine 5-Cent-Münze als Invariante) und eine an die Problemstellung (z. B. unvollständiger Lösungsraum) angepasste Hilfestellung (z. B. Verweis auf systematisches Vorgehen) konkret gestalten (Handlungsentscheidung).

3. Im Laufe der Zeit werden die Verbindungen zwischen Dispositionen und den situationspezifischen Fähigkeiten auf Grund der häufigen Aktivierung verstärkt und besser vernetzt (Hecker et al. 2020). Die professionelle Wahrnehmung entwickelt und verändert sich mit zunehmender Erfahrung mit ähnlichen Situationen und unterscheidet sich entsprechend zwischen angehenden und berufserfahrenen Lehrkräften stark. Der Bereich der Performanz in einer realen, komplexen Unterrichtssituation muss also insbesondere in der zweiten und dritten Phase der Lehrkräftebildung im Vordergrund stehen und wird in dem folgenden Seminarconcept vernachlässigt.

Gemäß dieser Ausführungen ist davon auszugehen, dass die Teilnahme an traditionellen fachdidaktischen Seminaren, die auf die Vermittlung theoretischer Wissenselementen fokussieren, nur bedingt einen direkten Transfer des Gelernten in die unterrichtliche Situation erlaubt (Stender 2016). Für die Förderung der Fähigkeit angehender Lehrkräfte zur Diagnose und adaptiven Hilfestellung schlagen bisherige Studien vor, dass ein aktives Handeln der Studierenden kombiniert mit der Reflexion dessen (Breen 2003) ermöglicht wird (Hascher 2008; Prediger et al. 2012). Die Förderung adaptiver Lehrkompetenz wurde bisher nur vereinzelt untersucht. Hardy et al. (2019) kommen zu dem Schluss, dass adaptive Lehrkompetenz insbesondere mit Blick auf die Beziehung von Dispositionen, situationspezifischen Fähigkeiten (Diagnose) und Performanz („instructional behavior“) und in dem Kontext auch Lehrkraftexpertise in diesem Bereich noch untersucht werden müssen. Klock (2020) nähert sich diesem Desiderat in seiner Arbeit, in dem er zeigt, dass einerseits der Einsatz von Videovignetten und andererseits verstärkte Praxisbezüge einen fruchtbaren Ansatz zur Förderung der Kompetenz der adaptiven Lernunterstützung darstellen. Wir knüpfen mit unserem Seminarconcept an die postulierten Anforderungen und an die Erfahrungen von Klock (2020) an.

### 2.3.2 *Theorie-Praxis-Verzahnung; multiperspektivische Unterrichtsvideos und multiprofessionelle Teams*

Viele Studien haben empirisch gezeigt, dass der Einsatz von authentischen Unterrichtsvideos, thematisch fokussierten Videovignetten mit realen Fallbeispiele oder gar Videokonferenzsystemen zwischen Schule und Universität als eine erfolgreiche Methode angesehen werden kann (Drexhage et al. 2016; Frommelt et al. 2019;

Gold et al. 2021; Hoppe et al. 2020; Kleinknecht et al. 2014; Krammer et al. 2018; Seidel et al. 2013; Stürmer et al. 2013). Im Seminar kommen multiperspektivische Unterrichtsvideos zum Einsatz, die eine Vielzahl an parallel ablaufenden Gruppenperspektiven bieten und so wesentliche Elemente der Heterogenität im Unterricht dargestellt werden können (Claussen et al. 2021; Junker et al. 2020). Neben dem Einsatz von Unterrichtsvideos bzw. -vignetten, kann eine feste Kooperation mit praktizierenden Lehrkräften und ihren Schulen eine gute Gelegenheit für die potenziell lernförderliche Verknüpfung von Theorie- und Praxiselementen in der Lehre dienen (Kultusministerkonferenz 2008). So kann dem Problem begegnet werden, dass Lehramtsstudierende die Bedeutung theoretischer Kenntnisse ggf. nicht ausreichend erkennen und primär praktische Erfahrungen in der universitären Lehrkräftebildung einfordern (Makrinus 2012). Praktische Erfahrungen per se, ohne die Möglichkeit für angehende Lehrkräfte sich von der Praxis zunächst zu distanzieren, und ohne eine qualitativ hochwertige Betreuung hinsichtlich theoretischer und praktischer Aspekte der beruflichen Anforderungssituation, sind nicht geeignet, den Rahmen für reflektierendes Lernen und die berufliche Entwicklung zu schaffen (Gröschner und Hascher 2019). Entsprechend sind Formate, die angehenden Lehrkräften Reflexionsmöglichkeiten und eine schrittweise Entwicklung von Kompetenzen bieten, als besonders wirksam einzuschätzen (Grossman et al. 2001). Studien zeigen, dass es in universitären Lehrveranstaltungen, die ihre Lehrinhalte mit Praxiskooperationen koordinieren, deutlich besser gelingt, die Studierenden auf komplexe unterrichtliche Situationen vorzubereiten (Darling-Hammond et al. 2005; Zeichner und Conklin 2008) Ein solcher sogenannter „third space“ (Zeichner 2010), in dem sich schulische und universitäre Vertreter\*innen auf Augenhöhe gemeinsam mit derselben Problemstellung auseinandersetzen, war auch das Entwicklungsteam Mathematik, in dem das innovative Seminarkonzept entwickelt wurde. Das Team setzte sich aus acht Mathematiklehrkräften und zwei Wissenschaftler\*innen zusammen, die sich von Mai 2016 bis Mai 2023 einmal im Monat für ca. drei Stunden zusammensetzten und ein innovatives Seminarkonzept zur adaptiven Unterstützung von Lernprozessen im Inhaltsbereich des mathematischen Problemlösens entwickelt, durchgeführt und beforscht haben.<sup>2</sup> Dabei handelte es sich um ein fachdidaktisches Seminar, das die Mathematiklehramtsstudierenden für Grund-, Haupt- und Realschule laut Rahmenstundenplan im vierten bzw. fünften Semester belegen und bei dem sie aus verschiedenen Seminarangeboten nach Interesse eine Veranstaltung auswählen können. Im Folgenden werden zunächst die verschiedenen Elemente des Seminars erläutert, um anschließend die Methoden zur Evaluation sowie zentrale Ergebnisse darzulegen.

---

<sup>2</sup> Für eine detaillierte Darstellung der Arbeit in den Entwicklungsteams siehe Straub (2022).

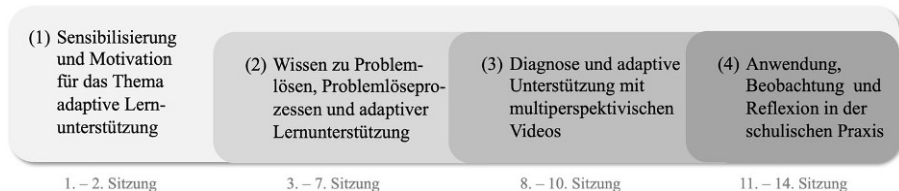
### 3 Förderung der Kompetenz angehender Lehrkräfte im Bereich adaptiver Lernunterstützung – eine exemplarische Umsetzung für das Fach Mathematik

#### 3.1 Konzept eines Seminars zur Förderung der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung

Das Ziel der konzipierten Seminarveranstaltung ist die Vermittlung der Kompetenz der adaptiven Lernunterstützung bei mathematischen Problemlöseprozessen. Gemäß den vorangegangenen Ausführungen zu den Kompetenzfacetten gliedert sich die Seminarstruktur in vier zentrale Lernelemente, die zwar aus unterschiedlich vielen einzelnen Seminarsitzungen mit diesbezüglichen Nachbearbeitungsaufträgen im Selbststudium bestehen, aber ineinandergreifende Lernziele verfolgen (siehe Abb. 3).

##### 3.1.1 Motivation für das Thema adaptiver Lernunterstützung und Aufbau diesbezüglicher Selbstwirksamkeit

Auch wenn den Studierenden – ähnlich wie bei Lehrkräftefortbildungen – eine intrinsische Entwicklungsorientierung als Motivation zur Teilnahme am Seminar unterstellt werden kann (Rzejak et al. 2014), so gilt es insbesondere zu Beginn die Komplexität adaptiver Lernunterstützung zu verdeutlichen und sie für die kognitiven „Strapazen“ im Rahmen des diesbezüglichen Expertiseerwerbs zu motivieren. Entsprechend besteht das Ziel dieses einführenden Seminarelements in der Veranschaulichung des hohen Anforderungsgrads und der Bedeutung von Diagnostik und adaptiven Hilfestellungen im Unterrichtsgeschehen. Hierfür wird den Studierenden zum Seminarstart und kontinuierlich zu Beginn jeder Seminarsitzung während des Semesters ein identisches Unterrichtsvideo (Dauer: 1:46 min) einer authentischen Unterrichtssituation gezeigt, in der eine Schüler\*innengruppe im Problemlöseprozess durch eine Lehrperson des multiprofessionellen Entwicklungsteams unterstützt wird. Die inhaltlich noch wenig ausdifferenzierte Analyse der Problemsituation und auf primär Selbsttätigkeit der Lernenden ausgerichtete Reflexion der Studierenden in der ersten Seminarsitzung kommen dabei zu dem Ergebnis, dass es sich um eine adaptive und maximal selbstständigkeitserhaltende Hilfestellung der Lehrkraft handelt. In den Analyseschleifen im weiteren Seminarverlauf zeigt sich jedoch, dass basierend auf verschiedenen Wissensselementen diese Unterstützung differenzierter zu bewerten und entsprechend nur bedingt als lernförderlich anzusehen ist. Hierdurch sollten die Studierenden zum einen von Beginn an mit der Komplexität und



**Abb. 3** Vier Lernelemente des Seminars „Adaptive Lernunterstützung im kompetenzorientierten Mathematikunterricht“

der Notwendigkeit der theoretischen Analyse unterrichtlicher Praxis konfrontiert werden. Ausgangspunkt dieses Ansatzes ist die Bedeutsamkeit der Verankerung des Lehrens und Lernens in möglichst authentischen Kontexten, die von den Lernenden das Lösen bedeutungshaltiger Probleme erfordern (Wenninger 2002). Zum anderen soll die zu Seminarbeginn vorliegende Diskrepanz zwischen der Komplexität der praktischen Unterrichtssituation und dem diesbezüglichen fachlichen und fachdidaktischen Wissen im Verlauf der wiederholten Auseinandersetzung verringert werden. Durch die in diesem Kontext potenziell aufgebaute Nützlichkeitsersparnis kann die Motivation für die Auseinandersetzung mit den folgenden komplexen Inhalten gesteigert werden und im Verlauf des Semesters kann es zu einem Zuwachs an Selbstwirksamkeit hinsichtlich der Diagnose und adaptiven Förderung von Problemlöseprozessen führen.

