

# Wirkung von Lehrerfortbildungen auf Überzeugungen von Lehrkräften zu lernförderlichem Assessment im Fach Mathematik

MICHAEL BESSER, LÜNEBURG; DOMINIK LEISS, LÜNEBURG & BIRGIT SCHÜTZE, MÜNSTER

**Zusammenfassung:** Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Mathematik werden als kritisches Moment bei der erfolgreichen Gestaltung und Durchführung von Mathematikunterricht angesehen. Im Kontext vielfältiger empirischer Studien wird der Einfluss derartiger Überzeugungen als Facette der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften auf die Qualität von Mathematikunterricht in den letzten Jahren vertiefend untersucht und diskutiert. Weitestgehend unklar erscheint in diesem Zusammenhang, inwieweit sich Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen (von Mathematik) gezielt verändern lassen. Im Rahmen des DFG-Projekts Co<sup>2</sup>CA sind daher Lehrerfortbildungen zu (1) formativem Assessment am Beispiel mathematischen Modellierens (N = 30; Untersuchungsbedingung A; UB A) bzw. zu (2) Grundideen mathematischen Modellierens und Problemlösens (N = 37; Untersuchungsbedingung B; UB B) über einen Zeitraum von insgesamt 10 Wochen wissenschaftlich begleitet und evaluiert worden. In diesem Kontext wurden neben einer Erfassung des fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte zu lernförderlichem Assessment im kompetenzorientierten Mathematikunterricht auch die Überzeugungen der teilnehmenden Lehrkräfte zu formativem und summativem Assessment im Mathematikunterricht in beiden Untersuchungsbedingungen zu mehreren Zeitpunkten erhoben. Längsschnittliche und querschnittliche Analysen zur Wirkung der Fortbildungen lassen deutlich werden: Während Lehrkräfte aus UB A am Ende der Fortbildungen über ein signifikant höheres fachdidaktisches Wissen zu lernförderlichem Assessment im Mathematikunterricht verfügen als Lehrkräfte aus UB B, verändern sich Überzeugungen der Lehrkräfte aus UB A zu lernförderlichem Assessment nicht. Und auch im Vergleich zu Lehrkräften aus UB B (als Kontrollgruppe verstanden) werden nur geringe Unterschiede bzgl. Überzeugungen zu lernförderlichem Assessment deutlich.

**Abstract:** Teachers' beliefs about teaching and learning of mathematics are said to be crucial if thinking about supporting students' learning at school. That's why several empirical studies discuss the influence of teachers' beliefs as a part of teachers' competence on the quality of teaching mathematics within the last years. Nevertheless, it's known little about how teachers' beliefs about teaching and learning (mathematics) can be

changed successfully. Therefore, within a teacher training study as part of the research-project Co<sup>2</sup>CA the effect of teacher trainings on teachers' beliefs has been observed empirically. Over a period of overall 10 weeks N = 30 mathematics teachers took part in teacher trainings dealing with formative assessment if teaching mathematical modelling (experimental group A; EG A). Another N= 37 teachers participated in teacher trainings dealing with general didactical ideas concerning mathematical modelling and mathematical problem solving (experimental group B; EG B). Next to assessing teachers' pedagogical content knowledge about central ideas of formative assessment (PCK-FA) teachers' beliefs about formative and summative assessment have been asked for several times. Analyzing the influence of these teacher trainings on teachers' pedagogical content knowledge and teachers' beliefs it can be pointed out: While teachers out of EG A outperform their counterparts out of EG B within the PCK-FA-test at the end of the teacher trainings, teachers' beliefs about assessment in classroom within EG A do not change within 10 weeks of teacher training. Furthermore, discussing teachers' beliefs by comparing teachers out of EG A with teachers out of EG B, only little differences in teachers' beliefs about assessment in classroom do exist.

## 1. THEORIE

### 1.1 Professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften als Bedingungsfaktor für schulische Lehr-Lern-Prozesse

Seit mehr als einem Jahrhundert beschäftigt sich die empirische Lehr-Lern-Forschung mit der Person der Lehrkraft als Bedingungsfaktor für erfolgreiches Lehren und Lernen (Weinert, 1996). Abhängig vom jeweiligen Forschungsansatz stand dabei mal die Persönlichkeit des Lehrers selbst, mal dessen konkretes Lehrerhandeln, mal das spezifische Wissen und Können bzw. die professionelle Handlungskompetenz der Lehrkraft im Fokus pädagogisch-psychologischer sowie fachdidaktischer Forschung (siehe u. a. Krauss & Bruckmaier, 2014; Mayr, 2014; Weinert, 1996). So wurde vor allem die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts von dem Bestreben dominiert, „typische Eigenschaften der positiven Lehrerpersönlichkeit“ (Köller, 2008, S. 212) aufzuzeigen, welche „Unterschiede des pädagogischen

Einflusses – also ‚Lehrerfolg‘ – erklären und vorhersagen sollten“ (Bromme, Rheinberg, Mindel, Winteler, & Weidenmann, 2006, S. 299). Erfolgreiches Lehrerhandeln allein durch derartige Persönlichkeitsmerkmale zu charakterisieren, gelang jedoch nicht (Bromme u. a., 2006). Im Kontext behavioristischer und konstruktivistischer Lerntheorien erfolgte ab Mitte des 20. Jahrhunderts somit vermehrt eine Auseinandersetzung mit konkretem Lehrerhandeln als Ausgangspunkt für eine Diskussion von Lehrermerkmalen und der Qualität von Unterricht. Auch hier konnten jedoch scheinbar „simple Annahmen über einen simplen Zusammenhang“ (Weinert, 1996, S. 225) keineswegs kontextfrei generalisiert werden. Gegen Ende des zwanzigsten Jahrhunderts wendete man sich daher ergänzend einer theoretischen wie empirischen Reflexion über den Einfluss des spezifischen Wissens und Könnens von Lehrkräften (Shulman, 1986, 1987) bzw. – umfassender verstanden – des Einflusses professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften auf eine erfolgreiche Initiierung von Lehr-Lern-Prozessen zu (Baumert & Kunter, 2006, 2013; Blömeke, Gustafsson, & Shavelson, 2015). Aufbauend auf einer professionsspezifischen Anforderungsanalyse (Bromme, 1992) sowie einhergehend mit einem breiten Kompetenzverständnis als Grundlage erfolgreicher Professionalisierung (Epstein & Hundert, 2002; Klieme, Hartig, & Rauch, 2008; Weinert, 2001) wurde dabei vor allem die Bedeutung von Wissen und Können, Motivation, Selbstregulation und Überzeugungen von Lehrkräften für schulisches Lehren und Lernen diskutiert (für einen aktuellen Übersichtsartikel siehe insbesondere: Kunter u. a., 2013).

## **1.2 Epistemologische Überzeugungen und Überzeugungen zum Lehren und Lernen als spezifische Facette professioneller Handlungskompetenz: Theoretische Überlegungen und empirische Erkenntnisse**

Als spezifische Facette professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften verstanden erfolgte im Kontext empirischer Lehr-Lern-Forschung eine mehrere Jahrzehnte überdauernde, tiefgehende Auseinandersetzung mit der Rolle von Überzeugungen von Lehrkräften für schulisches Lehren und Lernen (für Übersichtsartikel siehe u. a. Calderhead, 1996; Ernest, 1989; Pajares, 1992; Philipp, 2007; Richardson, 1996; Thompson, 1992). Dabei ist oftmals keineswegs unmittelbar klar, was unter „Überzeugungen“ konkret zu verstehen ist. So geht dieser Begriff in vielen Arbeiten einher mit Begriffen wie „values, attitudes, judgments, opinions, ideologies, perceptions, conceptions ...“ (Calderhead, 1996, S. 719).

Insbesondere in Anlehnung an Pajares (1992) und Richardson (1996) können unter Überzeugungen jedoch „überdauernde Vorstellungen oder Hypothesen [...], also die subjektiven Meinungen und Annahmen einer Person über ein bestimmtes Objekt“ (Dubberke, Kunter, McElvany, Brunner, & Baumert, 2008, S. 194), verstanden werden. Aufbauend auf diesem Begriffsverständnis lassen sich mit Blick auf erfolgreiches Lehren und Lernen in der Schule aus theoretischer Sicht insbesondere epistemologische Überzeugungen von Lehrkräften sowie Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen unterscheiden und deren Wirkung auf den Unterricht empirisch untersuchen (Pajares, 1992; Woolfolk Hoy, Davis, & Pape, 2006). Dabei ist Ausgangspunkt derartiger Diskussionen stets die Annahme, dass diese Überzeugungen als Facetten professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften „die Art der Begegnung mit Schülerinnen und Schülern im Unterricht vorstrukturieren und somit die Wahrnehmung, die Zielvorstellungen und die damit verbundenen Handlungspläne beeinflussen“ (Dubberke u. a., 2008, S. 194). So konnten in quantitativen Studien mit 155 Mathematiklehrkräften (Dubberke u. a., 2008) bzw. mit 194 Mathematiklehrkräften (Kunter u. a., 2013) positive Effekte konstruktivistischer Überzeugungen auf die Instruktionsqualität von Mathematikunterricht nachgewiesen werden. Und Stipek, Givvin, Salmon, & MacGyvers (2001) sowie van der Schaaf, Stokking, & Verloop (2008) zeigten, dass sich Überzeugungen von (Mathematik) Lehrkräften in der durch Schülerinnen und Schüler wahrgenommenen Unterrichtsgestaltung widerspiegeln. Staub & Stern (2002) arbeiteten hierüber hinaus sogar direkte Effekte konstruktivistischer Überzeugungen von Mathematiklehrkräften auf Schülerleistungen im Mathematikunterricht heraus. Allerdings lassen sich auch gegenteilige Befunde in der Forschungsliteratur finden. So zeigten etwa Leuchter, Pauli, Reusser, & Lipowsky (2006) unter Rückgriff auf eine Stichprobe von 20 Mathematiklehrkräften, dass Mathematiklehrkräfte in Deutschland (im Vergleich zu Lehrkräften in der Schweiz) zwar über sehr ausgeprägte konstruktivistische Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik verfügen, dass eine Realisierung dieser Überzeugungen im Unterricht jedoch keineswegs gelingen muss. Trotz somit nicht durchgehend einheitlicher Befunde legen vielfältige empirische Arbeiten dennoch einen Einfluss von Überzeugungen von (Mathematik-)Lehrkräften auf das Gelingen schulischer Lehr-Lern-Prozesse nahe (für weitere Arbeiten siehe u. a. Leder, Pehkonen, & Törner, 2002; Schoenfeld, 2000; Thompson, 1984).

