Natalie Ross, Gabriele Kaiser, Anton Bastian, Jonas Weyers, Sarah Strauß, Isabelle Klee-Schramm, Nils Buchholtz, Benjamin Rott, Conny Melzer & Johannes König

Teacher Education and Development Study – Inclusive Mathematics Education (TEDS-IME): Konzeption einer Professionalisierungsmaßnahme und Instrumentenkonstruktion zur Prüfung ihrer Wirksamkeit

Zusammenfassung

Das Projekt *Teacher Education and Development Study – Inclusive Mathematics Education* (TEDS-IME)[1] zielt auf die Konzeptualisierung, Messung und Förderung der Kompetenzen von angehenden und berufstätigen Lehrkräften hinsichtlich der Anforderungen eines inklusiven Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe. Im vorliegenden Beitrag werden die theoretische Fundierung der zugrundeliegenden Konzeptualisierungen sowie die im Rahmen des Projekts entwickelte Professionalisierungsmaßnahme und Kompetenzmessung vorgestellt. Bisher steht die empirische Überprüfung der Instrumentenqualität und der Wirksamkeit der Professionalisierungsmaßnahme am Anfang, wobei erste Analysen und die hier dargestellten, eng aufeinander abgestimmten Konzeptualisierungsprozesse und ihre messtheoretische sowie evidenzbasierte Fundierung umfangreiche Erkenntnisse erwarten lassen. Für eine hohe Akzeptanz der Professionalisierungsmaßnahme sprechen bereits die erzielten substanziellen Rückläufe der im Projekt durchgeführten Datenerhebungen.

Schlagworte: Inklusion, Lehrkräftekompetenz, Lehrer:innenbildung, Fortbildung, Mathematikunterricht, professionelle Unterrichtswahrnehmung

Abstract

The project *Teacher Education and Development Study – Inclusive Mathematics Education* (TEDS-IME) aims to conceptualize, measure and promote the competencies of pre-service and in-service teachers regarding professional demands related to inclusive mathematics teaching at secondary schools. In this chapter the theoretical foundation of the underlying conceptualizations followed by the design of the professional development course and the measurement instruments are presented. To date, empirical testing of the quality of the instruments and the effectiveness of the professionalization measures is still work in progress. First analyses and the strongly connected development process of the professionalization program and its measurement focusing theoretical and evidence-based foundations, also in terms of a constructive alignment, allow to expect comprehensive results. A high level of acceptance of the professional development program is indicated by substantial response rates of participants achieved to date in the data surveys carried out as part of the project.

Keywords: Inclusion, teacher competence, teacher education, professional development, mathematics teaching, teacher noticing

1 Dieses Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01NV2125A und 01NV2125B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

1. Vorstellung des Projekts

1.1 Einleitung

Inklusion gilt als wichtige Kernaufgabe für alle Bildungseinrichtungen (Lindmeier & Lütje-Klose, 2015) und wird als ein zentrales Querschnittsthema in der Lehrkräftebildung angesehen (Fränkel et al., 2022). Zu den für die unterrichtliche Umsetzung besonders relevanten Anforderungen an Lehrkräfte gehören dabei Diagnose- und Interventionsaktivitäten, die hohe (kognitive) Herausforderungen darstellen (König, Gerhard, Kaspar & Melzer 2019) und im Rahmen der allgemeinen Didaktik seit langem gefordert werden (KMK, 2011; Melzer, Hillenbrand, Sprenger & Hennemann, 2015). Im Rahmen inklusiver Bildung wird spätestens seit der Unterzeichnung der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderung (UN-BRK, 2006) dieser Forderung mehr Nachdruck verliehen. Dabei rücken fachdidaktische Ansätze und damit die Fachlichkeit als Grundlage zur Diagnose und Förderung zunehmend in den Vordergrund (Leuders & Prediger, 2012; Moser-Opitz, 2022). Für einen inklusiven Mathematikunterricht der Sekundarstufe mangelt es jedoch an evidenzbasierten Angeboten zur Vermittlung von professionellen Kompetenzen sowie an entsprechenden Testinstrumenten. Diese Forschungslücke will das Projekt *Teacher Education and Development Study – Inclusive Mathematics Education* (TEDS-IME)[2] schließen, indem aus einer mathematikdidaktischen und pädagogischen Perspektive Maßnahmen zur Professionalisierung und Instrumente zur Messung der Effektivität entwickelt und jeweils durch eine sonderpädagogische Perspektive angereichert werden. Vor diesem Hintergrund zielt das Projekt auf die Konzeptualisierung (Abschnitt 2.2), Förderung (Abschnitt 3) und Messung (Abschnitt 4) der Lehrkräftekompetenzen zur Diagnose und Förderung bezüglich inklusiver Bildung von (angehenden) Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe.

1.2 Theoretische Hintergründe

Entsprechend dem interdisziplinären Anspruch von TEDS-IME werden verschiedene theoretische Bezüge bedeutsam, die in diesem Kapitel kurz skizziert werden.

1.2.1 Inklusionsverständnis

In Bezug auf inklusive Bildung fehlt derzeit eine einheitliche Begriffsfestlegung (Grosche, 2015). Der konsensuale Kern ist das Ziel einer Verringerung von Diskriminierung. In aktuell gängigen Definitionen von Inklusion werden dabei verschiedene Perspektiven sichtbar: die menschenrechtlich-ethische, die schulsystemisch-orientierte und die förderungsorientierte Perspektive inklusiver Bildung (Melzer, Her-

2 Weitere Informationen zum Projekt auf der Website: https://www.teds.uni-hamburg.de/teds-ime.html.

wix, Ferencik-Lehmkuhl & Scheer, 2022). Aufgrund der oben skizzierten Zielsetzung folgt das Projekt TEDS-IME der letzteren Perspektive, die auch als pragmatische Definition bezeichnet wird. Diese zielt auf eine bestmögliche Förderung von Schüler:innen (Piezunka, Grosche & Schaffus, 2017, S. 217f.), wobei zwar insbesondere die Leistungsentwicklung von Schüler:innen mit Unterstützungsbedarfen adressiert, aber eine Öffnung hin zu allen Schüler:innen ermöglicht wird (Göransson & Nilholm, 2014).

1.2.2 Diagnose- und Interventionskompetenz als Teil der professionellen Lehrkräftekompetenz

Alle Schüler:innen auf Grundlage diagnostischer Entscheidungen bestmöglich zu fördern, erfordert von Lehrkräften professionelle Kompetenzen, die im Projekt TEDS-IME in Rückgriff auf Vorarbeiten aus dem TEDS-Forschungsprogramm und nach Blömeke, Gustafsson und Shavelson (2015) als ein Kontinuum verstanden werden, das Dispositionen, situationsspezifische Fähigkeiten und die Performanz im Unterricht umfasst. Um im inklusiven Unterricht (neu) gestellte Anforderungen erfolgreich bewältigen zu können, werden den situationsspezifischen Fähigkeiten des Wahrnehmens, Interpretierens sowie des Treffens von Entscheidungen (im sogenannten PID-Modell *Perception*, *Interpretation*, *Decision-making*; Kaiser, Busse, Hoth, König & Blömeke, 2015) eine besondere Bedeutung als vermittelnden Komponenten zwischen dem entsprechenden professionellen Wissen und der Performanz im Unterricht zugeschrieben. Diese auch als professionelle Unterrichtwahrnehmung bezeichneten kognitiven Fähigkeiten der Lehrkräfte gilt es mit den professionellen Anforderungen inklusiver Bildung von Diagnose und Intervention zu verbinden. Auf der Basis von existierenden kognitiven Schemata der Lehrkraft zum Mathematikunterricht, d. h. insbesondere auf Basis von professionellem und fallbezogenem Wissen sowie Einstellungen beispielsweise bezüglich der zu verfolgenden curricularen Ziele, damit verbundener Aufgaben und lehrkraftseitiger Fehlvorstellungen „typischer" Schüler:innen der betreffenden Jahrgangsstufe, werden die Lernvoraussetzungen der unterrichteten Schüler:innen einer (inklusiven, heterogen zusammengesetzten) Klasse wahrgenommen und interpretiert (Putnam, 1987). Auf dieser empiriegestützten Grundlage können lehrkraftseitige Entscheidungen zu Maßnahmen einer (adaptierten) Intervention erfolgen (*Data-based Decision Making*, *Data-driven Decision Making*), die im Einklang stehen mit Stimmen, die sich gegen rein intuitive Entscheidungen in Unterricht aussprechen (Lutz, Boschner & Gebhardt, 2022).