### *3.1.2 Wissen zu Problemlösen, Problemlöseprozessen und adaptiver Lernunterstützung als kognitive Grundlagen*

In dieser Phase erhalten die Studierenden die Gelegenheit, die fachlichen Grundlagen zum mathematischen Problemlösen zu erlangen, indem sie das theoretische Konstrukt Problemlösen sowohl als fachübergreifende (Klieme et al. 2001) als auch fachspezifische Kompetenz (Bruder und Collet 2011) vermittelt bekommen, aber auch unter Anwendung spezifischer Heuristiken selbst mathematische Probleme lösen lernen. Basierend auf diesen Erkenntnissen über Strukturen und Inhalte des Lerngegenstands wird dann pädagogisches, fachdidaktisches und fachliches Wissen zur Diagnostik und adaptiven Lernunterstützung im Mathematikunterricht (Leiss 2010) vermittelt.

### *3.1.3 Diagnose und Förderung mit multiperspektivischen Videos*

Nachdem in dem ersten Lernelement des Seminars nur ein einzelner Ausschnitt einer Lernunterstützung mit einer Gruppe in dem Video gezeigt wird, geht es in diesem Lernelement um die Diagnose und adaptive Unterstützung von heterogenen Lernprozessen. Es werden multiperspektivische Videosequenzen eingesetzt, um das Wissen über Diagnostik und adaptive Hilfestellungen unter komplexitätsreduzierten Bedingungen anzuwenden und weiterzuentwickeln. Nach der Auseinandersetzung mit der Thematik des Unterrichts betrachten die Studierenden in Kleingruppen jeweils drei Gruppenbearbeitungen zu derselben fachlichen Problematik innerhalb einer mathematischen Problemlösestunde einer Entwicklungsteamlehrkraft. Dabei haben die Studierenden die Möglichkeit, sich die zwei- bis vierminütige Unterrichtssituation aus vier Kameraperspektiven pro Tisch (2 × Schülerperspektive, 1 × Lehrkraftperspektive und einmal Totale) anzusehen. Die diesbezüglichen Arbeitsaufträge bestehen darin, zunächst die verschiedenen fachlichen Herangehensweisen (z. B. Verwendung unterschiedlicher Heuristiken) und zentrale Schwierigkeiten (z. B. Verständnis des Flächeninhaltsbegriffs) realer Problemlöseprozesse von Schüler\*innen zu diagnostizieren und miteinander zu vergleichen. Basierend auf diesen Diagnosen werden dann alternative Lernunterstützungen für die heterogenen Lösungsprozesse konstruiert und im Plenum miteinander hinsichtlich des Kriteriums

der Adaptivität diskutiert. Das übergreifende Ziel dieser drei Sitzungen dauernden Phase der intensiven Analyse realer Lösungsprozessausschnitte ist, Wissen und reflektierte Praxis zu verknüpfen und somit zur Ausbildung der situationsspezifischen Fähigkeiten als Teil der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung beizutragen (Oonk et al. 2015). Die dafür verwendeten Videos wurden konzeptionell durch das Entwicklungsteam als authentische, nicht geskriptete Lehr-Lernsituation geplant, im Unterricht einer Entwicklungsteamlehrkraft aufgezeichnet und für die Verwendung im universitären Seminar gemeinsam aufbereitet.<sup>3</sup>

### 3.1.4 Anwendung, Beobachtung und Reflexion in schulischer Praxis

Im vierten Lernelement wird eine praxisorientierte Verknüpfung und Reflexion von personellen Eigenschaften, situationsspezifischen Fähigkeiten und unterrichtlicher Handlung angestrebt (Hascher 2014). Dabei erarbeiten die Studierenden gemeinsam mit den Lehrkräften des Entwicklungsteams aufgabenbasierte Lehr-Lernsettings für die realen Klassen der Entwicklungsteamlehrkräfte. Der Fokus dieser Unterrichtsplanung liegt auf der fachlichen und fachdidaktischen Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt und der Durchdringung des sogenannten *task spaces* (Newel und Simon 1972), also dem aufgabenbezogenen Möglichkeitsraum unterrichtlicher Lösungsprozesse. Hierdurch soll der Fokus nicht nur auf die eine richtige Lösung gelegt werden, sondern es gilt vielmehr den gesamten Aufgabenraum mit typischen Fehlkonzepthen, naheliegenden fachlichen Fehlern und alternativen Lösungswegen bereits im Vorfeld zu berücksichtigen. Zudem gilt es, mit dem Wissen über die konkrete Lerngruppe potenzielle Schwierigkeiten im Problemlöseprozess der Lernenden zu antizipieren und diesbezüglich adaptive Lernunterstützungen der Lehrkräfte vorzubereiten. Dabei sollten sie einerseits durch theoretisch fundierte gemeinsame Planungsaktivitäten mit den Entwicklungsteamlehrkräfte im Vorfeld einer Problemlösestunde zentrale makroadaptive Aspekte in der Unterrichtsvorbereitung berücksichtigen. Während des Unterrichts kam den Studierenden die Rolle zu, gezielte Beobachtungen und eine anschließende kritische Reflexion der intendierten und implementierten adaptiven Lernunterstützung vorzunehmen (Bengtsson 1995). Diese Reflexion fand sowohl mit den schulischen Lehrkräften als auch den universitären Wissenschaftler\*innen statt und soll das Verständnis der Studierenden für den Lernprozess der Schüler\*innen und eine angemessene Lernunterstützung vertiefen (Kleinknecht und Gröschner 2016).

## 3.2 Evaluation der Entwicklung der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung bei Studierenden

Dieses Seminarkonzept strebt eine Überwindung traditioneller Theorie-Praxis-Barrieren an, indem praxisorientierte Theorien in die Lehrkräfteausbildung integriert werden. Basierend auf einem Design-Based-Research Ansatz (Fraefel und Haunberger 2012) wurde ein iterativer Prozess in den Entwicklungsprozess eingebunden.

<sup>3</sup> Ein Zugriff auf diese und weitere Videos ist unter <http://www.multiview.leuphana.de> für Forschende, Studierende und Lehrende möglich.

Dabei stellen die kontinuierlichen und wissenschaftlich fundierten qualitativen und quantitativen Evaluationsmaßnahmen ein zentrales Element für die Umsetzung fortlaufender Adaptionen und grundlegender Modifikationen dar. Entsprechend sind folgende Forschungsfragen erkenntnisleitend:

1. Inwiefern wird durch die Teilnahme am Seminar die Selbstwirksamkeit der Studierenden bezüglich der Diagnose und Lernunterstützung von Problemlöseprozessen beeinflusst?
2. Inwiefern wird durch die Teilnahme am Seminar im Vergleich zu anderen Seminaren im gleichen Modul die Kompetenz vermittelt, Schüler\*innen in ihrem Problemlöseprozess adaptiv zu unterstützen?
3. Inwiefern werden durch die Teilnahme am Seminar insbesondere auch situationspezifische Fähigkeiten im Bereich der diagnostischen und lernförderlichen Unterstützung gefördert?

Für die Beantwortung der Forschungsfragen wird ein einfaktorielles quasi-experimentelles Design mit Messwiederholung gewählt, bei dem das fachliche und fachdidaktische Wissen (AV) der Experimental- und der Kontrollgruppe (UV) zu Beginn (MZP1) und am Ende eines Semesters (MZP2) verglichen werden. Zudem wurde (als weitere UV) erfasst, wie oft die Studierenden am Seminar teilgenommen und die begleitenden Arbeitsaufträge im Selbststudium bearbeitet haben.

### 3.2.1 Stichprobe

Die Studierenden (MW Alter: 23,8 Jahre/männlich: 27,2%, weiblich: 71,8%, divers: 1%) sowohl der Experimentalbedingung ( $n=26$ ) als auch der Kontrollbedingung ( $n=77$ ) wurden im Sommersemester 2021 in der Kohorte der Mathematiklehramtsstudierenden im vierten Bachelorsemester (MW Studiensemester: 4,6) der Leuphana Universität Lüneburg rekrutiert. Bei den Proband\*innen handelte es sich um Studierende, die einen Abschluss für das Lehramt an Grund-, Haupt- oder Realschulen anstreben. Im Semester der hier beschriebenen Studie belegen Studierende im Bereich Mathematik planmäßig die zwei Fachvorlesungen „Zahlentheorie“ und „Elementare Funktionen“ sowie zwei didaktische Seminare zum „Computereinsatz im Mathematikunterricht“ und zu einem Wahlthema. Als mögliche Wahlthemen wurden angeboten: (1) „Adaptive Lernunterstützung im kompetenzorientierten Mathematikunterricht“ (siehe 3.1), (2) „Außerschulische Lernorte“, (3) „Digital-gestützte Lernplattformen“ und (4) „Räumliches Denken von Grundschulkindern“. Die Studierenden des ersten Wahlseminars (1) bilden die Experimentalbedingung und die Studierenden der restlichen Seminare (2–4) die Kontrollgruppe, wobei an beiden Messzeitpunkten lediglich 22 bzw. 23 Studierende der Experimentalbedingung und 46 bzw. 47 der Kontrollgruppe teilgenommen haben. Durch diese Selbstselektion einer spezifischen Studierendenkohorte handelt es sich nicht um eine Zufallsstichprobe, sondern um eine Gelegenheitsstichprobe mit einer nicht zufälligen Zuweisung zu den beiden Untersuchungsbedingungen. Entsprechend bestehen aufgrund zu erwartender Gruppenunterschiede etwa hinsichtlich motivationaler Orientierungen oder fachlichem Interesse, methodische Einschränkungen bezüglich der Aussagekraft und der Ge-

neralisierbarkeit der Forschungsbefunde (Moosbrugger und Kelava 2020). Gemäß der Modul- und Seminarbeschreibungen der Mathematikveranstaltungen in dem betreffenden Semester kann davon ausgegangen werden, dass die Kontrollbedingung lediglich in der Vorlesung zu „Elementare Funktionen“ fachliches Wissen zu mathematischer Problemlösekompetenz erlangt und keine spezifischen Lerngelegenheiten adaptiver Lernunterstützung im kompetenzorientierten Mathematikunterricht erhalten hat. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass das Thema adaptive Lernunterstützung in Veranstaltungen anderer Module im 4. Semester bspw. der Pädagogik („Didaktik und Methodik“ und „Schulpraktische Studien“) zumindest unter fachübergreifenden Aspekten thematisiert wurde. Aufgrund der pandemischen Situation fanden die Seminarsitzungen ausschließlich online statt. Lediglich die Unterrichtsbeobachtungen wurden als Präsenzveranstaltungen in den Schulen durchgeführt.