### 1.3 Überzeugungen zu lernförderlichem Assessment als zentrales Element von Unterricht

Überzeugungen von Lehrkräften als Bedingungsfaktor für die Gestaltung und das Gelingen von Unterricht zu diskutieren, impliziert zunächst unmittelbar die Notwendigkeit einer theoretischen Auseinandersetzung damit, was eigentlich unter dem „Wesen eines Faches“ (epistemologische Überzeugungen) zu verstehen ist bzw. wie Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern bestmöglich initiiert und unterstützt werden können (Überzeugungen zum Lehren und Lernen). Mit exemplarischem Blick auf Überzeugungen zum Lehren und Lernen sei dies hier am Beispiel der Idee einer möglichst lernförderlichen Erfassung und Rückmeldung von Schülerleistungen als zentrales Moment von Unterricht (vgl. u. a. Helmke, 2009) verdeutlicht: Sowohl in Form von Klassenarbeiten als auch innerhalb nationaler wie internationaler Vergleichsstudien (PISA, TIMSS) findet Leistungserfassung und Leistungsrückmeldung im Unterricht oftmals allein einmalig am Ende einer Lerneinheit statt. Derart verstandenes „summatives Assessment“, welches den aktuellen Leistungsstand zusammenfasst und diesen in der Regel allein sozial-vergleichend durch Noten rückmeldet, ist dabei jedoch „passive and does not normally have immediate impact on learning“ (Sadler, 1989, S. 120). Vielfältige empirische Studien zeigen hingegen auf, dass Leistungserfassung und Leistungsrückmeldung insbesondere dann lernförderliche Effekte bei Schülerinnen und Schülern aufweist, wenn diese von Leistungssituationen getrennt stattfindet, den Unterricht in kurzen Abständen begleitet und hierdurch „wie selbstverständlich“ neue Einsichten formt (Baker, 2007; Black & William, 2009; Koretz, 2008; Shepard, 2000). Insbesondere die Bereitstellung lernförderlichen Feedbacks, welches auf eine Aufgaben- und Verarbeitungsebene (und nicht auf eine Selbstebene) referiert und von Noten losgelöst informierenden und keineswegs kontrollierenden Charakter aufweist, ist dabei als zentrales Element derart konzipierten „formativen Assessments“ anzusehen (Bangert-Drowns, Kulik, Kulik, & Morgan, 1991; Hattie & Timperley, 2007; Kluger & DeNisi, 1996). Eine erfolgreiche Umsetzung formativen Assessments im Unterrichtskontext impliziert hierbei unweigerlich eine Adaption des Lehr-Lern-Prozesses an den Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler (Maier, 2010) und gilt als vielleicht wichtigstes Gestaltungsmerkmal zur erfolgreichen Beeinflussung schulischen Lehrens und Lernens (Hattie, 2011). Mit Blick auf eine Diskussion der Wirkung von Überzeugungen von Lehrkräften auf die Qualität von (Mathematik-) Unterricht kann daher postuliert werden: Lehrkräften sollte die

Bedeutung lernförderlichen Assessments für eine erfolgreiche Unterstützung schulischen Lernens bewusst sein – oder anders: Lehrkräfte sollten über möglichst ausgeprägte Überzeugungen bzgl. des lernförderlichen Potentials formativen Assessments und hiermit einhergehend über eher geringe Überzeugungen bzgl. des (nur bedingt) lernförderlichen Potentials summativen Assessments für das Lehren und Lernen in der Schule verfügen.

### 1.4 Professional Development von Lehrkräften: Lehrerfortbildungen als Möglichkeit der Entwicklung professioneller Handlungskompetenz

Im Kontext einer Auseinandersetzung mit professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften für das Gelingen von Unterricht im Allgemeinen sowie mit Überzeugungen von Lehrkräften im Speziellen ist trotz vielfältiger empirischer Befunde weitestgehend unklar, wie Lehrkräfte im Schuldienst bei Entwicklung und Aufbau einzelner Facetten professioneller Handlungskompetenz gezielt unterstützt werden können (Baumert u. a., 2010). So stellt insbesondere auch die zugespitzte Frage, inwieweit sich Überzeugungen von Lehrkräften im Schuldienst gezielt verändern lassen und welche Rolle hierbei Lehrerfortbildungen als elementarer Bestandteil von „professional development“ von Lehrkräften einnehmen (können), ein Forschungsdesiderat empirischer Lehr-Lern-Forschung dar (Philipp, 2007). Zwar diskutieren insbesondere die Arbeiten von Desimone (2009), Garet u. a. (2001) sowie Lipowsky (2014) Möglichkeiten einer erfolgreichen Umsetzung von Lehrerfortbildungen mit Blick auf Aufbau und Entwicklung professioneller Handlungskompetenz – auch diese Arbeiten können jedoch allein notwendige, keineswegs hinreichenden Gestaltungselemente (oder: „core features“) zur Durchführung von Fortbildungen aufzeigen. So hängt der Erfolg von Lehrerfortbildungen in erheblichem Maße von folgenden „core features“ ab:

- 1) Konkretes Arbeiten mit fachspezifischen Inhalten und Diskussion von Möglichkeiten des Lehrens und Lernens dieser Inhalte („content focus“).
- 2) Aktives Arbeiten und Lernen der Fortbildungsteilnehmer („active learning“).
- 3) Fortbildungsdauer von mindestens 20 Stunden, verteilt über mehrere Tage/ Wochen („duration“).
- 4) Gemeinschaftliches, nicht individuelles Arbeiten und Lernen („collective participation“).

- 5) Anknüpfen der Fortbildungen an Wissen und Können sowie bestehenden Überzeugungen („coherence“).

Aufbauend auf diesen „core features“ ist die Entwicklung und Implementation von Fortbildungen sowie deren wissenschaftliche Untersuchung bzgl. der Wirksamkeit auf Aspekte professioneller Handlungskompetenz als eine zentrale Herausforderung empirischer Lehr-Lern-Forschung anzusehen. Denn trotz „hoher Aktivitäten bei der Durchführung und Gestaltung von Lehrerfortbildungen in allen 16 Ländern der Bundesrepublik Deutschland wissen wir wenig über die Wirksamkeit der Angebote“ (Köller, 2012, S. 11). So greifen aktuelle Ansätze (insbesondere auch mit spezifischem Bezug auf das Fach Mathematik) diese Ideen auf und zeigen erste vielversprechende Ergebnisse zu Möglichkeiten einer gezielten Unterstützung bei der Entwicklung professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften auf (Rösken-Winter, Hoyles, & Blömeke, 2015). Und mit spezifischem Blick auf die Wirkung von Fortbildungen auf Überzeugungen von Lehrkräften kann – insbesondere im Einklang mit den aufgezeigten Gestaltungselementen „content focus“ und „active learning“ – erhofft werden:

Change in teachers' beliefs may not lead to change in their practice, or vice versa, but I conjecture that the most lasting change will result from professional development experiences that provide teachers with opportunities to coordinate incremental change in beliefs with corresponding change in practice (Philipp, 2007, S. 281).

### **1.5 Lehrerfortbildungen zur Entwicklung ausgewählter Aspekte professioneller Handlungskompetenz von Mathematiklehrkräften**

Einhergehend mit Überlegungen zur Bedeutung professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften für das Gelingen von Unterricht sowie aufbauend auf dem aufgezeigten Forschungsdesiderat zu Fragen nach Möglichkeiten des Aufbaus bzw. der Entwicklung spezifischer Facetten dieser Handlungskompetenz durch Lehrerfortbildungen untersucht das durch die DFG geförderte Forschungsprojekt Co<sup>2</sup>CA im Rahmen einer Lehrerfortbildungsstudie die Wirkung von Lehrerfortbildungen auf Expertise und Überzeugungen von Mathematiklehrkräften. Dabei konnten bisherige Arbeiten im Rahmen des Forschungsprojekts aufzeigen, dass an „core features“ zur Gestaltung von Fortbildungsangeboten orientierte Lehrerfortbildungen nachweislich zum Aufbau mathematikdidaktischen Wissens beitragen (siehe hierzu Besser, Leiss, & Blum, 2015; Besser, Leiss, & Klieme, 2015). Inwieweit dieser Zuwachs an fachdidaktischer Expertise je-

doch mit einer Veränderung von Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lehren und Lernen einhergeht, ist keineswegs klar. Zwar zeigten empirische Studien einen Zusammenhang von fachdidaktischem Wissen und Überzeugungen von Lehrkräften auf (Kunter u. a., 2013), inwieweit sich dieser Zusammenhang jedoch auch in der professionellen Entwicklung von Lehrkräften widerspiegelt, muss als offene Frage verstanden werden. Im vorliegenden Artikel soll daher in einem explorativen Ansatz konkret der folgenden, übergeordneten Forschungsfrage nachgegangen werden (für detaillierte Ausformulierungen siehe weiter unten): Inwieweit wirken sich Lehrerfortbildungen zu formativem Assessment am Beispiel mathematischen Modellierens – welche nachweislich einen Effekt auf die Ausbildung mathematikdidaktischer Expertise haben – auf Überzeugungen von Lehrkräften zu lernförderlichem Assessment im Fach Mathematik aus?