1.2.3 Berücksichtigung von individuellen Lernvoraussetzungen im Kontext inklusiver Bildung

Zur Bedeutung von Lernvoraussetzungen für den Unterricht gibt es zahlreiche Arbeiten (Brühwiler, Helmke & Schrader, 2017; König, Bremerich-Vos, Buchholtz, Fladung & Glutsch, 2020). In Anlehnung an die Unterscheidung von Hasselhorn und Gold (2022) werden im Projekt TEDS-IME die Lernvoraussetzungen *Vorwissen*, *Aufmerksamkeit/Arbeitsgedächtnis*, *Strategien/metakognitive Regulation* und *Motivation/Selbstkonzept* fokussiert. Diese fachlichen und überfachlichen Voraussetzungen erfolgreichen Lernens stehen in Beziehung zueinander und müssen dementsprechend im Unterricht und damit auch in der im Projekt entwickelten Professionalisierungsmaßnahme möglichst ganzheitlich adressiert werden. Insgesamt ist es für (angehende) Lehrkräfte bedeutsam, die Lernvoraussetzungen nicht nur konzeptionell zu kennen, sondern diese in unterrichtsnahen Kontexten und im Unterricht diagnostizieren (wahrnehmen und interpretieren) zu können, um dann adaptiv und fundiert Interventionen durchzuführen (interpretieren und Entscheidungen treffen).

1.2.4 Fachliche Perspektive auf Lernvoraussetzungen im inklusiven (Algebra-) Unterricht

Exemplarisch soll hier kurz auf die fachlichen Lernvoraussetzungen eingegangen werden. Klassische Ansätze von fachlicher Differenzierung im Mathematikunterricht fokussieren vornehmlich heterogene Leistungsfähigkeiten (Lawrence-Brown, 2004; Deunk, Smale-Jacobse, de Boer, Doolaard & Bosker, 2018), wobei vor allem nach Komplexitätsmaßen unterschieden wird (Adleff, Ross, König & Kaiser, 2023). Im Projekt TEDS-IME wird diese Unterscheidung nach *Anforderungsstufen* aufgegriffen und im Hinblick auf die Berücksichtigung von Vorwissenständen erweitert. Auch vor dem Hintergrund einer normativ geprägten Entscheidung für einen verstehensorientierten Mathematikunterricht (Prediger, 2009) werden unterschiedliche Vorwissensstände dabei als *Lernstufen* bezeichnet, wenn sie signifikante Teillernziele in einem Lernpfad beschreiben, die erreicht werden müssen, um ein mathematisches Konzept als Ganzes zu verstehen (Simon, 1995; Prediger & von Aufschnaiter, 2017; Siemon, 2021). Für mathematische Konzepte beschreibt dabei das in der deutschen Mathematikdidaktik etablierte Konstrukt der *Grundvorstellungen* das zugrundeliegende mentale Modell (vom Hofe, 1995; Prediger, 2009). Um mathematische (Teil-)Konzepte verstehen zu können, müssen diese in den unterschiedlichen Darstellungen erarbeitet werden und miteinander vernetzt werden (Duval, 2006; Drollinger-Vetter, 2011). Mentale Konstruktionsprozesse des Verstehensaufbaus werden über Aktivitäten der *Darstellungsvernetzung* also wesentlich begünstigt und bieten darüber hinaus die Möglichkeiten unterschiedlicher Lernzugänge. Aus fachlicher Perspektive Lernvoraussetzungen zu berücksichtigen, bedeutet aus dieser Konzeptualisierung heraus nicht nur Anforderungsstufen zu berücksichtigen. Insbesondere gilt es in Bezug auf zentrale Grundvorstellungen darauf zu achten, welche cur-

ricularen Lernstufen (Vorwissensstände) die Lernenden mitbringen und wie sie die verschiedenen Darstellungen sinnvoll zum besseren Verstehen nutzen und vernetzen können. Dieser Ansatz ermöglicht einen Mathematikunterricht der Sekundarstufe zu konzeptualisieren, der trotz seines inhaltlich hoch kumulativ strukturierten Aufbaus ein gleichzeitiges Lernen am gemeinsamen Lerngegenstand auf unterschiedlichen curricularen Lernstufen realisiert.

Im Projekt TEDS-IME wurde entschieden, unterrichtliche Bezüge auf algebraische Themen zu fokussieren, u. a. aufgrund ihrer herausgehobenen Bedeutung für andere mathematische Themen und Anwendungsbereiche der Schulmathematik. Genutzt werden konnten hier u. a. zentrale Vorarbeiten zum Umgang mit Fehlern und Fehlvorstellungen (Malle, 1993). Von herausgehobener Bedeutung im Projekt TEDS-IME ist der Ansatz, algebraische Konzepte über die Grundvorstellungen von Variablen zu erklären, wie dies von Korntreff und Prediger (2021) in Anlehnung an Malle (1993) realisiert wurde. Dieser ermöglicht nicht nur Bezüge innerhalb eines spezifischen algebraischen Konzepts herzustellen (bspw. bezüglich der Termgleichwertigkeit als Beschreibungs-, Einsetzungs- und Umformungsgleichheit), sondern auch Bezüge zwischen verschiedenen algebraischen Konzepten, und eignet sich deshalb besonders für die Hierarchisierung von Wissenselementen in curriculare Lernstufen.

1.3 Aktueller Forschungsstand

Professionalisierungsmaßnahmen für Lehrkräfte sind eine zentrale Möglichkeit für Erkenntnistransfer aus Schul- und Unterrichtsforschung in Praxis und deswegen Gegenstand vielfältiger Forschungen (Ball, Thames & Phelps, 2008; Desimone, 2009; Lipowsky & Rzejak, 2017; Prediger, Roesken-Winter & Leuders, 2019). Das Fortbildungsangebot für Lehrkräfte in der deutschen Bildungslandschaft ist umfangreich, wobei nur eine geringe Anzahl auf einen inklusiven Mathematikunterricht fokussiert. Insbesondere fehlt für den Sekundarstufenbereich eine Professionalisierung zu inklusivem Algebraunterricht. Auch in der universitären Ausbildung hat die Bedeutung einer inklusiven Unterrichtsgestaltung zugenommen. Entsprechende Lerngelegenheiten zeigen positive Effekte für die Kompetenzentwicklung von angehenden Lehrkräften (Troll et al., 2019). Um theoretische und praktische Perspektiven zu kombinieren, erscheint ein Einsatz von Unterrichtsbeobachtungen und -videos als ein vielversprechender Ansatz (Fetzer, Friedle, Mau & Nemeth, 2017).

Bezüglich der Kompetenzmessung von (angehenden) Lehrkräften im Hinblick auf einen inklusiven Unterricht ist festzuhalten, dass bisher nur wenige standardisierte Instrumente vorliegen, die psychometrischen Standards genügen (Weyers, König, Santagata, Scheiner & Kaiser, 2023). In Arbeiten von König, Gerhard, Melzer, Rühl, Zenner und Kaspar (2017) sowie König et al. (2019) wurde zumindest für das pädagogische Wissen betrachtet, wie durch inklusive Bildung erweiterte Anforderungen an Regelschullehrkräfte für das fächerübergreifende, pädagogische Wissen in einem Testinstrument umgesetzt werden können Die Testung der professionellen Unterrichtswahrnehmung für den inklusiven Unterricht ist bisher einzig auf einer

allgemeinpädagogischen Ebene durch Studien von Keppens, Consuegra, Goossens, De Maeyer und Vanderlinde (2019) sowie Roose et al. (2018) umgesetzt worden, allerdings nur für Facetten der positiven Lehrkraft-Schüler:innen-Interaktionen und des differenzierten Unterrichtens. Instrumente, die umfassender die Anforderungen von Diagnose und Intervention in den Blick nehmen und überfachliche und fachliche Perspektiven kombinieren, fehlen bisher.