### 3.2.2 Methodik

**Untersuchungsdesign** Im Rahmen eines Pre-Post-Test-Designs haben alle Proband\*innen vor der ersten inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen ihrer didaktischen Veranstaltungen einen 90minütigen Online-Test bzw. Fragebogen individuell bearbeitet (Messzeitpunkt 1 – Pre-Test MZP1). Aufgrund der pandemischen Situation musste der Weg einer computerbasierten Erhebung (in LimeSurvey®) mit dem privaten Rechner anstelle einer Gruppentestung innerhalb der Universität unter stärker kontrollierten Bedingungen gewählt werden. Dabei wurde, um eine Zuordnung mit der zweiten Erhebung zu ermöglichen, am Ende der Erhebung ein randomisierter Code erzeugt, den jede\*r Teilnehmer\*in per Mail einreichen musste. Nach der letzten Seminarsitzung des Semesters erhielten die Studierenden einen weiteren Link und haben den zum ersten Messzeitpunkt eingesetzten Test erneut bearbeitet (Messzeitpunkt 2 – Post-Test MZP2). Da zwischen Pre- und Posttestung mehrere Monate lagen und sowohl Kontroll- als auch Experimentalbedingung dasselbe Instrument bearbeiteten, kann davon ausgegangen werden, dass Erinnerungs- oder testbedingte Übungseffekte gering und wenn überhaupt für beide Gruppen in vergleichbarem Umfang ausfallen.

**Erhebungsinstrumente** Bei der Konstruktion des computerbasierten Erhebungsinstruments wurden gemäß den Lernzielen des Seminars die ersten beiden Kompetenzfacetten in den Mittelpunkt gestellt. Die Einstellungen der Studierenden wurden mit einem Fragebogen erhoben und für die Wissensselemente wurde ein Leistungstest genutzt, um das fachdidaktische bzw. fachliche Wissen sowie die situationspezifischen Fähigkeiten zu erfassen.

#### 1. a) Einstellungen

Anhand 4-stufiger-Likert-Skalen wurden in Anlehnung an Meschede and Hardy (2020) die Studierenden anhand von 6 Items zur **Selbstwirksamkeit beim Diagnostizieren** („Ich bin in der Lage, Beobachtungsverfahren im Mathematikunterricht einzusetzen, um Hinweise auf individuelle Lernentwicklungen zu bekommen.“ – siehe Anhang 5.1,  $\alpha=0,74$ ) und mittels 8 Items zur **Selbstwirksamkeit beim Förderung** („Ich bin sicher, die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der

Schüler:innen produktiv im Mathematikunterricht nutzen zu können.“ – siehe Anhang 5.2,  $\alpha = 0,8$ ) heterogener Lerngruppen befragt.

b) Kognition

Zur Erfassung des **fachlichen Wissens im Bereich Problemlösen** mussten die Studierenden fünf mathematische Problemlöseitems bearbeiten (z. B. „Geben sie alle Möglichkeiten an, einen Geldbetrag von genau 31 Cent mit 10ct, 5ct und 2ct Münzen zu legen!“ – siehe Anhang 5.3), die u. a. Heuristiken erforderten, welche wiederum Lerninhalte sowohl der Seminar- als auch der Kontrollgruppe in dem betreffenden Semester darstellten. Die konkreten Aufgabenstellungen wurden im Pre- und Posttest eingesetzt und wurden – wie auch alle im Folgenden beschriebenen Testitems – dichotom jeweils mit richtig (1 Punkt) bzw. falsch (0 Punkte) bewertet.

Mit fünf weiteren Items wurde das deklarative **fachdidaktische Wissen im Bereich Problemlösen** und Problemlöseprozessen erfragt (z. B. „Nennen Sie 6 heuristische Strategien oder Prinzipien beim Bearbeiten von Problemlöseaufgaben.“ – siehe Anhang 5.4).

2. a) Diagnose

Die **diagnostischen Fähigkeiten** wurde mithilfe von 24 Items zu konstruierten Anforderungssituationen speziell für das mathematische Problemlösen erfasst. Dabei wurden je zwei Dialogausschnitte von Schüler\*innenlösungsprozessen zu drei der in 1b eingesetzten Problemlöseaufgaben konstruiert (siehe 5.5.1). Zu jedem der sechs Dialoge mussten die Studierenden in Anlehnung an Klock und Siller (2019) jeweils vier Fragen zur Identifikation der Problemlösephasen, der genutzten Heuristiken, der zentralen Schwierigkeiten und der Förderbedarfe im Bearbeitungsprozess der Schüler\*innen beantworten (z. B. „Diagnostizieren Sie die Schwierigkeit der Lernenden bei der Bearbeitung der Aufgabe in dieser Situation.“ – siehe Anhang 5.5.2).

b) Lernunterstützung

Zur Messung der **lernunterstützenden Fähigkeiten** im Problemlöseprozess mussten zu den sechs Schüler\*innendialogen aus 2a jeweils fünf potenzielle Lehrkräfteaussagen bewertet werden, inwiefern sie eine zur Problemlage passende adaptive Hilfestellung darstellen (z. B. „Überlegt einmal, wie ihr hinten eine Eins im Einer bekommt. Ihr könntet es beispielsweise mit 11 Cent probieren.“ siehe Anhang 5.5.3). Die diesbezüglichen sechs Items im CMC-Format fokussieren ausschließlich auf die dichotome Einschätzung, inwiefern die Hilfestellung potenziell als adaptive Lernunterstützung anzusehen sind oder eher nicht (Klock 2020).

**Auswertungsmethodik** Auch wenn es sich bei den Elementen 1a (*Selbstwirksamkeit beim Diagnostizieren & Fördern*), 1b (*fachliches und fachdidaktisches Wissen im Bereich Problemlösen*), 2a (*diagnostische Fähigkeiten*) und 2b (*lernunterstützende Fähigkeiten*) der Fragebogen- und Testinstrumente um miteinander interagierende Variablen handelt, wurde die Auswertung getrennt nach Fragebogendaten (1a) und Testresultaten (1b, 2a und 2b) vorgenommen.

Für potenzielle Unterschiede zwischen den Untersuchungsbedingungen wurden t-Tests bei unabhängigen Stichproben und für die Veränderung der Konstrukte im Verlauf der Intervention t-Tests bei gepaarten Stichproben berechnet.

Für die Berechnung eines globalen Fähigkeitswertes *adaptiver Lernunterstützungskompetenz* wurden die Testdaten aus 1b, 2a und 2b mithilfe der Statistiksoftware *ConQuest 3.0* (Adams et al. 2017) eindimensional raschskaliert (Rost 2004). Auch wenn der individuelle Summenscore aufgrund des Testdesigns mit annähernd 1 mit dem Weighted Likelihood Estimates (WLE) als Personenmesswert der Item-Responses-Theorie korreliert und damit auch die Auswertung mit klassischer Testtheorie möglich wäre, so erlaubt dieses Vorgehen die Verortung der Aufgaben und Personen auf einer Metrik und eine Itemselektion, die sicherstellt, dass alle Items dasselbe Konstrukt messen (Steyer und Eid 2013). Dabei zeigen die Items im Mittel eine sehr gute Passung zum Rasch-Modell (Weighted fit Mean Square  $\min = 0,89$  und  $\max = 1,12$ ;  $SD = 0,07$  und einer durchschnittlichen Trennschärfe von  $r_{it} = 0,37$ ). Insgesamt wurden neun Items mit einer Trennschärfe von unter 0,18 aus der weiteren Raschskalierung ausgeschlossen, so dass die daraus resultierende Reliabilität (EAP/PV Reliabilität: 0,69) als akzeptabel zu bezeichnen ist. Zur Überprüfung von Leistungsunterschieden zwischen Experimental- und Kontrollgruppe bezüglich des eindimensionalen Konstrukts *adaptiver Lernunterstützungskompetenz* beim mathematischen Problemlösen wurden Regressionsmodelle berechnet. Eine getrennte Auswertung durch eine vierdimensionale Raschskalierung mit den vier Dimensionen fachliches Wissen (EAP/PV Reliabilität: 0,57), fachdidaktisches Wissen (EAP/PV Reliabilität: 0,59), diagnostische Fähigkeiten (EAP/PV Reliabilität: 0,64) und lernunterstützende Fähigkeiten (EAP/PV Reliabilität: 0,56) hat aufgrund der teilweise geringen Itemanzahlen nur unbefriedigende Reliabilitätswerte  $\alpha$  ergeben. Zudem zeigt ein Modellvergleich des 1-dimensionalen Modells (AIC: 7968) mit dem 4-dimensionalen Modell (AIC: 8878) eine deutlich bessere Passung des weniger komplexen Modells. Entsprechend können die einzelnen WLE-Mittelwerte der vier Dimensionen lediglich Hinweise bezüglich der Ausprägung der vier Teilkompetenzen geben. Hierfür wurde auf Basis der WLE-Werte der vier Dimensionen gepaarte t-Tests innerhalb der Experimental- und Kontrollgruppe und Anova für den Vergleich der beiden Gruppen berechnet.

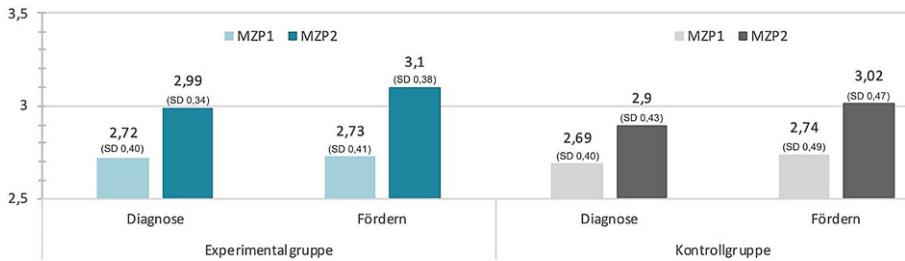
Die Eingabe aller Daten erfolgte in SPSS 28. Die Datenanalyse wurden mit R (2023.06.1+5224) vorgenommen.