## **2. METHODE**

### **2.1 Design**

Im Rahmen einer Lehrerfortbildungsstudie des Forschungsprojekts Co<sup>2</sup>CA haben im Jahr 2013 insgesamt N = 67 Mathematiklehrkräfte (N = 44 weiblich, N = 23 männlich) an wissenschaftlich begleiteten und evaluierten Lehrerfortbildungen teilgenommen. Die Fortbildungen wurden im Vorfeld durch die Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen als derartige Fortbildungsangebote im Auftrag des Forschungsprojekts ausgeschrieben. Sämtliche an den Fortbildungen teilnehmende Lehrkräfte unterrichteten in Haupt- und Realschulen im Bundesland Bayern das Fach Mathematik. 64 teilnehmende Lehrkräfte haben dieses Fach studiert, 3 Lehrkräfte unterrichteten das Fach Mathematik fachfremd. Die Teilnahme an den Fortbildungen erfolgte freiwillig, die Lehrkräfte haben sich nach Interesse für eine von zwei sich inhaltlich unterscheidenden Fortbildungslehrgängen eingeschrieben. So haben N = 30 Lehrkräfte an Fortbildungen zu Möglichkeiten einer Implementation zentraler Ideen formativen Assessments in einen kompetenzorientierten Mathematikunterricht am Beispiel mathematischen Modellierens teilgenommen (im Folgenden: Untersuchungsbedingung A; UB A; N = 22 weiblich, N = 8 männlich). Weitere N = 37 Lehrkräfte haben an Fortbildungen zu grundlegenden, allgemein-didaktischen Fragen der Umsetzung eines kompetenzorientierten Mathematikunterrichts am Beispiel mathematischen Modellierens und Problemlösens teilgenommen (im Folgenden: Untersuchungsbedingung B; UB B; N = 22 weiblich, N = 15 männlich). Organisatorische Rahmenbedingungen implizierten eine maximale Gruppengröße von 20

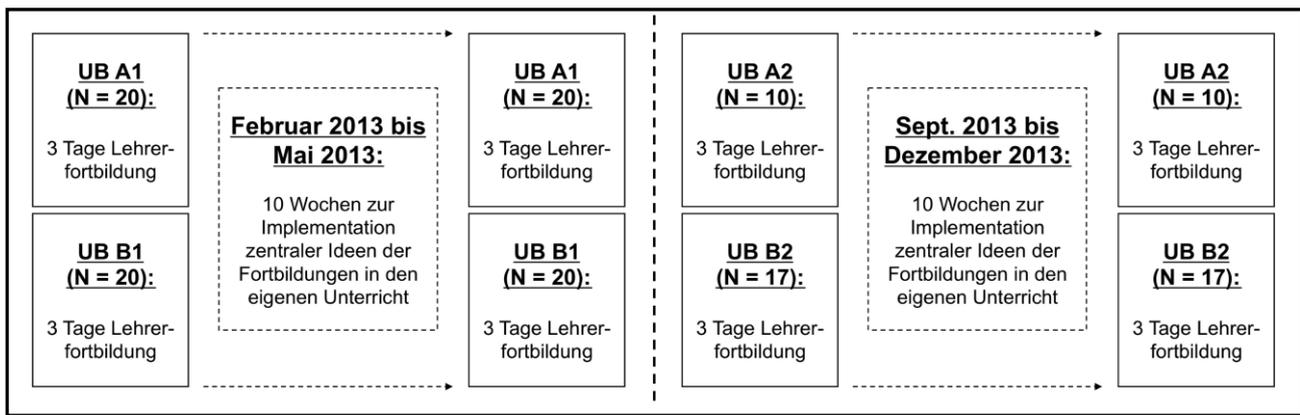


Abb. 1: Design der Lehrerfortbildungsstudie

Lehrkräften pro Fortbildungsveranstaltung. Beide Fortbildungslehrgänge wurden daher in zwei „Untergruppen“ unterteilt (UB A1 und UB A2 bzw. UB B1 und UB B2). Die Fortbildungen von UB A1 und UB B1 fanden im ersten Halbjahr 2013, die Fortbildungen von UB A2 und UB B2 im zweiten Halbjahr 2013 statt. Innerhalb dieser Untergruppen (also innerhalb von UB A1 und UB A2 bzw. innerhalb UB B1 und UB B2) wurden Dauer, Struktur und Inhalte der Fortbildungen jedoch konstant gehalten. Auch erfolgten sämtliche Fortbildungen aller vier Gruppen durch dieselben beiden Fortbildungsleiter (siehe zum Design auch Abbildung 1).

## 2.2 Inhaltliche Gestaltung der Fortbildungen

Auf inhaltlicher Ebene grenzten sich die Fortbildungen der beiden Bedingungen UB A und UB B deutlich voneinander ab (siehe im Detail auch Besser, Leiss, & Blum, 2015; Besser, Leiss, & Klieme, 2015). So bildeten innerhalb von UB A Fragen nach einer möglichst lernförderlichen Gestaltung und Umsetzung von Assessment (Black & William, 2009; Hattie & Timperley, 2007; Maier, 2010) im kompetenzorientierten Mathematikunterricht den Kern inhaltlicher Auseinandersetzungen. Am Beispiel mathematischen Modellierens (für zentrale Arbeiten zum Modellieren siehe u. a. Blum, Galbraith, Henn, & Niss, 2007; Burkhardt, 2006; Kaiser, 1995; Maaß, 2006) erfolgte dabei eine Auseinandersetzung mit bzw. eine Erarbeitung von folgenden allgemein-pädagogischen sowie mathematikdidaktischen Inhalten:

- Pädagogisch-psychologische Überlegungen zu Leistungsdiagnose und Leistungsrückmeldung in der Schule mit spezifischem Fokus auf: Möglichkeiten und Grenzen formativen und summativen Assessments; Funktionen und Ebenen des Diagnostizierens und Rückmeldens im Unter-

richt; lernförderliche Gestaltung von Feedback als zentrales Element formativen Assessments.

- Mathematikdidaktische Überlegungen zur Umsetzung formativen Assessments im Mathematikunterricht am Beispiel mathematischen Modellierens mit spezifischem Fokus auf: kognitive Analyse schriftlicher und mündlicher Schülerlösungsprozessen bei Modellierungsaufgaben (in Unterrichtssituationen); Erfassung von Schüler-schwierigkeiten beim mathematischen Modellieren; Bereitstellung von den Lernprozess unterstützenden schriftlichen und mündlichen Feedbacks zu individuellen Bearbeitungsprozessen von Schülern beim mathematischen Modellieren.
- Implementation formativen Assessments am Beispiel mathematischen Modellierens in den Unterricht mit spezifischem Fokus auf: Entwicklung und Einsatz diagnostisch reichhaltiger Modellierungsaufgaben; hiermit einhergehend Diagnose sowie individuelle, schriftliche und lernförderliche Rückmeldung von Schülerleistungen im Unterricht unter Rückgriff auf entwickelte Aufgaben.

Zentrales Element der Fortbildungen in UB A stellte somit eine Diskussion lernförderlichen Assessments auf der Grundlage pädagogisch-psychologischer Überlegungen spezifischer Facetten des Lehrens und Lernens und eine hierauf aufbauende Diagnose kognitiver Prozesse sowie die Bereitstellung lernförderlichen Feedbacks dar – erarbeitet, vertieft und angewendet an einer exemplarisch ausgewählten, prozessbezogenen mathematischen Kompetenz (Modellieren). Im deutlichen Kontrast hierzu bildete eine Diskussion grundlegender mathematikdidaktischer Ideen zur erfolgreichen Umsetzung eines kompetenzorientierten Mathematikunterrichts in der Schule das entscheidende inhaltliche Moment der Fortbildungen in UB B. So standen hier allgemein-fachdidaktische Überlegungen zum mathematischen

Modellieren und Problemlösen (Bruder & Collet, 2011; Heinze, 2007; Pehkonen, 2004; Reiss & Törner, 2007; Schoenfeld, 1992) im inhaltlichen Fokus – ohne dabei Aspekte lernförderlichen Assessments im Allgemeinen sowie Möglichkeiten der Diagnose kognitiver Prozesse und einer lernförderlichen Nutzung derartiger Diagnoseprozesse zu thematisieren. Konkret wurden folgende Fortbildungsinhalte erarbeitet:

- Zentrale Ideen zum mathematischen Problemlösen mit spezifischem Fokus auf: (Theoretische) Überlegungen zum mathematischen Problemlösen in Anlehnung an deutsche Bildungsstandards; heuristische Strategien und Hilfsmittel beim mathematischen Problemlösen; Analyse und gezielte Veränderung von Problemlöseaufgaben (in Schulbüchern).
- Zentrale Ideen zum mathematischen Modellieren mit spezifischem Fokus auf: (Theoretische) Überlegungen zum mathematischen Modellieren in Anlehnung an deutsche Bildungsstandards; deskriptive und normative Modellbildung beim mathematischen Modellieren; Analyse und gezielte Veränderung von Modellierungsaufgaben (in Schulbüchern).
- Implementation von Problemlöseaufgaben und Modellierungsaufgaben in den Unterricht mit spezifischem Fokus auf: Entwicklung und Einsatz von mittels heuristischer Strategien/ Hilfsmittel zu bearbeitender Aufgaben bzw. von Aufgaben zur normativen/ deskriptiven Modellbildung; hiermit einhergehend Einsatz und Erprobung dieser Aufgaben im Unterricht.

Entscheidend bei einer inhaltlich vergleichenden Betrachtung beider Fortbildungsangebote ist somit – insbesondere auch mit Blick auf die zu diskutierende Forschungsfrage – die Tatsache, dass sich UB A und UB B bzgl. der thematischen Auseinandersetzung mit Assessment im Unterricht deutlich unterscheiden. So fokussiert UB A explizit zentrale Ideen lernförderlichen Assessments (vor allem: formativ vs. summativ) sowohl auf allgemein pädagogisch-psychologischer Ebene als auch am Beispiel einer prozessbezogenen mathematischen Kompetenz (mathematisches Modellieren). UB B diskutiert hingegen vielmehr grundlegende fachdidaktische Konzepte zweier prozessbezogener mathematischer Kompetenzen (mathematisches Problemlösen und mathematisches Modellieren), fokussiert hierbei bewusst auf Analyse und Veränderung von Aufgaben und klammert explizit Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern und somit Assessment als solches aus.

### 2.3 Didaktische Gestaltung der Fortbildungen

Unabhängig vom eigentlichen Fortbildungsinhalt der jeweiligen Untersuchungsbedingung orientiert sich eine Umsetzung dieser Inhalte jedoch konkret an den als notwendige Bedingungsfaktoren für eine erfolgreiche Umsetzung von Lehrerfortbildungen aufgezeigten „core features“ (Desimone, 2009; Garet u. a., 2001; Lipowsky, 2004). So bildet eine Auseinandersetzung mit Unterrichtsmaterialien der teilnehmenden Lehrkräfte, mit kompetenzorientierten (Schulbuch-) Aufgaben für den Mathematikunterricht sowie mit konkreten, authentischen (videografierten) Unterrichtssituationen den zentralen inhaltlichen Kern der Fortbildungen beider Bedingungen. Ein unmittelbar fachlicher Bezug zur Schulmathematik der Mittelstufe wird hierdurch hergestellt und gewährleistet (*content focus*). Eine Diskussion dieser Inhalte erfolgt innerhalb (jahrgangsspezifischer) Kleingruppenarbeiten durch die teilnehmenden Lehrkräfte. Durch einen gemeinsamen Austausch aller Fortbildungsteilnehmer, durch Übungsphasen, durch das Erarbeiten eigener Unterrichtsmaterialien sowie durch die Durchführung und kritische Reflexion eigenen Unterrichts im Rahmen der Umsetzung von Fortbildungsinhalten in den eigenen Unterricht werden vielfältige Möglichkeiten einer aktiven Auseinandersetzung (*active learning*) sowie einer gemeinschaftlichen Zusammenarbeit geschaffen bzw. angeboten (*collective participation*). Durch bewusst mehrtägig konzipierte Fortbildungsblöcke zu Beginn und Ende der Fortbildungen (jeweils zweimal drei Tage am Stück; insgesamt sechs Tage Fortbildung) sowie eine zehnwöchige Phase der Implementation zentraler Ideen der Fortbildungen in den eigenen Mathematikunterricht wird unmittelbar eine mehrwöchige, theoretische wie praktische Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten impliziert. Dieser Idee wird zusätzlich durch die Begleitung der 10-wöchigen Implementationsphase durch eine Online-Lernplattform, welche einen gedanklichen wie inhaltlichen Austausch der Lehrkräfte untereinander ermöglichte, Rechnung getragen (*duration*). Das Anknüpfen der Fortbildungen an Wissen und Können sowie Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lehren und Lernen wird durch das tiefgehende Aufgreifen konkreter Lehrerfahrungen der Lehrkräfte innerhalb der Implementationsphase im Verlauf des zweiten Dreitageblocks gewährleistet (*coherence*).