1.4 Zielsetzungen und Arbeitshypothesen

Ziel des Projekts TEDS-IME ist die Konzeptualisierung, Messung und Förderung der professionellen Unterrichtswahrnehmung und des professionellen Wissens von (angehenden) Lehrkräften für inklusiven (Mathematik-)Unterricht. Vor diesem Hintergrund wurde als ein Schwerpunkt eine innovative Professionalisierungsmaßnahme, das heißt eine phasenübergreifende Aus- und Fortbildungssequenz, zu inklusivem Algebraunterricht in der Sekundarstufe I entwickelt. Im Fokus dieser Maßnahme stehen dabei angehende Lehrkräfte in ihrem Masterstudium, angehende Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und berufstätige Lehrkräfte. Die Professionalisierung soll hinsichtlich des Kompetenzzuwachses der (angehenden) Lehrkräfte auf seine Wirksamkeit überprüft werden, daran anknüpfend weiterentwickelt und über Universitäten und Institutionen der Lehrkräfteaus- und -fortbildung disseminiert werden.

Folgende Arbeitshypothesen liegen diesen Zielsetzungen zugrunde:

1. Die Teilnahme an der Professionalisierungsmaßnahme zu Diagnose- und Förderkompetenzen für den inklusiven Unterricht führt zu statistisch signifikanten Zuwächsen bei (angehenden) Mathematiklehrkräften in inklusionsspezifischen Kompetenzfacetten.
2. Die Effekte der Professionalisierung lassen sich auch im Vergleich zu Kontrollgruppen absichern und – auf unterschiedlichem Niveau – bei verschiedenen Erfahrungsgruppen nachweisen.
3. Bei berufstätigen Lehrkräften korreliert ihre durch die Professionalisierung erweiterte Kompetenz für inklusiven Unterricht positiv mit der von ihnen selbstberichteten Qualität inklusiven Unterrichts.

2. Vorstellung der Professionalisierungsmaßnahme

Zunächst wird kurz auf die handlungsleitenden Prinzipien für die Entwicklung der Professionalisierung ‚Algebra inklusiv unterrichten' und den Entwicklungsprozess eingegangen (Abschnitt 3.1). Auch die Darstellung des organisatorischen Rahmens (Abschnitt 3.2) und der inhaltlichen Gestaltung der Professionalisierung (Abschnitt 3.3) kann nur verkürzt erfolgen, soll aber Einblicke in zentrale Entscheidungen geben.

2.1 Entwicklungsprozess der Professionalisierung

Parallel zur Entwicklung der Kompetenztests zur Messung der situationsspezifischen Fähigkeiten der (angehenden) Lehrkräfte (Abschnitt 4) wurde mit einem interdisziplinären Team aus Mathematikdidaktik, Erziehungswissenschaft und Sonderpädagogik die Professionalisierungsmaßnahme nach den Prinzipien des *Constructive Alignments* (Biggs & Tang, 2011) entwickelt.

In der Gestaltung der Professionalisierungsmaßnahme war die Orientierung an evidenzbasierten Wirksamkeitsprinzipien für Professionalisierungsmaßnahmen handlungsleitend. Neben einer breiten Akzeptanz durch die teilnehmenden stand dabei die Wirksamkeit hinsichtlich eines Kompetenzzuwachses bei (angehenden) Lehrkräften im Fokus (Desimone, 2009). Darüber hinaus wurde angestrebt, Lernmöglichkeiten für die Teilnehmenden so zu gestalten, dass eine direkte Anwendbarkeit im Unterrichtsalltag möglich ist und sich hieraus Lernzuwächse bei den unterrichteten Schüler:innen ergeben. Im Hinblick auf die organisatorische und konzeptionelle Gestaltung der Professionalisierung wurde sich also an Prinzipien orientiert, deren Wirksamkeit sich in anderen Studien im Hinblick auf mindestens einer dieser vier Ebenen erwiesen hat (Yoon, Duncan, Wen-yu Lee, Scarloss & Shapley, 2007; Ball et al., 2008; Lipowsky & Rzejak, 2017).

In Anlehnung an den *Design-Research*-Ansatz (Gravemeijer & Cobb, 2006) wurden sowohl die Professionalisierungsmaßnahme selbst als auch zugrundeliegende Unterrichtsmaterialien in mehreren Schritten iterativ entwickelt und angepasst.

2.2 Organisatorischer Rahmen der Professionalisierung und Teilnahme

Die entwickelte Professionalisierung ist als Veranstaltungsreihe konzipiert, die insgesamt einen Umfang von 18 Zeitstunden umfasst. Anvisiert wurde eine terminliche Organisation von sechs dreistündigen Sitzungen für berufstätige Lehrkräfte und Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und zwölf eineinhalbstündigen Sitzungen für Studierende über einen Zeitraum von vier bis sechs Monaten, wodurch eine intensive Beschäftigung mit dem Thema über einen längeren Zeitraum ermöglicht werden sollte. Da viele Lerngelegenheiten der Professionalisierung einen expliziten Praxisbezug besitzen, wurden für die Gruppe der Studierenden Veranstaltungen im Rahmen des Masterstudiengangs vorgesehen, die ähnliche Bezüge aufgrund von vorhergehenden oder begleitenden Praxisphasen erlauben sollten. Nur in der Gruppe der Lehrkräfte wurden die Bezüge explizit zum Gegenstand der Fortbildung, indem zu Beginn einer Sitzung aufgefordert wurde, einen Zusammenhang zum eigenen Unterricht herzustellen und diesen zu reflektieren.

Aufgrund der hohen Bedeutung einer qualifizierten Durchführungsleitung (Borko, Koellner & Jacobs, 2014; Peters-Dasdemir, Holzäpfel, Barzel & Leuders, 2023) wurde der Auswahl, Schulung und Teamzusammensetzung von Moderator:innen ein großer Stellenwert beigemessen. Die Teilnahme der Moderator:innen, berufstätige Lehrkräfte mit Fortbildungserfahrung, an einer Schulung über 20 Stunden war ob-

ligatorisch. Zur weiteren Unterstützung wurden die Professionalisierungsmaterialien sorgsam aufbereitet und zur Verfügung gestellt und eine enge Absprache mit der Projektkoordination etabliert.

An mindestens einer Sitzung der Professionalisierungsmaßnahme ‚Algebra inklusiv unterrichten' haben insgesamt 667 Personen teilgenommen.[3] Aufgeschlüsselt nach Erfahrungsgruppen umfasste dies 212 Studierende, 241 Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und 214 berufstätige Lehrkräfte. 92.5 % der (angehenden) Lehrkräfte stammte dabei aus den Bundesländern Hamburg (45.7 %) und Nordrhein-Westfalen (46.8 %), die weiteren aus Sachsen und Bremen. Beispielsweise für das Bundesland Hamburg sind im Projekt TEDS-IME Teilnahmen im Umfang von über 3.500 Personenstunden zusammengekommen, sodass eine Person im Schnitt an etwa zwölf Fortbildungsstunden teilgenommen hat.

2.3 Inhaltliche Gestaltung der Professionalisierung

2.3.1 Strukturierung

Für die inhaltliche Strukturierung der Professionalisierungsmaßnahme wurde auf eine vom Deutschen Zentrum für Lehrkräftebildung Mathematik (DZLM) entwickelte Lernlandkarte für Lehrkräfte (Prediger, Kuhl, Büscher & Buró, 2020) zurückgegriffen, die im Hinblick auf inklusives Unterrichten in Algebra wie folgt spezifiziert wurde (Abb. 1):

- Die Aspekte des Diagnostizierens und Förderns von Lernvoraussetzungen werden als zentrale Anforderungen an Lehrkräfte unterschieden (Abschnitt 2), wobei der letztere Bereich in der vereinfachten Dichotomisierung von Fördern versus Kompensation (Umgehen) von Lernvoraussetzungen dargestellt wird. Um offenzulegen, welche zugrundliegenden Kategorien als Basis des Diagnostizierens und Förderns benutzt werden, ist die Anforderung des Identifizierens von Lernvoraussetzungen für die Zwecke der Professionalisierung expliziert worden (Ademmer & Ross, 2022).
- Unter der Rubrik ‚Pädagogische Denkkategorien' werden die von Hasselhorn und Gold (2022) unterschiedenen Lernvoraussetzungen des erfolgreichen Lernens subsumiert (Abschnitt 2).
- Der aus pädagogischer Perspektive als mathematisches Vorwissen bezeichnete Bereich wird genauer unter der Rubrik der ‚Mathematischen Denkkategorien' aufgeschlüsselt. Aus fachlicher Perspektive werden hier die für das inklusive Unterrichten als besonders relevant erachteten Teilaspekte der Anforderungsstufen, der (curricularen) Lernstufen, der Grundvorstellungen und der Darstellungsvernetzung unterschieden (Abschnitt 2).