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Veränderung der Selbstwirksamkeit (Forschungsfrage 1)

Abb. 4 veranschaulicht, dass die Bachelorstudierenden bereits über eine tendenziell eher positive Selbstwirksamkeit verfügen, die sich in der Experimental- und der Kontrollgruppe im Verlauf des Semesters nochmals steigert.

Dies wird durch eine ANOVA mit Messwiederholung, die den Effekt der Untersuchungsbedingung (Experimental- und Kontrollgruppe), des Messzeitpunkts (MZP1 und MZP2) und deren Interaktion auf Selbstwirksamkeit beim Diagnostizieren untersucht, bestätigt. Es zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt ( $F(1, 131) =$



**Abb. 4** Selbstwirksamkeit im Bereich Diagnose und Förderung der Experimental- und Kontrollgruppe zu MZP 1 & 2

0,425,  $p=0,516$ ). Auch der Haupteffekt der Untersuchungsbedingung ist nicht signifikant ( $F(1, 131)=0,236$ ,  $p=0,628$ ), jedoch aber der Effekt des Messzeitpunktes ( $F(1, 131)=7,063$ ,  $p=0,009$ ).

Dieses Ergebnis zeigt sich auch, wenn die Selbstwirksamkeit zum Diagnostizieren analog mit einer ANOVA mit Messwiederholung untersucht wird: Es besteht ebenfalls keine signifikante Interaktion ( $F(1, 131)=0,425$ ,  $p=0,516$ ) und kein Haupteffekt der Untersuchungsbedingung ( $F(1, 131)=0,236$ ,  $p=0,628$ ), aber ein Haupteffekt der Zeit ( $F(1, 131)=7,063$ ,  $p=0,009$ ).

Entsprechend kann bei beiden Variablen kein signifikanter Unterschied im Zuwachs über die Zeit zwischen der Experimental- und der Kontrollgruppe festgestellt werden.

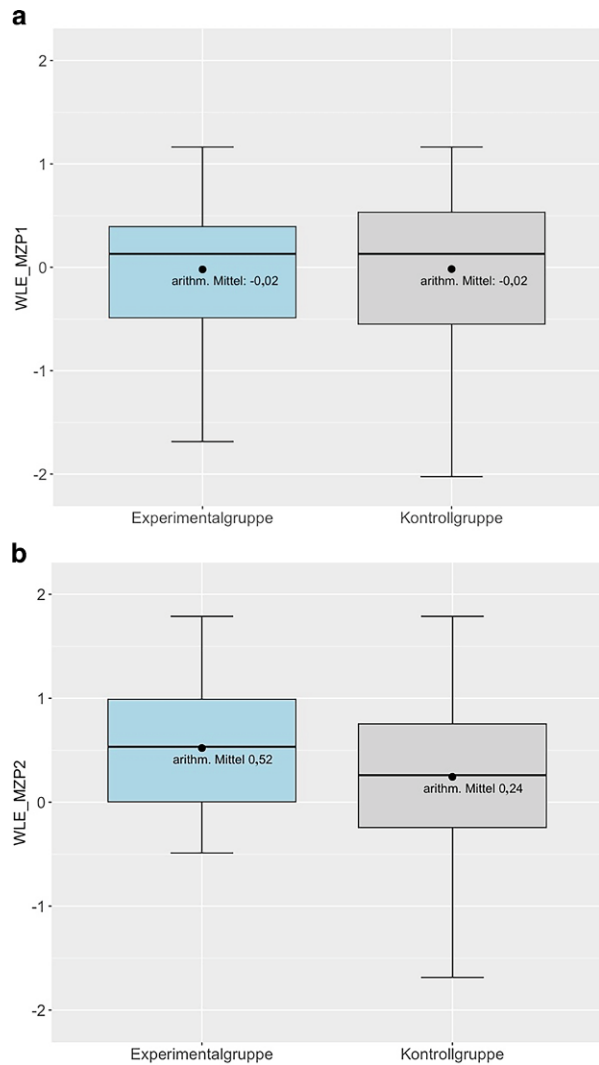
### 3.3.2 Förderung adaptiver Lernunterstützungskompetenz (Forschungsfrage 2)

Die Fähigkeitswerte für die eindimensional erfasste *adaptive Lernunterstützungskompetenz* sind anhand von Boxplots getrennt nach Experimental- und Kontrollgruppe im Pre-Test (MZP1) und im Post-Test (MZP2) in Abb. 5 dargestellt.

T-Tests zeigen, dass die Mittelwerte beider Gruppen (EG:  $M=-0,02$ ,  $SD=0,65$ , KG:  $M=-0,02$ ,  $SD=0,73$ ) im Vortest nicht signifikant unterschiedlich sind ( $t(48,30757)=-0,02$ ,  $p=0,9842$ ) und somit keine Positivselektion aufgrund der Seminarwahl der Studierenden vorlag.

Betrachtet man die Leistungsveränderung der beiden Untersuchungsgruppen zunächst getrennt voneinander, so gibt es zwischen den beiden Messzeitpunkten der Experimentalgruppe einen Zuwachs vom Vortest ( $MD=-0,02$ ;  $SD=0,65$ ) zum Nachtest ( $MD=0,52$ ,  $SD=0,60$ ), der laut gepaartem t-Test statistisch signifikant ist ( $t(22)=3,29$ ;  $p<0,01$ ; two-sided) und einen mittleren Effekt nach Cohen (1992) darstellt ( $d=0,69$ ). Bei der Kontrollgruppe gibt es ebenfalls einen positiven Zuwachs vom Vortest ( $MD=-0,02$ ;  $SD=0,73$ ) zum Nachtest ( $MD=0,24$ ,  $SD=0,78$ ), der laut gepaartem t-Test statistisch signifikant ist ( $t(46)=-3,43$ ;  $p<0,01$ ; two-sided) und bei dem es sich ebenfalls um einen geringfügig kleineren mittleren Effekt handelt ( $d=0,50$ ). Demgemäß zeigt die ANOVA mit Messwiederholung mit der Untersuchungsbedingung und der Zeit als Einfluss auf die adaptive Lernunterstützungskompetenz keinen signifikanten Interaktionseffekt ( $F(1, 134)=1,281$ ,  $p=$

**Abb. 5** Adaptive Lernunterstützungskompetenz der Experimental- und Kontrollgruppe zu MZP 1 & 2



0,260), so dass zwischen den beiden Gruppen über die Zeit keine unterschiedliche Veränderung der globalen adaptiven Lernunterstützung festgestellt werden kann.

Die Regressionsanalyse in **Modell 1** (UV: Vortestleistung & Experimentalbedingung, AV: Nachtestleistung) zum Vergleich der Leistungsentwicklung adaptiver Lernunterstützungskompetenz zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe zeigt zunächst, dass erwartungskonform das Vorwissen zum ersten Messzeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Leistung zum zweiten Messzeitpunkt hat ( $\beta = 0,62$ ,  $p < 0,001$ ) und die dichotom kodierte Zugehörigkeit zur Experimental- bzw. Kontrollgruppe keine signifikant bedeutsame Variable darstellt ( $\beta = 0,18$ ,  $p < 0,06$ ) (siehe Abb. 6).

Prädiktoren	Modell 1			Modell 2		
	$\beta$	Standardfehler	p	$\beta$	Standardfehler	p
Achsenabschnitt	0	0,09	1,000	0	0,09	1,000
WLE_MZP1	0,62**	0,09	< 0,001	0,62**	0,09	< 0,001
Seminarteilnahme	0,18	0,09	0,06			
Anzahl besuchter Seminarsitzungen				0,28**	0,09	0,003
$R^2$ / korrigiertes $R^2$	0,412 / 0,395			0,457 / 0,441		
Devianz	40,568			37,482		
AIC	168,465			162,928		

Anmerkung: Für die Analysen wurden alle Variablen z-standardisiert.

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

**Abb. 6** Regressionsanalyse mit Post-Testleistung zum MZP2 als abhängige Variable

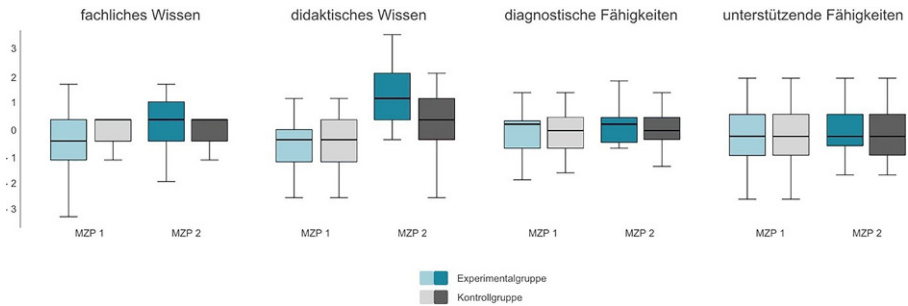
Alternativ dazu wurde in der Regressionsanalyse in **Modell 2** nicht die formelle Zuordnung zum Seminar der Kontrollgruppe, sondern die tatsächliche Anzahl der von den Teilnehmer\*innen besuchten Seminarsitzungen als Kovariate untersucht (UV: Vortestleistung & Anzahl besuchter Seminarsitzungen in der Experimentalgruppe, AV: Nachtestleistung). Hier zeigt sich, dass nun neben dem Vorwissen ( $\beta = 0,62$ ,  $p < 0,001$ ) eine regelmäßige Seminarteilnahme einen signifikant positiven Effekt auf die Leistung zum zweiten Messzeitpunkt hat ( $\beta = 0,28$ ,  $p < 0,003$ ).<sup>4</sup>

### 3.3.3 Förderung von Wissen und situativer Handlungskompetenzen (Forschungsfrage 3)

Unter dem Vorbehalt, dass die vier Dimensionen des globalen Fähigkeitswertes *adaptiver Lernunterstützungskompetenz* einzeln nur bedingt reliable Subskalen darstellen, sind sie zumindest geeignet, um erste Ansatzpunkte für die Wirkungsbereiche des Seminars der Experimentalbedingung zu liefern.