### 2.4 Instrumente

Neben allgemein-fachdidaktischem sowie speziell fortbildungssensitivem Wissen und Können (siehe hierzu im Detail Besser, Leiss, & Blum, 2015; Besser, Leiss, & Klieme, 2015) wurden zu Zwecken der

---

### Überzeugungen der Lehrkräfte zu summativem Assessment im Mathematikunterricht (ÜZ-S):

Ich denke, dass eine gute Lehrkraft die Leistungen ihrer Schüler(innen) erfasst, um ...

- ... abschließend die Qualität und Quantität ihrer Matheleistung zu beurteilen.
- ... den Schüler(inne)n nach Abschluss der Unterrichtseinheit Noten für ihre Leistungen in Mathematik zu geben.
- ... zu bestimmen, in welchem Maß erwünschte Leistungsergebnisse erzielt wurden.
- ... die Lernergebnisse ihrer Schüler(innen) beim Austausch mit bestimmten Zielgruppen (wie Eltern, andere Lehrkräfte, Schulleiter(innen)) darstellen zu können.
- ... festzustellen, wie gut die Leistungen eines Schülers/ einer Schülerin im Vergleich zur Leistung anderer Schüler(innen) ist.
- ... den Lernstand der Schüler(innen) zu einem bestimmten Zeitpunkt zusammenzufassen.

### Überzeugungen der Lehrkräfte zu formativem Assessment im Mathematikunterricht (ÜZ-F):

Ich denke, dass eine gute Lehrkraft die Leistungen ihrer Schüler(innen) erfasst, um ...

- ... kontinuierlich Rückmeldung über erzielte Lernfortschritte zu geben.
  - ... mehr über die mathematischen Konzepte der Schüler(innen) zu erfahren.
  - ... Fehlkonzeptionen der Schüler(innen) aufzudecken.
  - ... kontinuierlich Daten zum Lernprozess der Schüler(innen) zu sammeln.
  - ... über Stärken und Schwächen der Schüler(innen) informieren zu können.
  - ... das Lernen in Mathematik zu fördern.
  - ... Methoden zu erkunden, mit denen Lernen in Mathematik bestmöglich gefördert werden kann.
- 

Tab. 1: Skalenübersicht für ÜZ-S und ÜZ-F

Evaluation der Wirksamkeit der Fortbildungen auf Überzeugungen zu mehreren Zeitpunkten die Überzeugungen der Mathematiklehrkräfte beider Bedingungen zu ausgewählten Aspekten lernförderlichen Assessments im Mathematikunterricht erhoben. So wurde unmittelbar vor der Fortbildung zu Beginn des ersten Dreitägesblockes (Messzeitpunkt 1; MZP 1) und, im Anschluss an die aktive Implementation von Fortbildungsinhalten in den eigenen Mathematikunterricht, zu Beginn des zweiten Dreitägesblockes (Messzeitpunkt 2; MZP 2) ein Lehrerfragebogen zur Erfassung der Überzeugungen der Lehrkräfte administriert. Des Weiteren wurde den Lehrkräften im Anschluss an die Fortbildungen ein Lehrerfragebogen mitgegeben, mit der Bitte, diesen nach etwa 4 bis 6 Wochen ausgefüllt dem Forschungsprojekt auf dem Postweg zukommen zu lassen (Messzeitpunkt 3; MZP 3). Konkret wurden dabei die beiden folgenden, von Genc (2005) adaptierten Skalen zur Erfassung der Überzeugungen der Lehrkräfte zu lernförderlichem Assessment (summativ: notenzentrierte, sozial-vergleichende Zusammenfassung von Lernergebnissen; formativ: kontinuierliche, den Lernprozess begleitende Diagnose von Stärken und Schwächen und Bereitstellung eines lernförderlichen Feedbacks) im Mathematikunterricht eingesetzt (die Lehrkräfte wurden dabei explizit in einem übergeordneten Stimulus darauf hingewiesen, die einzelnen Aussagen der Items auf Assessment im Mathematikunterricht zu beziehen):

- Skala zur Erfassung der Überzeugungen der Lehrkräfte zu summativem Assessment im Mathematikunterricht (im Folgenden: ÜZ-S). Die Skala besteht aus 6 Items mit Antwortformat in

Form einer Likert-Skala (1 = „Stimmt überhaupt nicht“; 2 = „Stimmt eher nicht“; 3 = „Stimmt eher“; 4 = „Stimmt ganz genau“). Zwei Beispielitems lauten (für eine vollständige Übersicht aller Items siehe Tabelle 1): (1) *„Ich denke, dass eine gute Lehrkraft die Leistungen ihrer Schüler(innen) erfasst, um den Schüler(inne)n nach Abschluss der Unterrichtseinheit Noten für ihre Leistungen in Mathematik zu geben.“* (2) *„Ich denke, dass eine gute Lehrkraft die Leistungen ihrer Schüler(innen) erfasst, um festzustellen, wie gut die Leistung eines Schülers/ einer Schülerin im Vergleich zur Leistung anderer Schüler(innen) ist.“*

- Skala zur Erfassung der Überzeugungen der Lehrkräfte zu formativem Assessment im Mathematikunterricht (im Folgenden: ÜZ-F). Die Skala besteht aus 7 Items mit Antwortformat in Form einer Likert-Skala (1 = „Stimmt überhaupt nicht“; 2 = „Stimmt eher nicht“; 3 = „Stimmt eher“; 4 = „Stimmt ganz genau“). Zwei Beispielitems lauten (für eine vollständige Übersicht aller Items siehe Tabelle 1): (1) *„Ich denke, dass eine gute Lehrkraft die Leistungen ihrer Schüler(innen) erfasst, um über Stärken und Schwächen der Schüler(innen) informieren zu können.“* (2) *„Ich denke, dass eine gute Lehrkraft die Leistungen ihrer Schüler(innen) erfasst, um kontinuierlich Daten zum Lernprozess der Schüler(innen) zu sammeln.“*

Für die beiden Skalen zur Erfassung der Überzeugung der Lehrkräfte bzgl. summativen und formativen Assessments liegen für die Messzeitpunkte 1 und 2 Antworten von allen N = 67 Lehrkräften vor.

Für Messzeitpunkt 3 kann hingegen allein auf Daten von  $N = 38$  (UB A:  $N = 19$ ; UB B:  $N = 19$ ) Lehrkräften zurückgegriffen werden. Die Rücklaufquote beträgt etwa 57%. Für alle innerhalb dieses Artikels aufgeführten Ergebnisse muss somit immer die Problematik fehlender Werte (immerhin für MZP 3 fast die Hälfte aller Werte) berücksichtigt werden. Konkret sind daher sämtliche Analysen im Ergebnisteil mit Bezug auf MZP 3 mit gebotener Vorsicht zu interpretieren (siehe hierzu auch vertiefend im Rahmen der Diskussion weiter unten).

## 2.5 Forschungsfragen

Mit Blick auf eine detaillierte Betrachtung der beiden Skalen ÜZ-S und ÜZ-F kann weiter oben aufgezeigte, übergeordnete Forschungsfrage nach der Wirkung von Lehrerfortbildungen zu formativem Assessment am Beispiel mathematischen Modellierens auf Überzeugungen von Lehrkräften zu lernförderlichem Assessment nun – im Kontext einer auf für die Wirkung von Fortbildungen zentral erscheinenden „core features“ aufgebauten Fortbildungsstudie – unter Berücksichtigung des aufgezeigten Designs sowie der eingesetzten Instrumente konkretisiert werden. Dabei kann UB B als Kontrollgruppe verstanden werden, werden Ideen lernförderlichen Assessments doch zu keinem Zeitpunkt in den Fortbildungslehrgängen dieser Untersuchungsbedingung thematisiert. Es ergeben sich die folgenden zu untersuchenden Teilfragen:

(TF 1) Über welche Überzeugungen zu summativem und formativem Assessment im Mathematikunterricht verfügen Mathematiklehrkräfte zu Beginn einer Fortbildungsveranstaltung, welche entweder explizit lernförderliches Assessment im Mathematikunterricht thematisiert (UB A) oder aber derartige Aspekte bewusst nicht fokussiert (UB B)?

(TF 2) Wie entwickeln sich Überzeugungen zu summativem und formativem Assessment im Mathematikunterricht im Verlauf einer Fortbildungs-

veranstaltung, welche explizit lernförderliches Assessment thematisiert (UB A)? Zeigen sich diesbezüglich Unterschiede zu Fortbildungslehrgängen, deren inhaltlicher Kern grundlegende, allgemein-fachdidaktische Ideen der Umsetzung eines kompetenzorientierten Mathematikunterrichts darstellt?

(TF 3) Lassen sich eventuelle Veränderungen von Überzeugungen zu summativem und formativem Assessment im Mathematikunterricht durch die Fortbildungen erklären?

## 3. ERGEBNISSE

Eine Analyse der Reliabilitäten der eingesetzten Skalen ÜZ-S und ÜZ-F ergibt über die Gesamtpopulation für alle drei Messzeitpunkte zunächst die in Tabelle 2 aufgezeigten Reliabilitäten. Diese sind als befriedigend (ÜZ-S; MZP 1) bis gut (sämtliche weitere) zu bezeichnen.