3 Der Unterschied zu der Gruppe der getesteten Teilnehmenden liegt darin, dass Teilnehmende bei der ersten Sitzung fehlten und deswegen nicht an dem Kompetenztest teilgenommen haben.

- Als wesentlich erachtete Prinzipien und Orientierungen für guten Mathematikunterricht werden offengelegt, wobei sich in der spezifischen Auswahl im Sinne einer Komplexitätsreduktion und Vereinheitlichung auf die im bundesweiten Programm ‚Unterrichts- und Fortbildungs-Qualität in Mathematik entwickeln' (QuaMath) postulierten Begriffe (Prediger & Selter, 2024) bezogen wird.

Abbildung 1: Lernlandkarte für Lehrkräfte (adaptiert nach Prediger et al., 2020)

Die Lernlandkarte wird im Verlauf der Fortbildung sukzessiv ergänzt und erweitert, strukturiert die Lerngelegenheiten der einzelnen Sitzungen und soll damit gezielt den Aufbau von metakognitivem Wissen unterstützen. Wie diese Inhalte über die unterschiedlichen Sitzungen verteilt wurden, ist Abbildung 2 zu entnehmen. Im Weiteren soll kurz die fachliche und überfachliche Perspektive dargestellt und auf die Situierung in unterrichtsnahen Kontexten eingegangen werden.

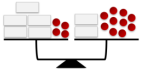
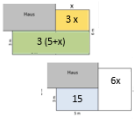
1. Sitzung	2. Sitzung	3. Sitzung	4. Sitzung	5. Sitzung	6. Sitzung
					
Prätest/ Term-umformungen	Prätest/ Term-umformungen	Äquivalenzum-formungen	Termgleich-wertigkeit	In funktionalen Zusammenhängen Terme finden	GV von Variablen unterscheiden/ Prätest
Einf. aller Grund-vorstellungen (GV), Anforderungs-stufen	GV Unbekannte, Darstellungs-vernetzung (DV), Lernstufen	GV Unbekannte, Darstellungs-vernetzung, Lernstufen	Vergleich aller GV, Allgemeine Zahl, Darstellungsver-netzung, Lernstufen	GV Veränderliche Zahl, Dar-stellungsvernet-zung, Lernstufen	Vergleich GV Veränderliche Zahl/ Unbekannte, Darstellungs-vernetzung
Einf. aller Lernvoraus-setzung (LV), LV Vorwissen	LV Vorwissen	LV Vorwissen, Arbeitsgedächtnis & Aufmerksamkeit	LV Vorwissen, Strategien & metakognitive Regulation	Rückbezug zu allen bereits eingeführten LV	LV Motivation & Selbstkonzept, Rückbezug zu allen LV

Abbildung 2: Überblick über die Veranstaltungsreihe

2.3.2 Inhaltliche Umsetzung der fachlichen Perspektive

Alle Lerngelegenheiten für (angehende) Lehrkräfte sind direkt angebunden an die für den schulischen Bildungserfolg der Lernenden relevanten Inhalte des Algebraunterrichts (Abschnitt 2). Über die unterschiedlichen besonders bedeutsamen Themenbereiche der Äquivalenzumformung, der Termgleichwertigkeit und des Aufstellens von Termen hinweg erfolgt während der Veranstaltungsreihe eine sukzessive Erweiterung im Verständnisaufbau über Grundvorstellungen von Variablen als Grundlage für alle algebraischen Konzepte in Anlehnung an die von Korntreff und Prediger (2021) entwickelte Unterscheidung.

Die gewählte Reihenfolge der Themen führt zu einem curricularem Rückwärtsgehen, was eine Haltungsänderung der Lehrkräfte gegenüber der Bedeutung von Verstehensgrundlagen und der gleichzeitigen Berücksichtigung unterschiedlicher Lernstufen unterstützen soll: Um Teilnehmende für Unterschiede bei der Aufgabendifferenzierung zu sensibilisieren und günstige Haltungen zur Bewältigung von herausfordernden Anforderungen zu erzeugen, wird in der ersten Sitzung zunächst bei dem im Mathematikunterricht dominierenden Differenzierungsansatz hinsichtlich einer technischen Komplexität von Termen der *Anforderungsstufen* (Abschnitt 2) begonnen und aufgezeigt, warum dieser insgesamt zu kurz greift. Dann wird zunächst ausführlich geklärt, was im Kern das verstehensfundierte Kalkül der Äquivalenzumformen ausmacht und wie möglichst vielen Lernenden ein Zugang über die *Vernetzung* von enaktiven, ikonischen und verbalen Darstellungen mit der *symbolischen Darstellung* ermöglicht werden kann. Danach wird thematisiert, auf welchen unterschiedlichen *Lernstufen* Lernende starten und welche unterschiedlichen Lernziele diese jeweils in dem Thema erreichen können. Die idealtypische Unterscheidung von vier verschiedenen Lernenden (Lisa, Ben, Yasar und Anna) als Symbolisierung für vier signifikante Lernstufen wird dabei als methodisches Mittel zur Komplexitätsreduktion über die ganze Professionalisierungsreihe genutzt und erlaubt ein vereinfachtes Adressieren („Die Bens in meiner Klasse …“, „Wie würdet ihr eine Anna in das Gespräch einbinden?“). Über die nachfolgenden Sitzungen hinweg werden dann die notwendigen Verstehensgrundlagen der Termgleichwertigkeit bzw. des Variablenverständnisses und hierzu wieder jeweils die zugrundeliegenden Verstehensgrundlagen hierarchisiert als signifikante Lernstufen thematisiert. Dies soll zum einen ein Verstehen darüber unterstützen, wie diese Grundlagen über die verschiedenen Schuljahre hinweg angelegt werden können, aber auch, wie diese gleichzeitig im Unterricht diagnostiziert und gefördert werden können.

2.3.3 Inhaltliche Umsetzung der überfachlichen Perspektive

Die überfachlichen Lernvoraussetzungen *Aufmerksamkeit/Arbeitsgedächtnis* und *Strategien/metakognitive Regulation* (Abschnitt 2) werden in der Mitte der Veranstaltungsreihe zunächst jeweils isoliert eingeführt und erklärt, im Wesentlichen aber aus einer fachlich-überfachlich-verbindenden Perspektive behandelt: Im Kontext der

Äquivalenzumformungen wird gemeinsam erarbeitet, wie ein Arbeitsblatt zur Sicherung des Kalküls so verändert werden kann, dass Lernende mit Schwierigkeiten in Bezug auf das Arbeitsgedächtnis nicht überfordert werden und trotzdem für sie wesentliche fachliche Verstehensaktivitäten durchführen können. Anhand einer geskripteten Videosequenz zu der Umsetzung dieser Situation im Unterricht wird dann thematisiert, wie Lernende mit Schwierigkeiten in Bezug auf Lernstrategien in die fachliche Auseinandersetzung kommen, dabei gefördert und damit länger in der Aktivität gehalten werden können. Der hierzu verwendete Strategiefächer integriert fachliche und überfachliche Aspekte und wurde gemeinsam mit Claudia Ademmer u. a. aus Vorarbeiten von Mevarech und Kramarski (1997) sowie Beer, Prediger und Hankeln (2022) entwickelt. Auch die Behandlung der Lernvoraussetzung *Motivation/Selbstkonzept* folgt diesem Ansatz und fordert von den (angehenden) Lehrkräften ein, dass sie für ein konkretes Verhalten der Lernenden beim Lösen einer Mathematikaufgabe ein motivationsförderliches Feedback formulieren (Eccles & Wigfield, 2020). In allen drei Situationen müssen die Teilnehmenden fachliche und überfachliche Kompetenzen integrativ anwenden, um diese erfolgreich zu bewältigen.