Dabei zeigt die Auswertung der verschiedenen Kategorien, dass die Experimentalbedingung lediglich beim fachdidaktischen Wissen signifikante Zuwächse von MZP1 ( $M = -0,69$ ,  $SD = 0,98$ ) zu MZP2 ( $M = 1,47$ ,  $SD = t(22) = -6,61$ ,  $p < 0,001$ ) zu verzeichnen hat, die mit Cohen  $d = 1,38$  einem sehr starken Effekt entsprechen (siehe Abb. 7). Insbesondere bei den im Zentrum des Seminars stehenden und für die unterrichtliche Praxis relevanten Aspekten der situationsspezifischen Fähigkeiten Diagnose und adaptive Hilfestellung sind jedoch keine signifikanten Zuwächse zu verzeichnen, auch wenn die relativen Lösungsquoten in diesen Kategorien mit ca. zwei Drittel korrekt beantwortete Items normativ als durchaus zufriedenstellend angesehen werden können. Eine analoge Betrachtung der Kontrollgruppe zeigt, dass ebenfalls ausschließlich beim fachdidaktischen Wissen signifikante Zuwächse von MZP1 ( $M = -0,43$ ,  $SD = 1,26$ ) zu MZP2 ( $M = 0,19$ ,  $SD = 1,26$ ,  $t(46) = -3,45$ ,  $p < 0,001$ ) mit Cohen  $d = 0,50$  zu verzeichnen sind.

<sup>4</sup> Dabei wurde die ebenfalls erfasste Anzahl an gemachten begleitenden Arbeitsaufträgen im Selbststudium („Hausaufgaben“) nicht weiter in den Regressionsanalysen berücksichtigt, da diese stark mit der Seminarteilnahme korreliert  $r = 0,95$ ,  $p < 0,001$  (zweiseitig) und dies zu Suppressionseffekten führen würde.



**Abb. 7** WLE-Werte der vier Dimensionen des Konstrukts adaptiver Lernunterstützung in der Experimental- und Kontrollgruppe zum ersten (MZP1) und zweiten Messzeitpunkt (MZP2)

Anders als in den bisherigen Analysen zeigt eine ANOVA mit Messwiederholung im Bereich des fachdidaktischen Wissens jedoch, dass nicht nur signifikante Haupteffekte durch die Untersuchungsgruppe ( $F(1, 134) = 4,555, p = 0,035$ ) und die Zeit ( $F(1, 134) = 6,697, p = 0,011$ ), sondern auch ein Interaktionseffekt dieser beiden Variablen festzustellen ist ( $F(1, 134) = 12,666, p < 0,001$ ) und folglich der Lernzuwachs der Experimentalgruppe über die Zeit signifikant größer ist als der Zuwachs des fachdidaktischen Wissens in der Kontrollgruppe.

#### 4 Zusammenfassung und Diskussion

Vor dem Hintergrund unseres entwicklungsorientierten Ansatzes der Begleitforschung, wurde zum ersten Mal differenziert getestet, welche der Bereiche der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung durch das Seminarangebot spezifisch gefördert werden. Die Analysen zeigen hinsichtlich der drei zentralen Forschungsfragen folgende Befunde:

- Die formale Teilnahme (Studierende sind angemeldet, Häufigkeit der Anwesenheit im Seminar wird nicht kontrolliert) an einem fachdidaktischen Seminar führt zu keiner signifikanten Verbesserung des eindimensional erfassten Konstrukts adaptiver Lernunterstützung im Bereich des Wissens und der situationsspezifischen Fähigkeiten. Dessen ungeachtet ist eine signifikante Zunahme der diesbezüglichen Selbstwirksamkeit aller Studierender der Kohorte festzustellen (Forschungsfrage 1).
- Das Seminar vermag zumindest in gewissen Teilbereichen adaptive Unterstützungskompetenz nachweislich zu vermitteln, dies hängt jedoch maßgeblich davon ab, wie häufig Studierende das Lernangebot nutzen (Forschungsfrage 2). Der Lernzuwachs der Experimentalgruppe ist über die Zeit signifikant größer als der Zuwachs des fachdidaktischen Wissens in der Kontrollgruppe.
- Detailanalysen der zunächst eindimensional gemessenen Kompetenzfacetten deuten darauf hin, dass für die signifikanten Zuwächse insbesondere die Leistungsverbesserung im Bereich des fachdidaktischen Wissens verantwortlich ist. Bezüglich der situationsspezifischen Fähigkeiten im Bereich der Diagnose und bei der

Auswahl adaptiver Hilfestellungen können trotz der konstruktiv-reflexiven Auseinandersetzung mit den verschiedenen Praxiselementen, keine messbaren Veränderungen erzielt werden (Forschungsfrage 3).

Bei der Bewertung dieser Befunde kann positiv festgestellt werden, dass es anhand eines allgemeinen Modells der Lehrkraftkompetenz (Blömeke et al. 2015) in einem multiprofessionellen Entwicklungsteam gelungen ist, ein fachspezifisches Seminar zu gestalten und dauerhaft in universitäre Lehrkräftebildung zu verankern, dessen grundsätzliche Konzeption positiv zu bewerten ist (Schilling und Leiss 2019).

Bezüglich der Frage, warum sich dies nicht auch in einer – im Vergleich zur Kontrollgruppe – positiveren Entwicklung der Selbstwirksamkeit widerspiegelt, kann gemutmaßt werden, dass Studierende beider Gruppen durch ein entsprechend intensives Studium im Verlauf des Semesters viele neue Informationen aufnehmen und dadurch am Ende des Semesters eine grundsätzlich höhere allgemeine Selbstwirksamkeit vorliegt (Prat-Sala und Redford 2010). Wir haben zugrunde gelegt, dass eine höhere Selbstwirksamkeit ein positiveres Selbstkonzept bedeutet und das wiederum einen Einfluss auf motivationale Aspekte im Hinblick auf adaptive Lernunterstützung beim mathematischen Problemlösen hat. Studierenden der Experimentalbedingung wurden zunächst mit der Komplexität der Thematik konfrontiert (Ziel der ersten Seminarphase war u. a. die Veranschaulichung des hohen Anforderungsgrades), bevor sie sich intensiv damit auseinandersetzen konnten, weshalb die Selbstwirksamkeit ggf. zunächst geringer war und sich dann im Laufe des Seminars wieder aufgebaut hat. In folgenden Seminar durchgängen kann eine prozessbezogene Erfassung der Selbstwirksamkeit hier Aufschluss geben Auch die gemäß dem Self-Enhancement-Ansatz (Möller und Trautwein 2020) zu erwartenden Zusammenhänge zu den Leistungsveränderungen haben sich nicht in entsprechenden Regressionsanalysen gezeigt. Forschungen zu Einstellungen in anderen Domänen wiederum zeigen, dass diese eine Einfluss auf Performanz haben (Pettit 2014), auch wenn der konkrete Zusammenhang zwischen Einstellungen und Kompetenz noch unklar ist (Ricart Brede 2019). Künftige Längsschnittstudien zu Selbstwirksamkeit, Motivation und Einstellungen im Verlauf der (Mathematik-)Studiums könnten Aufschluss über die Entwicklung und die Rolle der Selbstwirksamkeit geben.

Um die Kompetenz zu vermitteln, in Schulklassen mit einer heterogenen Schüler\*innenschaft Situationen mit „multiple zones of proximal development“ (Hardy et al. 2019) adäquat zu diagnostizieren und lernunterstützende Hilfestellungen auszuwählen, bedarf es entsprechender universitärer Lernumgebungen. Dabei ist es im Rahmen des Seminars zumindest gelungen, diesbezügliche Lehr-Lern-Szenarien durch den Einsatz multiperspektivischer Videos in die erste Phase der Lehrkräftebildung zu implementieren. Bisher handelte es sich dabei insbesondere um ein Thema, das aufgrund der unterrichtlichen Notwendigkeit primär in der zweiten und dritten Phase der Lehrkräftebildung thematisiert wird. Die bisherigen empirischen Befunde zu der eindimensional skalierten Fähigkeit der adaptiven Lernunterstützung zeigen vor allem signifikante Leistungszuwächse im Bereich des fachdidaktischen Wissens. Die von Klock (2020) erzielten mittleren bis großen signifikanten Effekte in den Kompetenzfacetten Diagnostizieren und Intervenieren konnten trotz eines durchaus vergleichbaren Studiendesigns so nicht repliziert werden. Inwiefern die

verschiedenen Limitationen der hier berichteten Studie (siehe unten) ursächlich sind oder eher die unterschiedlichen inhaltlichen Ausrichtungen oder Operationalisierungen der untersuchten Konstrukte, stellt eine offene Frage dar. Unsere Ergebnisse scheinen eher die Befunde der Studie von Wullschleger et al. (2022) zu stützen, die kleine und damit nur bei einer ausreichend großen Stichprobe feststellbare Effekte eines Fortbildungsprogramms auf mikro-adaptives Unterstützungsverhalten feststellen. In ähnliche Richtung weisen auch die Befunde von van de Pol et al. (2014), auch wenn dort mittlere bis große Effekte bei der Förderung adaptiver Lernunterstützung erzielt werden. Der Fokus war hier jedoch auf der Thematisierung einzelner Kompetenzfacetten – im Gegensatz zu einem Globalangebot, wie dem von uns dargestellten Seminar.

Dies wirft die Frage auf, welche Inhalte und in welchem Umfang deren Behandlung im Rahmen einer klassischen Seminarveranstaltung mit 2 SWS pro Woche notwendig sind, um insbesondere die situationsspezifischen Fähigkeiten der adaptiven Lernunterstützung bereits in der universitären Lehrkräfteausbildung anzubahnen. Damit erweitert diese Studie einerseits den nationalen und internationalen Forschungsstand zur adaptiven Lernunterstützung von Lehrkräften und zeigt andererseits den enormen Forschungsbedarf in diesem Spannungsfeld zwischen theoretischen Lerninhalten und praktischen Handlungsweisen auf.