	MZP 1 (N = 67)	MZP 2 (N = 67)	MZP 3 (N = 38)
ÜZ-S	.57	.70	.77
ÜZ-F	.70	.71	.85

Tab. 2: Reliabilitäten (Cronbach's Alpha) der Skalen ÜZ-S und ÜZ-F für alle drei Messzeitpunkte

Ein deskriptiver Blick auf die Mittelwerte der Skalen ÜZ-S und ÜZ-F getrennt für die beiden Untersuchungsbedingungen UB A und UB B über die verschiedenen Messzeitpunkte lässt deutlich werden (siehe auch Tabelle 3 und Abbildung 2): Bereits zu Beginn verfügen Lehrkräfte beider Bedingungen über relativ hoch ausgeprägte Überzeugungen zu summativem und formativem Assessment im Mathematikunterricht (MW > 2.97 für beide Bedingungen). Über die Messzeitpunkte hinweg bleibt dieser Wert für beide Überzeugungsdimensionen auf weitestgehend hohem Niveau relativ konstant (Mittelwerte zwischen 2.86 und 3.30 über alle MZP und

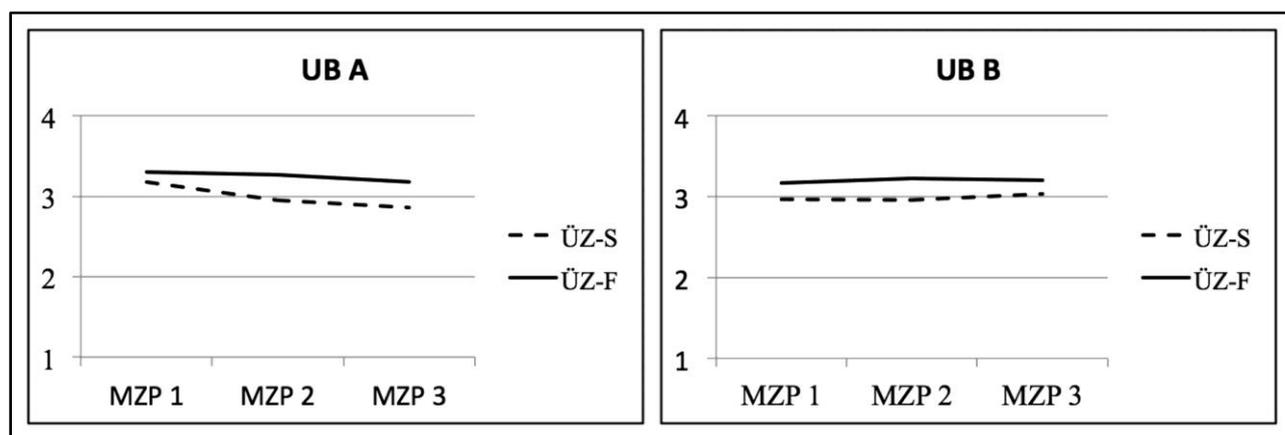


Abb. 2: Entwicklung der Überzeugungen über die Messzeitpunkte 1 bis 3 (Mittelwerte)

	ÜZ-S			ÜZ-F		
	MZP 1 (N = 67)	MZP 2 (N = 67)	MZP 3 (N = 38)	MZP 1 (N = 67)	MZP 2 (N = 67)	MZP 3 (N = 38)
<b>UB A</b>						
MW	3.18	2.95	2.86	3.30	3.27	3.18
SD	0.48	0.49	0.61	0.47	0.40	0.68
EMP. MIN.	2.17	2.00	1.00	2.29	2.57	1.00
EMP. MAX.	4.00	3.83	3.67	4.00	4.00	4.00
<b>UB B</b>						
MW	2.97	2.96	3.03	3.17	3.23	3.20
SD	0.38	0.45	0.41	0.37	0.40	0.36
EMP. MIN.	2.17	2.00	2.50	2.43	2.43	2.29
EMP. MAX.	3.50	4.00	3.83	3.86	4.00	3.71

Tab. 3: Deskriptive Werte

beide Bedingungen). Allerdings zeigt sich eine große Streuung bzgl. der empirischen Minimalwerte und Maximalwerte, welche sich auch in relativ großen Standardabweichungen (ca. zwischen 0.36 und 0.68 bei einer Skala mit theoretisch maximaler Spanne von 3 Punkten) beider Konstrukte über alle drei Messzeitpunkte widerspiegelt. Ein Blick auf die Differenzen zwischen den Messzeitpunkten innerhalb den Bedingungen UB A und UB B (also MZP 2 – MZP 1; MZP 3 – MZP 1, MZP 3 – MZP 2) verdeutlicht die Stabilität der Mittelwerte beider Konstrukte zusätzlich (siehe auch Tabelle 4 und Abbildung 3). Allein in UB A ist der Betrag von zwei dieser Differenzen ( $\bar{ÜZ-S}_{MZP2-MZP1}$  und  $\bar{ÜZ-S}_{MZP3-MZP1}$ ) größer als 0.20.

Auf korrelativer Ebene (siehe auch Tabelle 5) liegen für die beiden Messzeitpunkte 1 und 2 signifikante, mittlere Zusammenhänge innerhalb der Überzeugungsdimensionen ÜZ-S und ÜZ-F, jedoch nicht zwischen diesen Dimensionen vor ( $.36 < r < .52$ ). Diese Zusammenhänge zeigen sich sowohl für die Gesamtpopulation über alle 67 Lehrkräfte als auch getrennt für die beiden Subpopulationen der Bedingungen UB A und UB B. Für Messzeitpunkt 3 zeigen sich hingegen – mit einer Ausnahme ( $\bar{ÜZ-S}_{MZP1}$  korreliert mit  $\bar{ÜZ-S}_{MZP3}$  über die Gesamtpopulation) – keine korrelativen Zusammenhänge mit MZP 1 und MZP 2 (ebenfalls sowohl für die Gesamtpopulation als auch für die beiden Subpopulationen). Allerdings korrelieren hier ÜZ-S und ÜZ-F für alle  $N = 38$  Lehrkräfte miteinander (mittlere Korrelation von  $r = .47$ ), dieser Zusammenhang zeigt sich ebenfalls in UB A zu MZP 3 ( $r = .51$ ), nicht jedoch in UB B.

Einhergehend mit den Betrachtungen der Mittelwerte der einzelnen Gruppen zu den verschiedenen Messzeitpunkten zeigen auch Untersuchungen zu Mittelwertsunterschieden (siehe im Detail Tabelle

6): Im Mittel verfügen Lehrkräfte aus UB A zu Beginn der Fortbildungen (MZP 1) über signifikant ausgeprägtere Überzeugungen zu summativem Assessment im Mathematikunterricht als Lehrkräfte aus UB B. Die Effektstärke beträgt hier  $d = 0.43$ , ein schwacher bis mittlerer Effekt. Diese Unterschiede zeigen sich jedoch zu späteren Messzeitpunkten nicht mehr. Ebenso liegen zu keinem Messzeitpunkt mittlere Unterschiede der beiden Gruppen bezüglich Überzeugungen zu formativem Assessment im Mathematikunterricht vor. Signifikante Veränderungen innerhalb der jeweiligen Gruppen und zwischen den Messzeitpunkten liegen für  $\bar{ÜZ-S}_{MZP2-MZP1}$  sowie  $\bar{ÜZ-S}_{MZP3-MZP1}$  für UB A vor. Die Überzeugungen der Lehrkräfte aus UB A zu summativem Assessment im Mathematikunterricht nehmen somit im Verlauf der Fortbildungen ab, dieses Bild zeigt sich auch noch einige Wochen nach der Fortbildung. Die Effektstärken liegen auch hier im schwachen bis mittleren Bereich ( $d_{MZP2-MZP1} = 0.44$  bzw.  $d_{MZP3-MZP1} = 0.48$ ).

Entscheidend ist letztlich die Frage, inwieweit vorgefundene Varianzen zwischen Bedingungen und/oder Messzeitpunkten durch die Fortbildungen selbst erklärt werden können. Varianzanalysen mit Messwiederholung mit MZP als Innersubjektfaktor (und ÜZ-S bzw. ÜZ-F als Innersubjektvariablen) mit zwei (MZP 1 und MZP 2) bzw. drei (MZP 1 bis MZP 3) Stufen und der Bedingung als Zwischen-subjektfaktor (UB A = 1; UB B = 0) liefern (siehe auch Tabelle 7): Für die Varianzanalyse mit 2 Stufen liegt für MZP mit ÜZ-S als Innersubjektvariable ein signifikanter Effekt des Innersubjektfaktors vor, welcher 6% effektspezifischer Varianz erklärt. Auch zeigt sich ein Intersubjekteffekt von MZP und Bedingung, dieser ist jedoch allein auf 10%-igem Niveau signifikant und erklärt 5% effektspezifischer Varianz. Bei einer Varianzanalyse mit 3 Stufen lie-

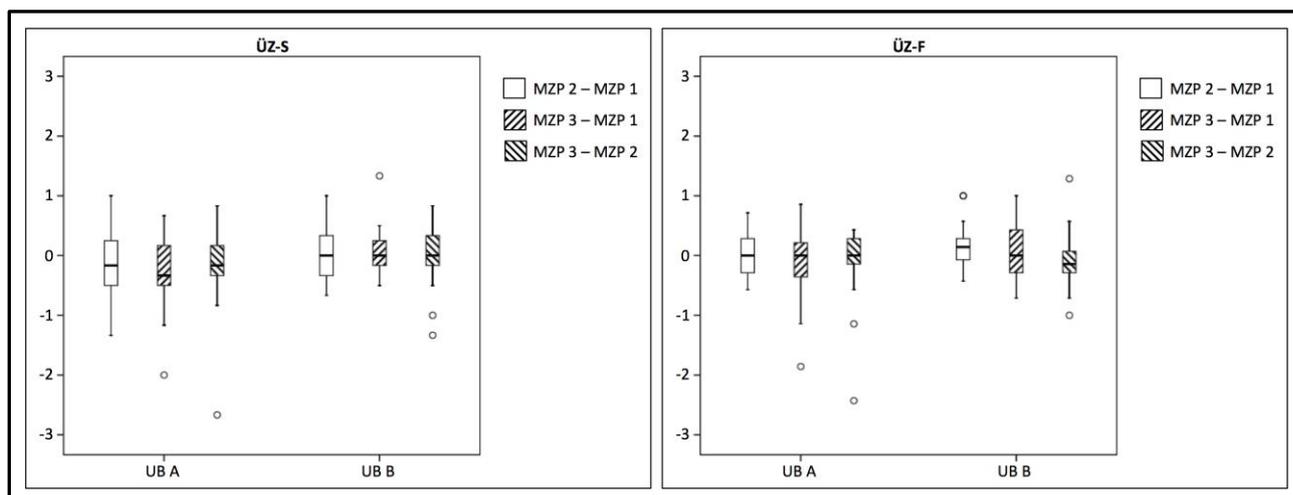


Abb. 3: Entwicklung der Überzeugungen über die Messzeitpunkte 1 bis 3 (Boxplot Differenzen)

gen derartige Effekte nicht vor. Der aufgezeigte Rückgang von Überzeugungen zu summativem Assessment im Mathematikunterricht von MZP 1 zu MZP 2 lässt sich somit zumindest partiell durch eine Interaktion von MZP und Bedingung erklären. Für ÜZ-F als Innersubjektvariable des Innersubjektfaktors MZP finden sich hingegen weder für die Varianzanalyse mit zwei Stufen noch für die Varianzanalyse mit drei Stufen Haupteffekte oder Innersubjekteffekte.