2.3.4 Situierung in unterrichtsnahe Kontexte

Alle Inhalte der Professionalisierungsreihe werden anhand von konkreten Unterrichtsmaterialien und videografierten bzw. textbasierten Unterrichtssituationen thematisiert, sodass der Verstehensaufbau bei (angehenden) Lehrkräften einerseits erleichtert und motiviert und andererseits ein späterer Transfer in den Unterricht ermöglicht wird. Die Situierung in unterrichtsnahe Kontexte, in denen Teilnehmende fachliche und überfachliche Lernvoraussetzungen identifizieren, diagnostizieren und fördern bzw. kompensieren müssen, soll dabei insbesondere einen Aufbau von situationsspezifischen Fähigkeiten der professionellen Unterrichtswahrnehmung (Abschnitt 2) unterstützen. Ein abwechslungsreicher Methodenwechsel zielt auf eine hohe Aktivität in der Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen.

3. Forschungsdesign und Erhebungsmethoden

Im Projekt TEDS-IME sind als Erfolgsindikatoren für die Wirksamkeit der Professionalisierungsmaßnahme Kompetenzzuwächse von (angehenden) Lehrkräften maßgeblich. Zur empirischen Evaluation wurden daher die professionellen Kompetenzen, genauer die professionelle Unterrichtswahrnehmung und die mathematikdidaktischen und pädagogischen Wissensbestände für den inklusiven Unterricht (Abschnitt 2), konzeptualisiert.

Im Folgenden wird das allgemeine Untersuchungsdesign (Abschnitt 4.1) und die Stichprobe (Abschnitt 4.2) dargestellt, auf die Instrumentenentwicklung eingegangen (Abschnitt 4.3) und ein kurzer Ausblick auf die Auswertung gegeben.

3.1 Studiendesign

Um Aussagen über Kompetenzwerte und -zuwächse tätigen zu können, ist als Untersuchungsdesign ein quasi-experimentelles Pre-Post-Design mit Kontrollgruppen gewählt worden (Abb. 3). Dieses ermöglicht Vergleiche zwischen (angehenden) Lehrkräften mit und ohne Intervention (Professionalisierungsmaßnahme) und die Kontrolle möglicher Erinnerungseffekte. Eine zeitversetzte Follow-Up-Testung der Interventionsgruppe soll die Nachhaltigkeit der Intervention prüfen. Das in Abbildung 3 schematisch dargestellte Design wird auf drei Zielgruppen angewendet. Begleitend zu den Instrumenten zu professioneller Unterrichtswahrnehmung und professionellem Wissen werden für die Interventionsgruppe zum Pre-Test zusätzlich demographische und berufsbiographische Daten abgefragt. Zu den weiteren Testzeitpunkten werden Befragungen zu Lerngelegenheiten sowie eine Veranstaltungsevaluation ergänzt. Nur die teilnehmenden Lehrkräfte bearbeiten regelmäßig ein Unterrichtstagebuch zur Dokumentation ihrer Unterrichtspraxis. Für die Kontrollgruppe wird auf die Testung des professionellen Wissens verzichtet, um die Testzeit zu reduzieren und die Teilnahme an der Befragung außerhalb eines Professionalisierungskontextes zu erleichtern.

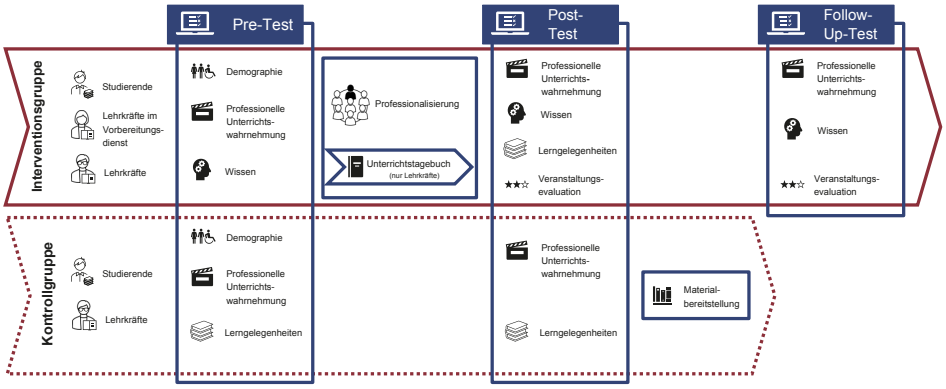


Abbildung 3: Untersuchungsdesign und Instrumente TEDS-IME

3.2 Stichprobe und Datenerhebung

Die Datenerhebung im Rahmen des Projekts TEDS-IME hat in elf Bundesländern mit einem Schwerpunkt auf Nordrhein-Westfalen (NRW) und Hamburg seit Februar 2023 stattgefunden und wird August 2024[4] beendet sein.

Bisher konnten Daten von $n = 754$ Teilnehmenden zum ersten Messzeitpunkt gesammelt werden (Stand April 2024). Diese teilen sich wie folgt auf die Kontroll- und Interventionsgruppe auf:

4 Zum Zeitpunkt der Einreichung des vorliegenden Beitrags ist die Datenerhebung im Projekt noch nicht abgeschlossen, sodass die Teilnehmendenzahlen als vorläufig zu betrachten sind.

In der Interventionsgruppe haben 598 Personen aus vier Bundesländern teilgenommen, aufgeteilt auf n = 188 Lehramtsstudierende, n = 217 Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und n = 193 berufstätige Lehrkräfte. 66.2 % der Personen ordnen sich dem weiblichen Geschlecht zu. Die Personen sind im Mittel 31.9 Jahre alt (Min = 21 Jahre, Max = 66 Jahre) mit einer durchschnittlichen Unterrichtserfahrung von 4.8 Jahren (Min = 0 Jahre, Max = 45 Jahre). In Bezug auf ihr studiertes Lehramt kommen die Personen vorwiegend aus dem gymnasialen Lehramt (39.6 %) und dem Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen (21.7 %). Im Panel, d. h. an Messzeitpunkt 1 und 2, nahmen in der Interventionsgruppe 131 Studierende, 47 Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und 123 Lehrkräfte teil.

Die Kontrollgruppe umfasst insgesamt 156 Personen aus elf Bundesländern, von diesen sind n = 77 Lehramtsstudierende, n = 9 Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und n = 70 berufstätige Lehrkräfte. Die Personen sind mit 63.9 % überwiegend weiblich und durchschnittlich 32.23 Jahre (SD = 12.07) alt mit einer Spannweite von 21 bis 65 Jahren. Die beiden am häufigsten studierten Lehramtstypen sind mit 60.0 % das Lehramt an Gymnasien und mit 22.6 % das Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen. Die bisherige Unterrichtserfahrung in Jahren liegt bei durchschnittlich 7.29 Jahren (SD = 11.23). Im Panel nahmen 55 Studierende, 7 Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst und 29 Lehrkräfte teil.

Bei beiden Gruppen handelt es sich um Gelegenheitsstichproben, da die (angehenden) Lehrkräfte sich aktiv für eine Teilnahme an der Professionalisierungsmaßnahme bzw. an der Kontrollgruppenbefragung anmeldeten.

3.3 Testinstrumente

Die Operationalisierung der Messung schließt an Vorarbeiten aus dem TEDS-Forschungsprogramm zur professionellen Kompetenz von Mathematiklehrkräften an und folgt Erweiterungen für das pädagogische Wissen bezüglich inklusiven Unterrichts und dessen Testung (Abschnitt 2).

3.3.1 Test zur Unterrichtswahrnehmung für den inklusiven (Algebra-)Unterricht

Um professionelle Unterrichtswahrnehmung für einen inklusiven (Algebra-)Unterricht testen zu können, wurde aufgrund fehlender standardisierter Instrumente die Entwicklung eines neuen Messinstruments durchgeführt (Abschnitt 2). Um situationsspezifische Kompetenzen möglichst authentisch zu testen, wurde ein videobasiertes Instrument entwickelt (Kramer, König, Strauß & Kaspar, 2020). Dieses Instrument wurde aufbauend auf dem etablierten Instrument *TEDS-FU-Video* (Kaiser et al., 2015) auf den inklusiven (Algebra-)Unterricht fokussiert.