#### 4.1 Limitationen

Die in der Studie präsentierten Ergebnisse müssen vor dem Hintergrund von insbesondere drei möglichen Einschränkungen gesehen werden. Eine erste Limitation bezieht sich auf die Konstruktmessung. Zum einen wurden die Befragungen zur Selbstwirksamkeit lediglich am Anfang und am Ende des Seminars durchgeführt und sind damit ungeeignet, um zu erwartende negative und positive Veränderungen innerhalb des Prozesses abzubilden. Hier sollten in zukünftigen Erhebungen mehrere Messzeitpunkte während des Semesters – im Optimalfall nach jeder Sitzung – eingeplant werden. Zum anderen stellt die Testung der verschiedenen Subskalen eine zentrale Limitation dar, da diese bisher noch zu geringe Reliabilitäten aufweisen und noch ein zu starker inhaltlicher Zusammenhang zwischen den Items für die Diagnose und Auswahl einer adaptiven Hilfestellung und den Items zum aufgabenspezifischen Fachwissen besteht. Dabei scheinen die Instrumente zur Messung der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung allgemein eine Schwierigkeit bei der Untersuchung dieses Themengebiets darzustellen. So sind – wie auch bei der vorliegenden Studie – die bei Klock (2020), van de Pol et al. (2015) und (Wullschleger et al. 2022) berichteten Reliabilitäten lediglich als befriedigend zu bezeichnen, so dass der von Parsons et al. (2018) geäußerte grundsätzliche Bedarf an reliablen und validen Messinstrumenten sich auch im hier berichteten Projekt als eine zentrale Herausforderung darstellt.

Als weitere Limitation ist die Stichprobengröße zu nennen. Aufgrund des innovativen Entwicklungscharakters der Seminarakzeptation konnte die Stichprobe a priori mittels Poweranalysen geplant werden. Die erreichte Stichprobe ist daher nicht als optimal für den Nachweis von kleineren Effekten. Entsprechend ist anzunehmen, dass in größeren Stichproben sich auch Lernzuwächse in den Subskalen nachweisen

lassen würden. Eine erneute Durchführung des Seminars mit größeren Teilnehmerschichten ist aktuell in der Durchführung, um diese Ergebnisse zu überprüfen bzw. zu replizieren und dem Problem der Gelegenheitsstichprobe zu begegnen.

Die dritte Limitation ergibt sich mit Blick auf die Lernzuwächse in der Kontrollgruppe. Auch diese Studierende haben im Nachtest eine signifikant bessere Auswahl an adaptiven Hilfestellungen beim mathematischen Problemlösen aufweisen können als im Vortest. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass der Umgang mit Heterogenität und adaptiver Lernunterstützung auch teilweise in anderen Lehrveranstaltungen des Lehramts unterrichtet wurde. Entsprechend gilt es bei weiteren Studien die parallellaufenden universitären Lerngelegenheiten zu kontrollieren oder zumindest zu erfassen.

## 4.2 Implikationen für die Lehrkräftebildung

Aus dem herausgearbeiteten Konzept der adaptiven Lernunterstützung und der hieran anknüpfende Seminarkonzeption ergibt sich insbesondere die Frage, welche Strukturen für die Implementation bzw. den Transfer entscheidend sind. Das Konzept der adaptiven Lernunterstützung kann zunächst allgemein-pädagogisch verortet werden (siehe Abschn. 2.1), ist aber auf die verschiedenen Fächer bzw. Fachdidaktiken zu adaptieren, so dass die adaptive Lernunterstützung im Einzelnen fachdidaktisch und fachlich auszugestalten ist, d. h. auf die jeweilige fachliche Situation bezogen werden muss. Hieraus folgt, dass eine Verschränkung von Fachdidaktik und Pädagogik/Bildungswissenschaft im Studium notwendig ist, um adaptive Lernunterstützung sowohl als allgemein-didaktisches als auch fachspezifisches Konzept zu thematisieren.

Die Ergebnisse unserer Studie lassen insbesondere drei Implikationen für die Lehrkräfteausbildung zu:

1. Das vorgestellte Seminarkonzept stellt eine Möglichkeit dar, die Förderung der Kompetenz adaptiver Lernunterstützung als Lerngelegenheit im Lehramtsstudium fest zu implementieren. Dabei rücken vor allem die beiden Kompetenzfacetten *Diagnose* im Rahmen der multiperspektivischen Videos und *Auswahl einer adaptiven Hilfestellung* im Rahmen der gemeinsamen Planung und Reflexion von Unterricht mit den Lehrkräften des Entwicklungsteams vermehrt in den Fokus und sollten umfänglicher als bisher behandelt werden, um in diesem Bereich stärkere Lerneffekte zu erzielen. Hierzu erscheint es im Sinne des hier zugrunde gelegten Kompetenzverständnisses (Blömeke et al. 2015) sinnvoll, wenn nicht sogar notwendig, das fach- und fachdidaktischen Wissen bereits in einem vorangehenden Seminar oder einer Vorlesung anzubahnen, sodass dieses als abrufbares Vorwissen bei den Studierenden vorausgesetzt werden kann. Denn nur wenn bereits notwendige Dispositionen (z. B. Wissen und Einstellungen) vorhanden sind, können situationsspezifische Fähigkeiten entwickelt werden. Wenn zunächst systematisch Wissen, Einstellungen und motivationale Aspekte angebahnt werden, kann das vorgestellte Seminar so weiterentwickelt werden, dass der Fokus auf der Entwicklung und dem Training der situationsspezifischen Fähigkeiten mithilfe der multiperspektivischen Videos und der Community of Practice liegt, die dann in einer komplexeren und ganzheitlicheren Weise angebunden werden könnten. So

- könnte auch mehr Zeit für die Reflexion der Beobachtungen eingeräumt werden, denn das Bewusstwerden blinder Flecken und Irritationen der bisherigen verinnerlichten Schemata sind grundlegend für Lernprozesse und Professionalisierung (Sieland und Jordaan 2019; Heins und Zabka 2019).
2. Die Ergebnisse verdeutlichen, wie komplex und herausfordernd es ist, eine „gute“ adaptive Lernunterstützung im Fachunterricht zu realisieren. Die Kompetenz der adaptiven Lernunterstützung als lediglich ein Teil der Lehrkompetenz konnte nicht in allen Facetten mit dem Studierenden im Seminar nachweislich erreicht werden. In weiteren Erhebungen wäre es vor dem Hintergrund wichtig, den Einfluss der Studierendeneinstellungen in weiteren Durchläufen der Seminarveranstaltung mit einem Instrument zu untersuchen, welches über die Selbstwirksamkeit hinausgeht. Des Weiteren könnten weitere Teilaspekte und deren Zusammenhänge untersucht werden, wie zum Beispiel Unterrichtsplanungskompetenz im Zusammenhang mit adaptiver Lernunterstützung im laufenden Unterricht.
  3. Die weitreichendste Implikation ergibt sich aus der grundlegenden Frage, inwiefern ein wöchentlich stattfindendes zweistündiges Didaktikseminar ohne Anwesenheitspflicht selbst mit innovierenden Elementen noch eine zeitgemäße Vermittlungsform für die Auseinandersetzung mit einer komplexen Kompetenz wie der adaptiven Lernunterstützung darstellt. Die Idee der Kompetenz als Kontinuum (Blömeke et al. 2015) könnte insofern ganzheitlich Einzug in der Lehrkräftebildung finden, wenn verschiedene Ausbildungsphasen zusammengelegt werden (Wissenschaftsrat 2023). So könnte zunächst Wissen aufgebaut werden und dann in Theorie-Praxis-Formaten situationsspezifische Fähigkeiten geschult werden, die dann in der Praxis geschärft werden, wenn Lehrkräfte Performanz zeigen müssen. Mit dem Ansatz, das Modell bidirektional zu denken (Blömeke und Kaiser 2017; Santagata und Yeh 2016) käme dann vor allem eine theoriebasierte, professionell angeleitete Reflexion der Praxis zum Tragen, die den Aufbau des handlungsnahen Wissens, der Reflexion der Einstellungen und den Aufbau der professionellen Wahrnehmung unterstützt und somit die Entwicklung der professionellen Kompetenz ganzheitlich unterstützt. Nicht nur inhaltliche, sondern vor allem persönliche Reflexion könnte ebenfalls eine Möglichkeit sein, im ersten Seminarbaustein die Motivation und die Selbstwirksamkeitserwartung zu erhöhen. So kann die Auseinandersetzung mit den Fragen bspw. nach Interesse, Ängsten, Befürchtungen und bisherigen Erfahrungen ein Gefühl der Selbstbestimmtheit fördern und ein Austausch darüber soziale Eingebundenheit – beides elementare Aspekte im Hinblick auf die Motivation (Deci und Ryan 2004)

Das Thema der adaptiven Lernunterstützung ist grundsätzlich für alle lehramtsausbildenden Universitätsstandorte relevant. Zukünftig steht die Weiterentwicklung, der Transfer und weitere, prozessbezogene Evaluation des Seminarkonzepts für das Unterrichtsfach Mathematik in der Sekundarstufe I im Fokus. Eine Anpassung der Seminarkonzeption für den Lehramtsstudiengang Grundschule oder für ein anderes Unterrichtsfach wäre ebenfalls denkbar, wobei die konkreten Seminarunterlagen und Testinstrumente analog zu entwickeln wären. Eine solche Adaption in andere Bereiche wäre nicht nur wünschenswert, sondern zwingend notwendig, da für die adaptive Lernunterstützung als ein zentrales Qualitätsmerkmal von gutem Unterricht

konkrete Konzepte für den Fachunterricht benötigt werden, die als Lernmaterial und didaktische Tools in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften eingesetzt werden könnten.

**Zusatzmaterial online** Zusätzliche Informationen sind in der Online-Version dieses Artikels (<https://doi.org/10.1007/s42010-025-00236-6>) enthalten.

**Funding** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

- Adams, R. J., Wu, M. L., & Wilson, M. R. (2017). ACER conquest. In *Handbook of item response theory* (S. 495–506). Chapman and Hall CRC.
- Barzel, B., Holzäpfel, L., Leuders, T., & Streit, C. (2016). *Mathematik unterrichten: Planen, durchführen, reflektieren*. Cornelsen.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>.
- Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., & Müller, P. (2007). *Adaptive Lehrkompetenz: Analyse und Struktur; Veränderung und Wirkung handlungssteuernden Lehrwissens*. Waxmann.
- Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., Müller, P., Niedermann, R., Rogalla, M., & Vogt, F. (2008). *Adaptive Lehrkompetenz. Analyse und Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung handlungssteuernden Lehrwissens*. Münster: Waxmann.
- Begrich, L., Praetorius, A.-K., Decristan, J., Fauth, B., Göllner, R., Herrmann, C., Kleinknecht, M., Taut, S., & Kunter, M. (2023). Was tun? Perspektiven für eine Unterrichtsqualitätsforschung der Zukunft. *Unterrichtswissenschaft*, 51(1), 63–97. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00163-4>.
- Bengtsson, J. (1995). Theory and practice—two fundamental categories in the philosophy of teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 18(2–3), 231–238.
- Blömeke, S., & Kaiser, G. (2017). Understanding the development of teachers' professional competencies as personally, situationally and socially determined. In *International handbook of research on teacher education* (S. 783–802).
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond Dichotomies: competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>.
- BMBF, B. f. B. u. F. *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*.
- Bohl, T., & Beck, N. (2020). Aktuelle Entwicklungen in der institutionalisierten Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 280–289). Klinkhardt.
- Brägger, G., & Rolff, H.-G. (Hrsg.). (2021). *Handbuch Lernen mit digitalen Medien*. Beltz.
- Breen, C. (2003). Mathematics teachers as researchers: Living on the edge? In A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K. S. Leung (Hrsg.), *Second international handbook of mathematics education* (S. 523–544). Kluwer. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8_18).