#### 4. DISKUSSION

Eine empirisch basierte Diskussion über Möglichkeiten der Unterstützung von Lehrkräften bei Entwicklung und Aufbau professioneller Handlungskompetenz stellt eine zentrale Herausforderung empirischer Lehr-lern-Forschung dar (Baumert u. a., 2010). Dies gilt insbesondere auf Grund der Tatsache, dass Entwicklung und Aufbau professioneller Handlungskompetenz keineswegs allein auf eine relativ kurze Phase (universitärer) Ausbildung beschränkt sind. Vielmehr ist Lehrerbildung als langjähriger, in den Berufsalltag hineinreichender Prozess zu verstehen. „Modern views of professional development characterise professional learning not as a short-term intervention, but as a long-term process extending from teacher education at university to in-service training at the workplace“ (Richter, Kunter, Klusmann, Lüdtke, & Baumert, 2011, S. 116). Das Forschungsprojekt Co<sup>2</sup>CA greift dieses Forschungsdesiderat auf und untersucht im Rahmen einer Lehrerbildungsstudie für Mathematiklehrkräfte im Schuldienst die Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen auf Aufbau und Entwicklung von Expertise und Überzeugungen als ausgewählte Facetten professioneller Handlungskompetenz.

Mit Bezug auf dargelegte empirische Befunde konnte dabei aufgezeigt werden: (TF 1) Trotz zweier

grundsätzlich inhaltlich unterschiedlich angelegter, mathematikdidaktischer Fortbildungen, welche einmal lernförderliches Assessment im kompetenzorientierten Mathematikunterricht (am Beispiel mathematischen Modellierens), einmal Grundfragen eines kompetenzorientierten Mathematikunterrichts thematisieren, verfügen an den Fortbildungen teilnehmende Mathematiklehrkräfte zu Beginn der Fortbildungen über vergleichbar ausgeprägte Überzeugungen zu lernförderlichem (= formativem) Assessment im Mathematikunterricht. (TF 2) Veränderungen von Überzeugungen zu formativem Assessment im Mathematikunterricht über die Fortbildungsdauer lassen sich für keine der beiden Fortbildungsgruppen – also explizit auch nicht für Lehrkräfte, welche an Fortbildungen zu lernförderlichem Assessment teilnehmen – nachweisen. Allein Überzeugungen zu nicht lernförderlichem (= summativem) Assessment im Mathematikunterricht verringern sich bei Lehrkräften, welche sich zu lernförderlichem Assessment fortbilden (schwache bis mittlere Effektstärke). (TF 3) Diese Veränderungen der Überzeugungen zu summativem Assessment im Mathematikunterricht lassen sich jedoch auch nur bedingt durch die Fortbildungen selbst erklären, so liegt lediglich eine schwache Wechselwirkung von Messzeitpunkt und Bedingung vor (und auch dies allein auf 10%-igem Signifikanzniveau).

Die vorliegenden Befunde verdeutlichen erneut die Schwierigkeit der Veränderung von Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen (von Mathematik). Trotz an zentralen „core features“ orientierten Lehrerfortbildungen (Desimone, 2009; Garet u. a., 2001; Lipowsky, 2014), deren grundsätzliche Wirkung für erfolgreiche Initiierung professionellen Lernens empirisch nachgewiesen ist, sowie trotz eines durch die Fortbildungen erklärten fachdidaktischen Wissenszuwachses bzgl. Möglichkeiten der

	ÜZ-S			ÜZ-F		
	MZP 2 – MZP 1 (N = 67)	MZP 3 – MZP 1 (N = 38)	MZP 3 – MZP 2 (N = 38)	MZP 2 – MZP 1 (N = 67)	MZP 3 – MZP 1 (N = 38)	MZP 3 – MZP 2 (N = 38)
<b>UB A</b>						
MW	-0.23	-0.30	-0.17	-0.03	-0.13	-0.15
SD	0.53	0.63	0.78	0.43	0.66	0.66
EMP. MIN.	-1.86	-2.00	-2.67	-1.00	-1.86	-2.43
EMP. MAX.	0.86	0.67	0.83	0.71	0.86	0.43
<b>UB B</b>						
MW	-0.01	0.03	0.02	0.06	0.08	-0.06
SD	0.46	0.42	0.56	0.43	0.51	0.50
EMP. MIN.	-1.00	-0.50	-1.33	-0.86	-0.71	-1.00
EMP. MAX.	1.00	1.33	0.83	1.00	1.00	1.29

Tab. 4: Differenzen der beiden Überzeugungsskalen

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Gesamtpopulation</b>						
<b>MZP 1 (N = 67)</b>						
(1) ÜZ-S	1					
(2) ÜZ-F	.12	1				
<b>MZP 2 (N = 67)</b>						
(3) ÜZ-S	.39**	-.03	1			
(4) ÜZ-F	.12	.44**	.21	1		
<b>MZP 3 (N = 38)</b>						
(5) ÜZ-S	.35*	-.07	.12	-.23	1	
(6) ÜZ-F	-.22	.22	-.20	.25	.47**	1
<b>UB A</b>						
<b>MZP 1 (N = 30)</b>						
(1) ÜZ-S	1					
(2) ÜZ-F	.13	1				
<b>MZP 2 (N = 30)</b>						
(3) ÜZ-S	.41*	.02	1			
(4) ÜZ-F	.02	.52**	.13	1		
<b>MZP 3 (N = 19)</b>						
(5) ÜZ-S	.39	.00	.07	-.26	1	
(6) ÜZ-F	-.32	.36	-.44	.33	.51*	1
<b>UB B</b>						
<b>MZP 1 (N = 37)</b>						
(1) ÜZ-S	1					
(2) ÜZ-F	.03	1				
<b>MZP 2 (N = 37)</b>						
(3) ÜZ-S	.40*	-.08	1			
(4) ÜZ-F	.20	.36*	.28	1		
<b>MZP 3 (N = 19)</b>						
(5) ÜZ-S	.39	-.08	.22	-.17	1	
(6) ÜZ-F	.04	-.04	-.14	.26	.38	1

\*: Signifikant auf dem Niveau von .05 (2-seitig); \*\*: Signifikant auf dem Niveau von .01 (2-seitig).

Tab. 5: Korrelative Zusammenhänge

	$\Delta M$	t	df	p	d
<b>UB A – UB B</b>					
MZP 1: ÜZ-S (UB A: N = 30; UB B: N = 37)	0.22	2.07	65	<b>.04</b>	<b>0.43</b>
MZP 1: ÜZ-F (UB A: N = 30; UB B: N = 37)	0.13	1.31	65	.20	---
MZP 2: ÜZ-S (UB A: N = 30; UB B: N = 37)	-0.00	0.04	65	.97	---
MZP 2: ÜZ-F (UB A: N = 30; UB B: N = 37)	0.04	0.43	65	.67	---
MZP 3: ÜZ-S (UB A: N = 19; UB B: N = 19)	-0.17	0.99	36	.33	---
MZP 3: ÜZ-F (UB A: N = 19; UB B: N = 19)	-0.02	0.09	36	.93	---
<b>MZP 2 – MZP 1</b>					
UB A: ÜZ-S (N = 30)	-0.23	2.43	29	<b>.02</b>	<b>0.44</b>
UB A: ÜZ-F (N = 30)	-0.03	0.41	29	.68	---
UB B: ÜZ-S (N = 37)	-0.01	0.14	36	.88	---
UB B: ÜZ-F (N = 37)	0.06	0.83	36	.42	---
<b>MZP 3 – MZP 1</b>					
UB A: ÜZ-S (N = 19)	-0.30	2.06	18	<b>.05(*)</b>	<b>0.48</b>
UB A: ÜZ-F (N = 19)	-0.13	0.88	18	.39	---
UB B: ÜZ-S (N = 19)	0.03	0.36	18	.72	---
UB B: ÜZ-F (N = 19)	0.08	0.64	18	.53	---
<b>MZP 3 – MZP 2</b>					
UB A: ÜZ-S (N = 19)	-0.17	0.93	18	.36	---
UB A: ÜZ-F (N = 19)	-0.15	0.99	18	.24	---
UB B: ÜZ-S (N = 19)	0.02	0.14	18	.89	---
UB B: ÜZ-F (N = 19)	-0.06	0.52	18	.61	---

(\*): Der Wert auf drei Nachkommastellen gerundet lautet .054. Hiermit wäre diese Differenz nicht mehr auf 5%-Niveau signifikant.

Tab. 6: Mittelwertsunterschiede

	F	df	p	$\epsilon^2$
<b>Varianzanalyse mit 2 Stufen</b>				
Innersubjektfaktor: MZP (ÜZ-S)	4.12	1	<b>.05(*)</b>	<b>.06</b>
Zwischensubjektfaktor: Bedingung	1.32	1	.25	.02
Intersubjektfaktor: MZP (ÜZ-S) * Bedingung	3.42	1	<b>.07</b>	<b>.05</b>
Innersubjektfaktor: MZP (ÜZ-F)	0.06	1	.81	.00
Zwischensubjektfaktor: Bedingung	1.06	1	.31	.02
Intersubjektfaktor: MZP (ÜZ-F) * Bedingung	0.74	1	.39	.01
<b>Varianzanalyse mit 3 Stufen</b>				
Innersubjektfaktor: MZP (ÜZ-S)	0.99	2	.38	.03
Zwischensubjektfaktor: Bedingung	0.00	1	.96	.00
Intersubjektfaktor: MZP (ÜZ-S) * Bedingung	1.59	2	.21	.04
Innersubjektfaktor: MZP (ÜZ-F)	0.78	2	.46	.02
Zwischensubjektfaktor: Bedingung	0.65	1	.43	.02
Intersubjektfaktor: MZP (ÜZ-F) * Bedingung	0.73	2	.49	.02

(\*): Der Wert auf drei Nachkommastellen gerundet lautet .047. Hiermit wäre dieser Faktor auf 5%-Niveau signifikant.