Gemeinsam mit erfahrenen Lehrkräften wurde im interdisziplinären Team (Abschnitt 3) geskriptete Videovignetten erstellt, die typische authentische Unterrichtssituationen darstellen. Diese wurden dabei so gewählt, dass sie ein breites Spektrum

an Inhaltsbereichen der Algebra, Lernschwierigkeiten von Schüler:innen und verschiedenen Unterrichtsphasen abdecken. Anschließend wurden theoriegeleitet offene und geschlossene Items konzipiert, die das Wahrnehmen, Interpretieren oder Treffen von Entscheidungen aus einer mathematikdidaktischen oder pädagogischen Perspektive adressieren und dabei die Anforderungsbereiche des Diagnostizierens oder Förderns abdecken. Diese wurden umfassend in einem Review mit 47 wissenschaftlichen Expert:innen aus der Mathematikdidaktik, Pädagogik und Sonderpädagogik überarbeitet und bewertet. Auf Basis dieser Expert:innenreviews sowie theoretischer Überlegungen wurden umfangreiche Codiermanuale für die Datenauswertung und das *Itemscoring* erstellt.

Das finale Instrument besteht aus vier Videovignetten von jeweils 2:45 bis 4:00 Minuten Länge. In der 60-minütigen Testung bearbeiten Teilnehmende randomisiert drei der vier Vignetten (*Random-Incomplete*-Testdesign). Pro Vignette erhalten Teilnehmende zunächst Kontextinformationen zu Thema und Ziel der Stunde, der Vorbereitung der Lernenden und der Unterrichtsstruktur sowie der in der Vignette bearbeiteten Aufgabe. Im Anschluss können sie jede Vignette genau einmal ansehen, um möglichst authentisch Unterricht zu simulieren. Schlussendlich beantworten sie die offenen und Ratingskalen-Items. Insgesamt umfasst der Test 56 Aufgaben, teilweise bestehend aus mehreren Einzelitems.

3.3.2 Test zu mathematikdidaktischem und pädagogischem Wissen für den inklusiven (Algebra-)Unterricht

Da die Professionalisierungsmaßnahme den Aufbau inklusionsbezogener Wissensbestände im Kontext mit Mathematikdidaktik und spezifisch der Didaktik der Algebra einschließt, wurde ein Testteil zur Messung dieser Kompetenzfacette entwickelt. Dieser beinhaltet für inklusiven Unterricht ausgewählte und teilweise adaptierte Testitems zum mathematikdidaktischen Wissen aus Vorgängerstudien (MT21 und TEDS-M: Blömeke, Kaiser, & Lehmann, 2008; 2010) und aus Neuentwicklungen, um spezifisch das Forschungsinteresse des Projekts zu adressieren. Die insgesamt 37 Items befassen sich mit elementaren Bestandteilen der Didaktik der Algebra wie dem Variablenverständnis und entsprechenden Grundvorstellungen, allgemeinen didaktischen Themen wie der Verständnisorientierung und diversitätsbezogenen Themen wie dem Umgang mit Sprache und Sprachbildung.

Um das pädagogische Wissen für inklusiven Unterricht bei (angehenden) Mathematiklehrkräften in einem zweiten Testteil passgenau zur Professionalisierungsmaßnahme zu erfassen, wurde u. a. auf den standardisierten Wissenstest GPK-IT (König et al., 2017) zurückgegriffen, der die beiden auf das Unterrichten bezogenen Anforderungsbereiche Diagnose und Intervention umfasst. Von diesem wurden zehn Items übernommen. Diese wurden ergänzt um eine Aufgabe mit drei Items aus dem *General-pedagogical-knowledge*-Test (GPK; Blömeke et al., 2010) sowie zehn neu entwickelte Items. Insgesamt umfasst der Testteil zu pädagogischem Wissen für den inklusiven Unterricht folgende Inhaltsbereiche in Form geschlossener *Single-Choice-*

Testitems: Wissen über Lernprozesse, methodisches Wissen über Diagnose, Wissen über Klassenführung, Wissen über Strukturierung, Wissen über (Binnen-) Differenzierung/Individualisierung.

3.3.3 Unterrichtstagebuch

Mit dem Ziel, den Einsatz der in der Professionalisierungsmaßnahme erworbenen Kompetenzen im tatsächlichen Unterrichtshandeln nachverfolgen und erfassen zu können, wurde ein sogenanntes *Unterrichtstagebuch* entwickelt und eingesetzt. Die berufstätigen Lehrkräfte werden zu Beginn jeder Professionalisierungssitzung sowie im Rhythmus von jeweils zwei Wochen gebeten, verschiedene Fragen zum eigenen Mathematik-/Algebra-Unterricht der letzten Woche zu beantworten. Inhaltlich wird dabei mittels geschlossener Items sowohl auf pädagogische als auch mathematikdidaktische Aspekte eingegangen. Das Unterrichtstagebuch umfasst die drei inhaltlichen Schwerpunkte (1) Diagnose von Lernprozessen, (2) Intervention – Strukturierung und (3) Intervention – Differenzierung.

3.3.4 Lerngelegenheiten und Veranstaltungsevaluation

Hier wurde ein Kurzfragebogen eingesetzt, der die Teilnahme an vorangestellten Professionalisierungen und die Nutzung von Lerngelegenheiten während der Professionalisierungsmaßnahme abfragt. Ein analoger Fragebogen für die Kontrollgruppe fokussiert allgemein auf entsprechende Lerngelegenheiten ohne direkten Professionalisierungsbezug. In einem weiteren Teil für die Interventionsgruppe geben die Teilnehmenden Einschätzungen zum Verstehen, Anwenden und zur vertieften Integration des Gelernten im eigenen (Unterrichts-)Handeln ab und bewerten die Veranstaltungsreihe ganzheitlich, um so eine umfassende Veranstaltungsevaluation zu ermöglichen.

3.4 Ausblick Datenanalyse

Zum Zeitpunkt dieser Publikation sind die Analysen aufgrund der noch laufenden Datenerhebung nicht abgeschlossen. Der Test zur professionellen Unterrichtswahrnehmung sowie die beiden Wissenstests werden auf Basis des dichotomen Rasch-Modells innerhalb der *Item-Response-Theory* mit der Software ConQuest skaliert und hinsichtlich ihrer Dimensionalität geprüft, um so reliable Schätzer für die Personenfähigkeiten zu erhalten. Perspektivisch sind u. a. regressionsanalytische Panelanalysen und Gruppenvergleiche für die verschiedenen Aus- und Fortbildungsgruppen geplant.

4. Konklusion und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurde dargestellt, wie im Projekt TEDS-IME die Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften für einen inklusiven Algebraunterricht konzeptualisiert, gefördert und gemessen werden sollen. Das Projekt kann hiermit einen Beitrag zur Schließung der aufgezeigten Forschungslücken leisten. Auch wenn zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Beitrages die Analysen und damit die empirische Überprüfung der Instrumentenqualität und der Wirksamkeit der Professionalisierung noch nicht vollständig abgeschlossen sind, sind die dargelegten Einblicke vielversprechend.

Die Entwicklung der Professionalisierungsmaßnahme fand in enger Abstimmung von Expert:innen aus der Mathematikdidaktik, der Erziehungswissenschaft und der Sonderpädagogik und für alle drei Phasen der Lehrkräfteprofessionalisierung statt. Vor dem Hintergrund eines förderorientierten Inklusionsbegriffs werden Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen in den Blick genommen und mathematikdidaktische Konzepte wie Lern- und Anforderungsstufen um pädagogische Konzepte wie Lernstrategien und Arbeitsgedächtnis ergänzt. Die einzelnen Lerninhalte werden dabei integrativ und die überfachlichen und fachlichen Perspektiven an konkreten Unterrichtssituationen integriert betrachtet. Im Hinblick auf die Anforderungsbereiche des Diagnostizierens und Förderns ist die Ausbildung von Fähigkeiten des Wahrnehmens, der Interpretation und des Treffens von Entscheidungen dabei zentrales Ziel der Professionalisierungsmaßnahme, um die bestmögliche Förderung aller Lernenden zu ermöglichen. Ein starker Theorie-Praxis-Bezug, der durch die Arbeit an Unterrichtsmaterialien und den Einsatz von Unterrichtsvideos gestützt wird, sowie die Orientierung an empirisch gestützten Wirksamkeitskriterien für erfolgreiche Fortbildungen wurde gewählt, um dieses Ziel zu erreichen.