- Brodie, K. (2000). Teacher intervention in small-group work. *For the learning of Mathematics*, 20(1), 9–16.
- Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Cornelsen Scriptor Berlin.
- Brühwiler, C., & Vogt, F. (2020). Adaptive teaching competency. Effects on quality of instruction and learning outcomes. *Journal for educational research online*, 12(1), 119–142.
- Büchter, A., & Leuders, T. (2005). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln: Lernen fördern-Leistung überprüfen*. Cornelsen Scriptor.
- Claussen, J. T., Ehmke, T., & Troll, B. (2021). Aus unmittelbarer Nähe online beobachten – Chancen multiperspektivischer Unterrichtsaufnahmen für die Lehrkräftebildung. In T. Ehmke, S. Fischer-Schöneborn, K. Reusser, D. Leiss, T. Schmidt & S. Weinhold (Hrsg.), *Innovationen in Theorie-Praxis-Netzwerken – Beiträge zur Weiterentwicklung der Lehrkräftebildung*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1).
- Corno, L. (2008). On teaching adaptively. *Educational Psychologist*, 43(3), 161–173. <https://doi.org/10.1080/00461520802178466>.
- Corno, L., & Snow, R.E. (1986). *Adapting teaching to individual differences among learners*. Handbook of research on teaching, Bd. 3 (S. 605–629).
- Dann, H.-D., Diegritz, T., & Rosenbusch, H.S. (1999). *Gruppenunterricht im Schulalltag. Realität und Chancen*. Bd. 90.
- Darling-Hammond, L., Hammerness, K., Grossman, P., Rust, F., & Shulman, L. (2005). The design of teacher education programs. In *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (Bd. 1, S. 390–441).
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2004). Overview of self-determination theory: an organismic dialectical perspective. In E.L. Deci & R.M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research*. University Rochester Press.
- Drexhage, J., Leiss, D., Schmidt, T., & Ehmke, T. (2016). The connected classroom—using video conferencing technology to enhance teacher training. *Reflecting Education*, 10(1), 70–88.
- Dumont, H. (2019). Neuer Schlauch für alten Wein? Eine konzeptuelle Betrachtung von individueller Förderung im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22(2), 249–277.
- Dumont, H., Decristan, J., & Fauth, B. (2024). Adaptiver Unterricht erfordert eine adaptive Unterrichtsforschung. *Unterrichtswissenschaft*. <https://doi.org/10.1007/s42010-024-00198-1>.
- Fraefel, U., & Haunberger, S. (2012). Entwicklung professionellen Handelns in der Ausbildung von Lehrpersonen. Einblicke in die laufende Interventionsstudie „Partnerschulen für Professionsentwicklung“. *BzL-Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 30(2), 185–199.
- Frommelt, M., Hugener, I., & Krammer, K. (2019). Fostering teaching-related analytical skills through case-based learning with classroom videos in initial teacher education. *Journal for educational research online*, 11(2), 37–60.
- Gold, B., Förster, S., & Holodynski, M. (2013). Evaluation eines videobasierten Trainingsseminars zur Förderung der professionellen Wahrnehmung von Klassenführung im Grundschulunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27(3), 141–155. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000100>.
- Gold, B., Pfirmann, C., & Holodynski, M. (2021). Promoting professional vision of classroom management through different analytic perspectives in video-based learning environments. *Journal of teacher education*, 72(4), 431–447.
- Gräsel, C. (2019). Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis. In C. Donie, F. Foerster, M. Obermayr, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenke, M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer* (S. 2–11). Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-26231-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-26231-0_1).
- Gröschner, A., & Hascher, T. (2019). Praxisphasen in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In M. Harring, C. Rohlfis & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik* (S. 653–664). Waxmann.
- Grossman, P., Wineburg, S., & Woolworth, S. (2001). Toward a theory of teacher community. *Teachers college record*, 103(6), 942–1012.
- Hardy, I., Decristan, J., & Klieme, E. (2019). Adaptive teaching in research on learning and instruction. *Journal for educational research online*, 11(2), 169–191.
- Hardy, I., Meschede, N., & Mannel, S. (2022). Measuring adaptive teaching in classroom discourse: Effects on student learning in elementary science education. *Frontiers in Education*.
- Hascher, T. (2008). Diagnostische Kompetenzen im Lehrberuf. In C. Kraler & M. Schratz (Hrsg.), *Wissen erwerben, Kompetenzen entwickeln. Modelle zur kompetenzorientierten Lehrerbildung* (S. 71–86). Waxmann.

- Hascher, T. (2014). Vorwort. In R. Schüssler & V. Schwier (Hrsg.), *Das Praxissemester im Lehramtsstudium: Forschen, Unterrichten, Reflektieren* (S. 11–13). Julius Klinkhardt.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Kohlhammer.
- Hecker, S.-L., Falkenstern, S., & Lemmrich, S. (2020). Zwischen DaZ-Kompetenz und Performanz. Advance online publication. <https://doi.org/10.4119/hlz-3374> (565–584 Seiten / Herausforderung Lehrer\*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion, Bd. 3 Nr. 1 (2020): Herausforderung Lehrer\_innenbildung-Ausgabe 3 / Herausforderung Lehrer\*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion, Bd. 3 Nr. 1 (2020): Herausforderung Lehrer\_innenbildung – Ausgabe 3).
- Heins, J., & Zabka, T. (2019). Mentale Prozesse bei der Unterrichtsbeobachtung. Theoretische Klärungen und ein Fallbeispiel zum Literaturunterricht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 65, 903–924.
- Hoppe, T., Renkl, A., & Rieß, W. (2020). Förderung von unterrichtsbegleitendem Diagnostizieren von Schülervorstellungen durch Video- und Textvignetten. *Unterrichtswissenschaft*, 48(4), 573–597.
- Johnston, P., Dozier, C., & Smit, J. (2016). How language supports adaptive teaching through a responsive learning culture. *Theory Into Practice*, 55(3), 189–196.
- Junker, R., Rauterberg, T., Möller, K., & Holodynski, M. (2020). Videobasierte Lehrmodule zur Förderung der professionellen Wahrnehmung von heterogenitätssensiblen Unterricht. *Herausforderung Lehrer\*innenbildung-Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 3(1), 236–255.
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik* (6. Aufl.). Beltz.
- Kleickmann, T., Steffensky, M., & Praetorius, A.-K. (2020). *Quality of teaching in science education. More than three basic dimensions? Empirische Forschung zu Unterrichtsqualität. Theoretische Grundfragen und quantitative Modellierungen*
- Kleinknecht, M., & Gröschner, A. (2016). Fostering preservice teachers' noticing with structured video feedback: results of an online- and video-based intervention study. *Teaching and Teacher Education*, 59, 45–56.
- Kleinknecht, M., Schneider, J., & Syring, M. (2014). Varianten videobasierter Lehrens und Lernens in der Lehrpersonenaus- und -fortbildung – empirische Befunde und didaktische Empfehlungen zum Einsatz unterschiedlicher Lehr-Lern-Konzepte und Videotypen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 32(2), 210–220.
- Klieme, E., & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876–903.
- Klieme, E., Funke, J., Leutner, D., Reimann, P., & Wirth, J. (2001). Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungsstudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47(2), 179–200.
- Klock, H. (2020). Adaptive Interventionskompetenz in kooperativen Modellierungsprozessen. In *Adaptive Interventionskompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen: Konzeptualisierung, Operationalisierung und Förderung* (S. 133–141).
- Klock, H., & Siller, H.-S. (2019). *Measuring an aspect of adaptive intervention competence in mathematical modelling processes*. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education.
- König, J. (2020). Kompetenzorientierter Ansatz in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 163–171). Klinkhardt.
- König, J., & Rothland, M. (2022). Stichwort: Unterrichtsplanungskompetenz. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(4), 771–813. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01107-x>.
- König, J., Blömeke, S., Paine, L., Schmidt, W. H., & Hsieh, F.-J. (2011). General pedagogical knowledge of future middle school teachers: On the complex ecology of teacher education in the United States, Germany, and Taiwan. *Journal of teacher education*, 62(2), 188–201.
- Krammer, K. (2009). *Individuelle Lernunterstützung in Schülerarbeitsphasen*. Bd. 15. Waxmann.
- Krammer, K., Hugener, I., Frommelt, M., d Maur, G. F. A., & Biaggi, S. (2018). Case-based learning in initial teacher education: assessing the benefits and challenges of working with student videos and other teachers' videos. *Orbis scholae*, 9(2), 119–137.
- Kreis, A., & Staub, F. C. (2011). Fachspezifisches Unterrichtscoaching im Praktikum. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 14(1), 61–83. <https://doi.org/10.1007/s11618-011-0170-y>.
- Kultusministerkonferenz (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister

- der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Lehrerbildung in Deutschland-Standards und inhaltliche Anforderungen.
- Lazarides, R., & Schiepe-Tiska, A. (2022). Heterogenität motivationaler Merkmale im Unterrichtskontext. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(2), 249–267. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01082-3>.
- Leiss, D. (2007). „Hilf mir es selbst zu tun“ – Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren. Franzbecker.
- Leiss, D. (2010). Adaptive Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren – empirische Befunde einer vergleichenden Labor- und Unterrichtsstudie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 2(31), 197–226.
- Leiss, D., & Tropper, N. (2014). *Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht*. Springer.
- Lemmrich, S., Ehmke, T., & Reusser, K. (2024). Adaptive Lernunterstützung durch fachliche Präzision und interaktionale Qualität. *PraxisforschungLehrer\*innenBildung. Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*, 6(2), 6–23. <https://doi.org/10.11576/pfib-6862>. Adaptive Lernunterstützung im Fachunterricht: generische und fachdidaktische Perspektiven.
- Lipowsky, F. (2020). Unterricht. In *Pädagogische psychologie* (S. 69–118).
- Lipowsky, F., & Lotz, M. (2015). Ist Individualisierung der Königsweg zum erfolgreichen Lernen?: Eine Auseinandersetzung mit Theorien, Konzepten und empirischen Befunden. In *Begabungen entwickeln & Kreativität fördern* (S. 155–219).
- Makrinus, L. (2012). *Der Wunsch nach mehr Praxis: Zur Bedeutung von Praxisphasen im Lehramtsstudium*. Springer.
- Martschinke, S. (2015). Facetten adaptiven Unterrichts aus der Sicht der Unterrichtsforschung. In K. Liebers, B. Landwehr, A. Marquardt & K. Schlotter (Hrsg.), *Lernprozessbegleitung und adaptives Lernen in der Grundschule: Forschungsbezogene Beiträge* 1. Aufl. Jahrbuch Grundschulforschung, (Bd. 19, S. 15–32). Springer VS.
- Meier-Wyder, A., Wullschlegler, A., Lindmeier, A., Heinze, A., Leuchter, M., Vogt, F., & Moser Opitz, E. (2022). Konzeptualisierung und Messung der Qualität der adaptiven Lernunterstützung in Lernsituationen mit mathematischen Regelspielen im Kindergarten. Eine Studie in Deutschland und der Schweiz. *Journal für Mathematik-Didaktik*. <https://doi.org/10.1007/s13138-021-00195-2>.
- Meloth, M. S., & Deering, P. D. (1999). The role of the teacher in promoting cognitive processing during collaborative learning. In A. M. O’Donnell & A. King (Hrsg.), *Cognitive perspectives on peer learning* (S. 235–255). Lawrence-Erlbaum.
- Meschede, N., & Hardy, I. (2020). Selbstwirksamkeitserwartungen von Lehramtsstudierenden zum adaptiven Unterrichten in heterogenen Lerngruppen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 23(3), 565–589. <https://doi.org/10.1007/s11618-020-00949-7>.
- Möller, J., & Trautwein, U. (2020). Selbstkonzept. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische psychologie* (S. 187–209). Springer.
- Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2020). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Springer.
- Newel, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs.
- Niedersächsisches Kultusministerium (2021). *Kerncurriculum für die Oberschule Schuljahrgänge 5–6. Mathematik*
- Onk, W., Verloop, N., & Gravemeijer, K. P. (2015). Enriching practical knowledge: Exploring student teachers’ competence in integrating theory and practice of mathematics teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(5), 559–598.
- Parsons, S. A., Vaughn, M., Scales, R. Q., Gallagher, M. A., Parsons, A. W., Davis, S. G., Pierczynski, M., & Allen, M. (2018). Teachers’ instructional adaptations: a research synthesis. *Review of Educational Research*, 88(2), 205–242.
- Pettit, S. (2014). Middle school mathematics teachers’ beliefs about ELLs in mainstream classrooms. *Sunshine State TESOL Journal*, 11(1), . .
- Pisa-Konsortium, D., Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J., & Weiss, M. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich.
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: a decade of research. *Educational Psychology Review*, 22, 271–296.
- van de Pol, J., Volman, M., Oort, F., & Beishuizen, J. (2014). Teacher scaffolding in small-group work: an intervention study. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 600–650.
- van de Pol, J., Volman, M., Oort, F., & Beishuizen, J. (2015). The effects of scaffolding in the classroom: support contingency and student independent working time in relation to student achievement, task effort and appreciation of support. *Instructional Science*, 43, 615–641.

- van de Pol, J., Mercer, N., & Volman, M. (2019). Scaffolding student understanding in small-group work: students' uptake of teacher support in subsequent small-group interaction. *Journal of the Learning Sciences*, 28(2), 206–239.
- Polya, G. (1995). *Schule des Denkens*. Francke.
- Praetorius, A.-K., Lipowsky, F., & Karst, K. (2012). Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften: Aktueller Forschungsstand, unterrichtspraktische Umsetzbarkeit und Bedeutung für den Unterricht. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 115–146).
- Prat-Sala, M., & Redford, P. (2010). The interplay between motivation, self-efficacy, and approaches to studying. *British Journal of Educational Psychology*, 80(2), 283–305. <https://doi.org/10.1348/000709909X480563>.
- Prediger, S., Tschierschky, K., Wessel, L., & Seipp, B. (2012). Professionalisierung für fach- und sprachintegrierte Diagnose und Förderung im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 17(1), .
- Reusser, K., & Pauli, C. (2021). Unterrichtsqualität ist immer generisch und fachspezifisch. Ein Kommentar aus kognitions- und lehr-lerntheoretischer Sicht. *Unterrichtswissenschaft*, 49(2), 189–202.
- Ricart Brede, J. (2019). Einstellungen – beliefs – Überzeugungen – Orientierungen: Zum theoretischen Konstrukt des Projektes „Einstellungen angehender LehrerInnen zu Deutsch als Zweitsprache in Ausbildung und Unterricht“. In D. Maak & J. Ricart Brede (Hrsg.), *Wissen, Können, Wollen – sollen?! (angehende) LehrerInnen und äußere Mehrsprachigkeit*. Mehrsprachigkeit, (Bd. 46, S. 29–38). Waxmann.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch testtheorie-testkonstruktion*. Huber.
- Rüschhoff, B., & Velten, S. (2021). *Anforderungen an einen erfolgreichen Wissenschafts-Praxis-Transfer: Entwicklung eines Konzepts zur Begleitung der Projekte der Forschungs- und Transferinitiative ASCOT+*. Wissenschaftliche Diskussionspapiere
- Rzejak, D., Küsting, J., Lipowsky, F., Fischer, E., Dezhgahi, U., & Reichardt, A. (2014). Facetten der Lehrerfortbildungsmotivation – eine faktorenanalytische Betrachtung. *Journal for educational research online*, 6(1), 139–159. <https://doi.org/10.25656/01:8845>.
- Santagata, R., & Yeh, C. (2016). The role of perception, interpretation, and decision making in the development of beginning teachers' competence. *ZDM*, 48, 153–165.
- Schilling, L., & Leiss, D. (2019). Competence-oriented teaching: combining theory and practice in a future-oriented teacher education. *Research in Teacher Education*, 9(2), 12–16.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: the role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499.
- Seidel, T., & Thiel, F. (2017). Standards und Trends der videobasierten Lehr-Lernforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20(1), 1–21.
- Seidel, T., Blomberg, G., & Renkl, A. (2013). Instructional strategies for using video in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 34, 56–65.
- Seifried, J., & Wuttke, E. (2010). Student errors: how teachers diagnose and respond to them. *Empirical research in vocational education and training*, 2(2), 147–162.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4–14.
- Sieland, B., & Jordaan, L. (2019). Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Umbruch zwischen Auftrag, alten Schwächen und neuen Chancen. In *Kompetenzentwicklung im Lehramtsstudium durch professionelles Training* (S. 7–19).
- Stebler, R., Pauli, C., & Reusser, K. (2021). Personalisiertes Lernen als schulisches Bildungskonzept. Erscheinungsformen, Qualitätsmerkmale und Forschungsbefunde. In G. Brägger & H.-G. Rolff (Hrsg.), *Handbuch Lernen mit digitalen Medien* (S. 402–430). Beltz.
- Stender, P. (2016). *Wirkungsvolle Lehrerinterventionsformen bei komplexen Modellierungsaufgaben*. Springer.
- Steyer, R., & Eid, M. (2013). *Messen und testen*. Springer.
- Straub, R. (2022). Entwicklungsteams im ZZZ-Netzwerk – Ein institutionen- und phasen-übergreifendes Kooperationsformat in der Lehrkräftebildung 1. In T. Ehmke, S. Fischer-Schöneborn, K. Reusser, D. Leiss, T. Schmidt & S. Weinhold (Hrsg.), *Innovationen in Theorie-Praxis-Netzwerken-Beiträge Zur Weiterentwicklung Der Lehrkräftebildung* (S. 60–81).
- Stürmer, K., Könings, K. D., & Seidel, T. (2013). Declarative knowledge and professional vision in teacher education: effect of courses in teaching and learning. *British Journal of Educational Psychology*, 83(3), 467–483.

- Trautmann, M., & Wischer, B. (2009). Das Konzept der Inneren Differenzierung – eine vergleichende Analyse der Diskussion der 1970er-Jahre mit dem aktuellen Heterogenitätsdiskurs. In M. A. Meyer, M. Prenzel & S. Hellekamps (Hrsg.), *Perspektiven der Didaktik* (S. 159–172). VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-91775-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-531-91775-7_11).
- Trautmann, M., & Wischer, B. (2011). *Heterogenität in der Schule: eine kritische Einführung*. Springer.
- Tropper, N., Leiss, D., & Hänze, M. (2015). Teachers' temporary support and worked-out examples as elements of scaffolding in mathematical modeling. *ZDM*, 47, 1225–1240.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L.S. (1980). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wenninger, G. (2002). *Lexikon der Psychologie: in fünf Bänden*. Spektrum.
- Wild, E., Gorges, J., Lütje-Klose, B., Eckel, L., Grüter, S., & Neumann, P. (2021). Aufgaben und Zuständigkeiten von allgemeinen und sonderpädagogischen Lehrkräften sowie Fachkräften der Schulsozialarbeit in inklusiven Schulen der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 72, 164–177.
- Wissenschaftsrat (2023). *Empfehlungen zur Lehramtsausbildung im Fach Mathematik*. Köln.
- Wullschleger, A., Lindmeier, A., Heinze, A., Meier-Wyder, A., Leuchter, M., Vogt, F., & Opitz, M.E. (2022). Improving the quality of adaptive learning support provided by kindergarten teachers in play-based mathematical learning situations. *European Early Childhood Education Research Journal*, 1–18.
- Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college- and university-based teacher education. *Journal of teacher education*, 61(1–2), 89–99.
- Zeichner, K., & Conklin, H.G. (2008). Teacher education programs as sites for teacher preparation. In *Handbook of research on teacher education* (S. 269–289). Routledge.
- Zülsdorf-Kersting, M. (2020). Qualitätsmerkmale von Geschichtsunterricht. Zum Verhältnis generischer und fachspezifischer Merkmale. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 385–407.

**Hinweis des Verlags** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.