Tab. 7: Varianzanalyse mit Messwiederholung

Implementation formativen Assessments in kompetenzorientierten Mathematikunterricht (Besser, Leiss, & Klieme, 2015) zeigen sich keine direkten Effekte von Fortbildungen auf Überzeugungen zu formativem Assessment im kompetenzorientierten Mathematikunterricht. Wie lassen sich diese Ergebnisse – stets mit dem Ziel einer Weiterentwicklung von Schule durch erfolgreiches professionelle Lernen von Lehrkräften einhergehend – verstehen und interpretieren? Neben einer kritischen Reflexion eher technisch bedingter Einflussfaktoren (mögliche Deckeneffekte bei der Erhebung formativer Überzeugungen) lassen sich die Ergebnisse u. a. mit Bezug auf einige in der Literatur zur Unterstützung professioneller Entwicklung von Lehrkräften zentral erscheinenden Ideen diskutieren: (1) *Professionelle Entwicklung von Lehrkräften ist multidirektional*. Pajares (1992) postuliert in seiner für viele empirische Studien zu Überzeugungen grundlegenden und zentralen Arbeit den Einfluss von Überzeugungen von Lehrkräften auf schulisches Lehren und Lernen. Grundidee ist dabei, dass Überzeugungen das menschliche Verhalten determinieren und dass somit Überzeugungsänderungen die Veränderung menschlichen Verhaltens bedingen. Empirische Arbeiten zur professionellen Entwicklung von Lehrkräften zeigen jedoch auf, dass professionelles Lernen vielmehr als ständiger Wechsel zwischen Phasen theoretischer Aneignung einerseits und praktischer Umsetzung bzw. Erprobung andererseits, welche sich gegenseitig bedingen, zu verstehen ist (Clark & Hollingsworth, 2002; Kazemi & Hubbard, 2008). Professionelle Entwicklung ist somit als multidirektionaler Prozess anzusehen, in welchem idealerweise Lernen außerhalb des Klassenzimmers und Erproben innerhalb des Klassenzimmers miteinander einhergehen (Putnam & Borko, 2000). Diese Vorstellung ist im Einklang mit der aufgezeigten Vermutung von Philipp (2007), dass Überzeugungsveränderungen allein durch Veränderungen der Praxis angestoßen werden können (und vice versa). Wenn in der vorliegenden Studie somit derartige Veränderungen von Überzeugungen nicht nachgewiesen werden können, mag dies u. a. durch eine unzureichende Berücksichtigung dieser multidirektionalen Wirkung zu erklären sein. Zwar finden durch die gezielte Gestaltung der Fortbildungen im Einklang mit aufgezeigten „core features“ bewusste Wechsel zwischen Lernen im Klassenzimmer und außerhalb des Klassenzimmers statt, ein einmaliger Wechsel mag hier jedoch zu kurz greifen. (2) *Professionelle Entwicklung von Lehrkräften ist als eine Herausforderung an das Bildungssystem als Ganzes zu verstehen*. In ihrer „Empirically Grounded Theory of Action for Improving the Quality of Mathematics Teaching at Scale“ zeigen Cobb & Jackson (2011) auf, dass professionelle Entwicklung von

Lehrkräften keineswegs allein als Aufgabe des einzelnen Individuums zu verstehen ist. Vielmehr können professionelle Lerngelegenheiten nur dann erfolgreich professionelle Entwicklung anstoßen, wenn diese in das bestehende Bildungssystem integriert sind und diesem Rechnung tragen. Ähnlich formuliert dies Schoenfeld, welcher herausarbeitet, dass professionelle Lerngelegenheiten allein dann erfolgreich sein können, wenn diese „kohärent“ in das Bildungssystem integriert sind, wenn also „the ‚messages‘ sent by various parts of the system [...] reinforce rather than contradict or undermine each other“ (Schoenfeld, 2015, S. 162). Zeigt die vorgestellte Studie also keine Wirkung auf die Entwicklung von Überzeugungen zu lernförderlichem Assessment, mag dies u. a. auch daran liegen, dass das bestehende Bildungssystem bei einer notwendigerweise stets zu fokussierenden, allgegenwärtigen summativen Leistungsmessung nur wenig Raum für die Implementation lernförderlichen formativen Assessments bietet bzw. für die Lehrkraft als einzelnes Individuum zu bieten scheint (und damit auch außerdem vorhergehenden Punkt unterläuft). (3) *Professionelle Entwicklung verlangt kognitives Engagement*. Einhergehend mit allgemeinen konstruktivistischen Lerntheorien postulieren Dole & Sinatra (1998) und Gregoire (2003), dass kognitives Engagement als Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Veränderung von Überzeugungen zu verstehen ist. Dabei verfügen nach Gregoire (2003) Lehrkräfte dann über ein höheres kognitives Engagement innerhalb einer professionellen Lerngelegenheit, wenn sie diese als Herausforderung und nicht als Bedrohung wahrnehmen. Letzteres ist dabei von individuellen Ressourcen wie beispielsweise Motivation und Zeit abhängig. Nicht vorhandene Effekte der Fortbildung auf Überzeugungsveränderungen mögen daher auch mit mangelnden Ressourcen (und damit geringerem kognitiven Engagement) bei der Umsetzung zentraler Ideen formativen Assessments innerhalb der 10-wöchigen Implementationsphase bedingt sein. So ist eine erstmalige Gestaltung kontinuierlicher, formativer Leistungsdiagnose und -beurteilung zunächst mit einer sowohl organisatorisch als auch zeitlich aufwändigen Veränderung von Unterrichtspraxis verbunden. Veränderungen müssen durch das bewusste Aufbrechen bestehender Routinen angestoßen werden, ein sowohl zeit- als auch arbeitsintensiver Prozess. Dieser Ansatz nach Gregoire mag umgekehrt jedoch die Tatsache erklären, dass in der vorliegenden Studie (schwache) Wirkungen der Fortbildungen in Form einer Reduzierung von Überzeugungen zu summativem Assessment im Mathematikunterricht aufgezeigt werden konnten (Veränderungen in Form einer Reduzierung derartiger Assessmentsituationen sind vergleichs-

weise leicht unter Einsatz geringer Ressourcen im eigenen Unterricht umzusetzen).

Aufgezeigte Forschungsergebnisse reihen sich somit durchaus schlüssig in bestehende Befunde zur Problematik der Veränderung von Überzeugungen zum Lehren und Lernen (von Mathematik) durch professionelle Lerngelegenheiten ein und bietet ergänzend als Ausgangspunkt für weitere Diskussionen als zentrales Ergebnis an: Eine Steigerung von fachdidaktischem Wissen im Rahmen von Lehrerfortbildungen muss keineswegs mit einer Veränderung von Überzeugungen einhergehen.

Mit Blick auf dieses Ergebnis sind im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch einige Punkte stets kritisch zu bedenken: Erstens ist eine Generalisierung der vorliegenden Ergebnisse auf die Wirkung von Lehrerfortbildungen sowohl mit speziellem Bezug auf das Fach Mathematik als auch mit allgemeinem Blick auf andere Unterrichtsfächer nur schwer möglich. So fokussieren die ausgewählten Überzeugungsdimensionen allein auf einen kleinen, ausgewählten Bereich zum Lehren und Lernen am Beispiel kompetenzorientierten Mathematikunterrichts. Auch liegt keine repräsentative Stichprobe vor. Zweitens handelt es sich bei den an beiden Fortbildungen teilnehmenden Mathematiklehrkräften im doppelten Sinne um eine Positivselektion. Nicht nur nehmen diese Lehrkräfte freiwillig an wissenschaftlich begleiteten Fortbildungen teil. Diese Fortbildungen erstrecken sich darüber hinaus über mehrere Wochen und werden extern organisiert und durchgeführt (zum unterschiedlichen Verhalten von Lehrkräften bzgl. derartiger Fortbildungsangebote siehe u. a. Richter u. a., 2011). Drittens haben sich die Lehrkräfte nach Interesse den Fortbildungsangeboten selbst zugeteilt. Eine randomisierte Zuweisung erfolgte nicht (dies erschien jedoch auch keineswegs praktikabel und umsetzbar). Dies mag eventuell vorhandene Unterschiede bzgl. der Überzeugungsdimensionen zwischen den Bedingungen zu Beginn der Fortbildungen beeinflusst haben. Viertens sind insbesondere Ergebnisse mit Bezug auf den letzten Messzeitpunkt stets mit gebotener Vorsicht zu interpretieren. Hier beträgt die Rücklaufquote eingesetzter Erhebungsinstrumente nur etwas mehr als 50%. Aussagen dazu, welche Lehrkräfte hier der Studie „verloren“ gegangen sind, sind kaum möglich. Fünftens ergibt sich bei der Erfassung von Überzeugungen oftmals die Problematik, dass keineswegs klar ist, inwieweit hier nicht möglicherweise allein soziale Erwünschtheit erfasst wird. Bereits angedeutete, eventuelle Deckeneffekte könnten dies andeuten. Dieses Problem geht dabei unmittelbar mit offenen Validitätsfragen im Rahmen der Erfassung von Überzeugungen durch Fragebögen mit Likert-Skalenformat einher (dies mag eventuell auch Be-

funde zu aufgezeigten Korrelationen zu MZP 3 erklären). Und sechstens bleibt die letztlich entscheidende Frage nach einer Wirkung der Fortbildungen auf den Unterricht der Lehrkräfte zum jetzigen Zeitpunkt offen.