Die im Projekt entwickelten Messinstrumente zu professionellen Lehrkräftekompetenzen ermöglichen eine multiperspektivische Erfassung mit dispositionsbezogenen und situationsspezifisch angelegten Tests und einem spezifischen Fokus auf inklusiven (Algebra-)Unterricht. Vorläufige Analysen deuten auf reliable, valide Messinstrumente und Kompetenzzuwächse durch die Professionalisierung hin, müssen jedoch mit der finalen Strichprobe bestätigt werden. Die große Stichprobe zum ersten Messzeitpunkt und im Panel ermöglicht die komplexe Modellierung der untersuchten Kompetenzfacetten und den Einbezug von Lerngelegenheiten und weiteren Prädiktorvariablen, um umfassende Einblicke in die anfänglichen Kompetenzstände und deren Entwicklung, u. a. in unterschiedlichen Phasen der Lehrkräfteprofessionalisierung zu betrachten. In der Folge sind u. a. regressionsanalytische Betrachtungen der Professionalisierungswirksamkeit für drei Erfahrungsgruppen, profilanalytische Untersuchungen, Betrachtungen der Einflüsse von Lerngelegenheiten für Kompetenzveränderungen und Studien zur Stabilität der Professionalisierungswirkung geplant. Hierzu gehört auch die empirische Prüfung der tatsächlichen Umsetzung der Inhalte der Professionalisierungsmaßnahme in die konkrete Unterrichtspraxis, operationalisiert über das Unterrichtstagebuch der Lehrkräfte. Derzeit sprechen die hohen Teilnahmezahlen an den zeitintensiven Veranstaltungen für eine

hohe Akzeptanz der Veranstaltungsreihe, was positive Einflüsse der Professionalisierungsmaßnahme erwarten lässt.

Die vorliegenden Konzeptualisierungen und die Professionalisierungsmaßnahme sollen adaptiert über die Projektdauer von TEDS-IME hinaus fest in der Lehrkräfteaus- und -fortbildung verankert werden. Um dies institutionell abzusichern, sind innerhalb der Bildungssysteme feste Kooperationen eingegangen worden, die eine weitere Nutzung vorsehen. Dabei ist bereits eine Erweiterung auf andere mathematische Inhalte und Jahrgangsstufen vorgesehen. Intendierte Folgeprojekte sollten neben den Wirksamkeitsanalysen auf Ebene der Lehrkräftekompetenzen auch Outcomevariablen von Schüler:innen betrachten.

Literatur

Ademmer, C. & Ross, N. (2022). Bedeutung der Rekonstruktion von Verstehenselementen für das lernstufengerechte Unterrichten. In IDMI-Primar Goethe-Universität Frankfurt (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022* (S. 517–520). WTM.

Adleff, A., Ross, N., König, J. & Kaiser, G. (2023). Types of mathematical tasks in lower secondary classrooms in Germany: Statistical findings from a latent class analysis based on general mathematical competencies. *Educational Studies in Mathematics: An International Journal*, *114*(3), 371–392. https://doi.org/10.1007/s10649-023-10254-9

Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389–407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Beer, B., Prediger, S. & Hankeln, C. (2022). *Leseplan für Textaufgaben im Themenfeld Veränderliche. Sprachbildendes Unterrichtsmaterial für Klasse 7–10*. Open Educational Resources auf der Sima-Webseite: https://sima.dzlm.de/um/8-002

Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. Open University Press.

Blömeke, S., Gustafsson, J. E. & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie/Journal of Psychology*, *223*(1), 3–13. https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194

Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer – Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare – Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. Waxmann.

Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2010). *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Waxmann.

Borko, H., Koellner, K. & Jacobs, J. (2014). Examining novice teacher leaders' facilitation of mathematics professional development. *Journal of Mathematical Behavior*, *33*, 149–167. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.11.003

Brühwiler, C., Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2017). Determinanten der Schulleistung. In M. K. W. Schweer (Hrsg.), *Lehrer-Schüler-Interaktion: Inhaltsfelder, Forschungsperspektiven und methodische Zugänge* (S. 291–314). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-15083-9_13

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, *38*(3), 181–199. https://doi.org/10.3102/0013189X08331140

Deunk, M. I., Smale-Jacobse, A. E., de Boer, H., Doolaard, S. & Bosker, R. J. (2018). Effective differentiation practices: A systematic review and meta-analysis of studies on the cognitive effects of differentiation practices in primary education. *Educational Research Review*, *24*, 31–54. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.02.002

Drollinger-Vetter, B. (2011). *Verstehenselemente und strukturelle Klarheit. Fachdidaktische Qualität der Anleitung von mathematischen Verstehensprozessen im Unterricht*. Waxmann.

Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *61*(1/2), 103–131. https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z

Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, Article 101859. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859

Fetzer, M., Friedle, J., Mau, A. & Nemeth, L. (2017). Projektseminar Inklusion. In J. Leuders, T. Leuders, S. Prediger & S. Ruwisch (Hrsg.), *Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen: Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung* (S. 131–142). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16903-9_11

Fränkel, S., Dahlmanns, C., Ferencik-Lehmkuhl, D., Heuser, V., Claubmeister, C., Lee, C., Leidig, T., Melzer, C., Samawaki, A., Schröder, R. & Weck, H. (2022). Inklusive Bildung im Studium reflektieren – der Zertifikatskurs „Handlungswissen Inklusion" zur Förderung der Reflexionskompetenz an der Universität zu Köln. *QfI – Qualifizierung für Inklusion*, *4*(1). https://doi.org/10.21248/qfi.82

Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In *Educational design research*, 29–63. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203088364-12

Grosche, M. (2015). Was ist Inklusion? In P. Kuhl, P. Stanat, B. Lütje-Klose, C. Gresch, H. A. Pant & M. Prenzel (Hrsg.), *Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen* (S. 17–39). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-06604-8_1

Göransson, K. & Nilholm, C. (2014). Conceptual Diversities and Empirical Shortcomings – a Critical Analysis of Research on Inclusive Education. *European Journal of Special Needs Education*, *29*(3), 265–280. https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933545

Hasselhorn, M. & Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren.* Kohlhammer. https://doi.org/10.17433/978-3-17-039783-5

Kaiser, G., Blömeke, S., König, J., Busse, A., Döhrmann, M. & Hoth, J. (2017). Professional competencies of (prospective) mathematics teachers – cognitive versus situated approaches. *Educational Studies in Mathematics*, *94*(2), 1–22. https://doi.org/10.1007/s10649-016-9713-8

Kaiser, G., Busse, A., Hoth, J., König, J. & Blömeke, S. (2015). About the complexities of video-based assessments: Theoretical and methodological approaches to overcoming shortcomings of research on teachers' competence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(2), 369–387. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9616-7

Keppens, K., Consuegra, E., Goossens, M., De Maeyer, S. & Vanderlinde, R. (2019). Measuring pre-service teachers' professional vision of inclusive classrooms: A video-based comparative judgement instrument. *Teaching and Teacher Education*, *78*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.10.007

König, J., Bremerich-Vos, A., Buchholtz, C., Fladung, I. & Glutsch, N. (2020). Pre-service teachers' generic and subject-specific lesson-planning skills: On learning adaptive teaching during initial teacher education. *European Journal of Teacher Education, 43*(2), 131–150. https://doi.org/10.1080/02619768.2019.1679115

König, J., Gerhard, K., Melzer, C., Rühl, A.-M., Zenner, J. & Kaspar, K. (2017). Erfassung von pädagogischem Wissen für inklusiven Unterricht bei angehenden Lehrkräften: Testkonstruktion und Validierung. *Unterrichtswissenschaft*, *45*(4), 223–242.

König, J., Gerhard, K., Kaspar, K. & Melzer, C. (2019). Professionelles Wissen von Lehrkräften zur Inklusion: Überlegungen zur Modellierung und Erfassung mithilfe standardisierter Testinstrumente. *Pädagogische Rundschau*, *73*(1), 43–64. https://doi.org/10.3726/PR012019.0004

Korntreff, S. & Prediger, S. (2021). Verstehensangebote von YouTube-Erklärvideos: Konzeptualisierung und Analyse am Beispiel algebraischer Konzepte. *Journal für Mathematik-Didaktik*, *43*(2), 281–310. https://doi.org/10.1007/s13138-021-00190-7

Kramer, C., König, J., Strauß, S. & Kaspar, K. (2020). Classroom videos or transcripts? A quasi-experimental study to assess the effects of media-based learning on pre-service teachers' situation-specific skills of classroom management. *International Journal of Educational Research*, *103*. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101624

Lawrence-Brown, D. (2004). Differentiated Instruction: Inclusive Strategies for Standards-Based Learning that Benefit the Whole Class. *American Secondary Education*, *32*(3), 34–62.

Leuders, T. & Prediger, S. (2012). „Differenziert Differenzieren" – Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 35–66). Klinkhardt.

Lindmeier, C. & Lütje-Klose, B. (2015). Inklusion als Querschnittsaufgabe in der Erziehungswissenschaft. *Erziehungswissenschaft*, *26*(2), 7–16. https://doi.org/10.3224/ezw.v26i2.21065

Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2017). Fortbildungen für Lehrkräfte wirksam gestalten – Erfolgsversprechende Wege aus Sicht der empirischen Bildungsforschung. *Bildung und Erziehung, 70*(4), 379–399.

Lipowsky, F. (2014). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf, Bd. 2* (S. 511–541). Waxmann.

Lutz, S., Boschner, S. & Gebhardt, M. (2022). Data-based Decision Making (DBDM) in der inklusiven Diagnostik und Förderplanung. In M. Gebhardt, D. Scheer & M. Schurig (Hrsg.), *Handbuch der sonderpädagogischen Diagnostik. Grundlagen und Konzepte der Statusdiagnostik, Prozessdiagnostik und Förderplanung* (S. 33–42). Universitätsbibliothek Regensburg. https://doi.org/10.5283/epub.53149

Malle, G. (1993). *Didaktische Probleme der elementaren Algebra*. Vieweg + Teubner. https://doi.org/10.1007/978-3-322-89561-5

Marita, S. & Hord, C. (2017). Review of Mathematics Interventions for Secondary Students with Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, *40*(1), 29–40. https://doi.org/10.1177/0731948716657495

Melzer, C., Hillenbrand, C., Sprenger, D. & Hennemann, T. (2015). Aufgaben von Lehrkräften in inklusiven Bildungssystemen – Review internationaler Studien. *Erziehungswissenschaft*, *26*(51), 61–80. https://doi.org/10.3224/ezw.v26i2.21070

Melzer, C., Herwix, A., Ferencik-Lehmkuhl, D. & Scheer, D. (2022). Inklusion und Innovation. Potentiale eines Innovation Hub Inklusion für die Anregung und systematische Begleitung von sozialen Innovationsprozessen zur Umsetzung von Inklusion. *Kölner Online Journal für Lehrer*innenbildung*, *5*(1), 1–21. https://doi.org/10.18716/ojs/kON/2022.0.1

Mevarech, Z. R. & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, *34*, 365–394. https://doi.org/10.3102/00028312034002365

Moser-Opitz, E. (2022). Diagnostisches Handeln und didaktisches Handeln verbinden. Entwicklung eines Prozessmodells auf der Grundlage von Erkenntnissen aus der pädago-

gischen Diagnostik und der Förderdiagnostik. *Journal für Mathematik-Didaktik*, *43*(1), 205–230. https://doi.org/10.1007/s13138-022-00201-1

Peters-Dasdemir, J., Holzäpfel, L., Barzel, B. & Leuders, T. (2023). Competency Framework for the Qualification of Facilitators of Mathematics. In A. Manizade, N. Buchholtz & K. Beswick (Hrsg.), *The Evolution of Research on Teaching Mathematics: International Perspectives in the Digital Era* (S. 311–338). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31193-2_11

Piezunka, A., Schaffus, T. & Grosche, M. (2017). Vier Definitionen von schulischer Inklusion und ihr konsensueller Kern: Ergebnisse von Experteninterviews mit Inklusionsforschenden. *Unterrichtswissenschaft*, *45*(4), 207–222. https://doi.org/10.3262/UW1704207

Prediger, S. (2009). Inhaltliches Denken vor Kalkül: Ein didaktisches Prinzip zur Vorbeugung und Förderung bei Rechenschwierigkeiten. In A. Fritz & S. Schmidt (Hrsg.), *Fördernder Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I* (S. 213–234). Beltz.

Prediger, S. & Selter, C. (2024). Establish shared visions and support productive adaptations on all levels: Aims, strategies, and architecture of a nationwide implementation program. *Implementation and Replication Studies in Mathematics Education*, *4*(1), 15–49. https://doi.org/10.1163/26670127-bja10020

Prediger, S., Kuhl, J., Büscher, C. & Buró, S. (2020). Mathematik inklusiv lehren lernen: Entwicklung eines forschungsbasierten interdisziplinären Fortbildungskonzepts. *Journal für Psychologie, 27*(2), 288–312. https://doi.org/10.30820/0942-2285-2019-2-288

Prediger, S., Roesken-Winter, B. & Leuders, T. (2019). Which research can support PD facilitators? Research strategies in the three-tetrahedron model for content-related PD research. *Journal for Mathematics Teacher Education*, *22*(4), 407–425. https://doi.org/10.1007/s10857-019-09434-3

Prediger, S. & Aufschnaiter, C. (2017). Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen aus fachdidaktischer Perspektive: Fachspezifische Anforderungs- und Lernstufen berücksichtigen. In T. Bohl, J. Budde & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht* (S. 291–307). Klinkhardt.

Putnam, R. T. (1987). Structuring and adjusting content for students: A study of live and simulated tutoring of addition. *American Educational Research Journal, 24*(1), 13–48. https://doi.org/10.3102/00028312024001013

Renkl, A. (1996). Vorwissen und Schulleistung. In J. Möller & O. Köller (Hrsg.), *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung* (S. 175–190). Beltz.

Roose, I., Goossens, M., Vanderlinde, R., Vantieghem, W. & van Avermaet, P. (2018). Measuring professional vision of inclusive classrooms in secondary education through video-based comparative judgement: An expert study. *Studies in Educational Evaluation*, *56*, 71–84. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.11.007

Santagata, R., König, J., Scheiner, T., Nguyen, H., Adleff, A.-K., Yang, X. & Kaiser, G. (2021). Mathematics teacher learning to notice: A systematic review of studies of video-supported teacher education. *ZDM Mathematics Education*, *53*, 119–134. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01216-z

Sarama, J. & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203883785

Siemon, D. (2021). Learning progressions/trajectories in mathematics: Supporting reform at scale. *Australian Journal of Education*, *65*(3), 227–247. https://doi.org/10.1177/00049441211045745

Simon, M. A. (1995). Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, *26*(2), 114–145. https://doi.org/10.2307/749205

Troll, B., Besser, M., Abels, S., Ahlers, M., Greve, S., Leiss, D. & Süßenbach, J. (2019). Preparing Pre-service Teachers for Inclusive Education: Analyzing the Status Quo and Comparing the Effect of Different Types of Subject-Specific Learning Opportunities. In D. Kollosche, R. Marcone, M. Knigge, M. G. Penteado & O. Skovsmose (Hrsg.), *Inclusive*

Mathematics Education. State-of-the-Art Research from Brazil and Germany (S. 537–559). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11518-0_31

United Nations General Assembly (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. https://documents.un.org/doc/undoc/ltd/n06/638/54/pdf/n0663854.pdf?OpenElement [08.05.2024].

vom Hofe, R. (1995). *Grundvorstellungen mathematischer Inhalte*. Spektrum.

Weyers, J., König, J., Santagata, R., Scheiner, T. & Kaiser, G. (2023). Measuring teacher noticing: A scoping review of standardized instruments. *Teaching and Teacher Education*, *122*. https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103970

Yoon, K. S., Duncan, T., Wen-yu Lee, S., Scarloss, B. & Shapley, K. (2007). Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement. *Regional Educational Laboratory Southwest*, 033.