Trotz aufgeführter Einschränkungen muss jedoch abschließend deutlich hervorgehoben werden: Umsetzungen empirischer Feldstudien im Bildungskontext sind keineswegs mit klassischen Laborsituationen zu vergleichen. Vorhandene Rahmenbedingungen an sich setzen hier Grenzen, die nur schwer bzw. gar nicht überwunden werden können (so sind randomisierte Zuweisungen zu Lehrerfortbildungen etwa keineswegs durchführbar). Vielmehr muss sich empirische Forschung im Bildungsbereich auf diese Restriktionen einlassen (wollen). Die Ergebnisse dieser Studie können daher trotz aller kritisch zu bedenkender Momente dennoch dazu beitragen, zu verdeutlichen, wie schwierig sich die Veränderung von Überzeugungen von Mathematiklehrkräften zum Lehren und Lernen unter Rückgriff auf Fortbildungsangebote gestaltet. Dieses Ergebnis gilt es sich insbesondere mit Blick auf eine sich verändernde Unterrichtskultur im Rahmen einer Etablierung verbindlicher Bildungsstandards (nicht nur) für das Fach Mathematik (Kultusministerkonferenz, 2004a) sowie der Verabschiedung von Standards für die Lehrerbildung (Kultusministerkonferenz, 2004b) bewusst zu sein. Weiterführende Arbeiten haben sich auch zukünftig der Herausforderung einer Diskussion von Möglichkeiten einer gezielten Veränderung bzw. eines gezielten Aufbaus von professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften im Allgemeinen sowie von Überzeugungen von Lehrkräften im Speziellen im Interesse einer Steigerung der Qualität von (Mathematik-) Unterricht zu stellen.

## Projektförderung

Das Projekt Co<sup>2</sup>CA (Conditions and Consequences of Classroom Assessment) wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Projektleitung: E. Klieme (DIPF, Frankfurt), K. Rakoczy (DIPF, Frankfurt), W. Blum (Universität Kassel), D. Leiss (Leuphana Universität Lüneburg). Geschäftszeichen: KL 1057/10-3, BL 275/16-3, LE 2619/1-3.

## Danksagung

Wir danken den gutachtenden Personen für die hilfreichen und konstruktiven Anmerkungen und Kommentare.

## Literatur

Baker, E. L. (2007). The end(s) of testing. *Educational Researcher*, 36(6), 309-317.

- Bangert-Drowns, R. L., Kulik, C.-L. C., Kulik, J. A., & Morgan, M. (1991). The instructional effect of feedback in test-like events. *Review of Educational Research*, 61(2), 213-238.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469-520.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2013). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In I. Gogolin, H. Kuper, H.-H. Krüger, & J. Baumert (Hrsg.), *Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 277-337). Wiesbaden: Springer.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., ... Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47 (1), 133-180.
- Besser, M., Leiss, D., & Blum, W. (2015). Theoretische Konzeption und empirische Wirkung von Lehrerfortbildungen am Beispiel mathematischen Problemlösens. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36(2), 285-313.
- Besser, M., Leiss, D., & Klieme, E. (2015). Wirkung von Lehrerfortbildungen auf Expertise von Lehrkräften zu formativem Assessment im kompetenzorientierten Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 47(2), 110-122.
- Black, P., & William, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies. Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3-13.
- Blum, W., Galbraith, P.-L., Henn, H.-W., & Niss, M. (Hrsg.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education*. New York: Springer.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern/ Göttingen/ Toronto: Huber.
- Bromme, R., Rheinberg, F., Mindel, B., Winteler, A., & Weidenmann, B. (2006). Die Erziehenden und Lehrenden. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. 5., vollständig überarbeitete Auflage* (S. 269-356). Weinheim/Basel: Beltz.
- Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classroom. Reflections on past developments and the future. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 38, 178-195.
- Calderhead, J. (1996). Teachers: Beliefs and knowledge. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Hrsg.), *Handbook of Educational Psychology* (S. 709-725). New York: Somin & Schuster Maxcmillan.
- Clark, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-967.
- Cobb, P., & Jackson, K. (2011). Towards an empirically grounded theory of action for improving the quality of mathematics teaching at scale. *Mathematics Teacher Education and Development*, 13(1), 6-33.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.
- Dole, J. A., & Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 33(2-3), 109-128.
- Dubberke, T., Kunter, M., McElvany, N., Brunner, M., & Baumert, J. (2008). Lerntheoretische Überzeugungen von Mathematiklehrkräften. Einflüsse auf die Unterrichtsgestaltung und den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(3-4), 193-206.
- Epstein, R. M., & Hundert, E. M. (2002). Defining and assessing professional competence. *Journal of the American Medical Association*, 287, 226-235.
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. In P. Ernest (Hrsg.), *Mathematics Teaching. The State of the Art* (S. 249-254). New York: The Falmer Press.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945.
- Genc, E. (2005). *Development and evaluation of an instrument to evaluate science teachers' assessment beliefs and practices*. Tallahassee, Florida: Florida State University.
- Gregoire, M. (2003). Is it a challenge or a threat? A dual-process model of teachers' cognition and appraisal processes during conceptual change. *Educational Psychology Review*, 15(2), 147-179.
- Hattie, J. (2011). *Visible learning for teachers*. London: Routledge.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77 (1), 81-112.
- Heinze, A. (2007). Problemlösen im mathematischen und außermathematischen Kontext. Modelle und Unterrichtskonzepte aus kognitionstheoretischer Perspektive. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 28(1), 3-30.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Fulda: Kallmeyer Klett.
- Kaiser, G. (1995). Realitätsbezüge im Mathematikunterricht – Ein Überblick über die aktuelle und historische Diskussion. *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht*, 2, 66-84.
- Kazemi, E., & Hubbard, A. (2008). New directions for the design and study of professional development. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 428-441.
- Klieme, E., Hartig, J., & Rauch, D. (2008). The concept of competence in educational contexts. In J. Hartig, E. Klieme, & D. Leutner (Hrsg.), *Assessment of Competencies in Educational Contexts* (S. 3-22). Göttingen: Hogrefe & Huber.
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254-284.
- Köller, O. (2008). Lehr-Lern-Forschung. Research in learning and instruction. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Köller, O. (2012). Forschung zur Wirksamkeit von Maßnahmen zur Professionalisierung von Lehrkräften: Ein Desiderat für die empirische Bildungsforschung. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke, & M. Menk (Hrsg.), *Lehrerprofessionalisierung wissen-*

- schaftlich begleiten – Strategien und Methoden (S. 9-14). Münster: Waxmann.
- Koretz, D. (2008). Test-based educational accountability. Research evidence and implications. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(6), 777-790.
- Krauss, S., & Bruckmaier, G. (2014). Das Experten-Paradigma in der Forschung zum Lehrerberuf. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage* (S. 241-261). Münster: Waxmann.
- Kultusministerkonferenz (2004a). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 4.12.2003. (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Hrsg.). München: Wolters Kluwer.
- Kultusministerkonferenz. (2004b). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004. (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Hrsg.). O. O.: O. V.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805-820.
- Leder, G., Pehkonen, E., & Törner, G. (2002). *Beliefs – a hidden variable in mathematics education?* Dordrecht: Kluwer Publications.
- Leuchter, M., Pauli, C., Reusser, K., & Lipowsky, F. (2006). Unterrichtsbezogene Überzeugungen und handlungsleitende Kognitionen von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 562-579.
- Lipowsky, F. (2004). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? Befunde der Forschung und mögliche Konsequenzen für die Praxis. *Die Deutsche Schule*, 96(4), 462-479.
- 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. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage* (S. 511-541). Münster: Waxmann.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 113-142.
- Maier, U. (2010). Formative Assessment – Ein erfolgversprechendes Konzept zur Reform von Unterricht und Leistungsmessung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13(2), 293-308.
- Mayr, J. (2014). Der Persönlichkeitsansatz in der Forschung zum Lehrerberuf. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage* (S. 189-215). Münster: Waxmann.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Pehkonen, E. (2004). State-of-the-art in problem solving: Focus on open problems. In H. Rehlich & B. Zimmermann (Hrsg.), *ProMath 2003. Problem Solving in Mathematics Education. Proceedings of an International Symposium in September 2003* (S. 55-65). Hildesheim: Franzbecker.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and effect. In F. K. Lester (Hrsg.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (S. 257-315). Charlotte: Information Age.
- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Reiss, K., & Törner, G. (2007). Problem solving in the mathematics classroom: The German perspective. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 39, 431-441.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula, T. J. Buttery, & E. Guyton (Hrsg.), *Handbook of Research on Teacher Education* (S. 102-119). New York: Macmillan.
- Richter, D., Kunter, M., Klusmann, U., Lüdtke, O., & Baumert, J. (2011). Professional development across the teaching career: Teachers' uptake of formal and informal learning opportunities. *Teaching and Teacher Education*, 27, 116-126.
- Rösken-Winter, B., Hoyles, C., & Blömeke, S. (2015). Evidence-based CPD: Scaling up sustainable interventions. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 47(1), 1-12.
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119-144.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of the National Council of Teachers of Mathematics* (S. 334-370). New York: Macmillan Publishing Company.
- Schoenfeld, A. H. (2000). Models of the teaching process. *Journal of Mathematical Behavior*, 18(3), 243-261.
- Schoenfeld, A. H. (2015). Thoughts on scale. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 47(1), 161-169.
- Shepard, L. A. (2000). The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4-14.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Staub, F. C., & Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344-355.
- Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M., & MacGyvers, V. L. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education*, 17, 213-226.
- Thompson, A. G. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15(2), 105-127.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of the National*

- Council of Teachers of Mathematics* (S. 127-146). New York: Macmillan Publishing Company.
- van der Schaaf, M. F., Stokking, K. M., & Verloop, N. (2008). Teacher beliefs and teacher behaviour in portfolio assessment. *Teaching and Teacher Education*, 24(7), 1691-1704.
- Weinert, F. E. (1996). „Der gute Lehrer“, „die gute Lehrerin“ im Spiegel der Wissenschaft. Was macht Lehrende wirksam und was führt zu ihrer Wirksamkeit? *Beiträge zur Lehrerbildung*, 14(2), 141-151.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Saganik (Hrsg.), *Defining and Selecting Key Competencies* (S. 45-65). Seattle: Hogrefe & Huber Publishers.
- Woolfolk Hoy, A., Davis, H., & Pape, S. (2006). Teachers' knowledge, beliefs, and thinking. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Hrsg.), *Handbook of educational psychology* (S. 715-737). Mahwah: Erlbaum.

## **Anschrift der Verfasser**

Michael Besser  
Leuphana Universität Lüneburg  
Institut für Mathematik und ihre Didaktik  
sowie Zukunftszentrum Lehrerbildung  
Scharnhorststraße 1  
21335 Lüneburg  
[besser@leuphana.de](mailto:besser@leuphana.de)

Dominik Leiss  
Leuphana Universität Lüneburg  
Institut für Mathematik und ihre Didaktik  
Scharnhorststraße 1  
21335 Lüneburg  
[leiss@leuphana.de](mailto:leiss@leuphana.de)

Birgit Schütze  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Psychologie in Bildung und Erziehung  
Fliednerstraße 21  
48149 Münster  
[birgit.schuetze@uni-muenster.de](mailto:birgit.schuetze@uni-muenster.de)