

# Mathe. Lehren. Lernen

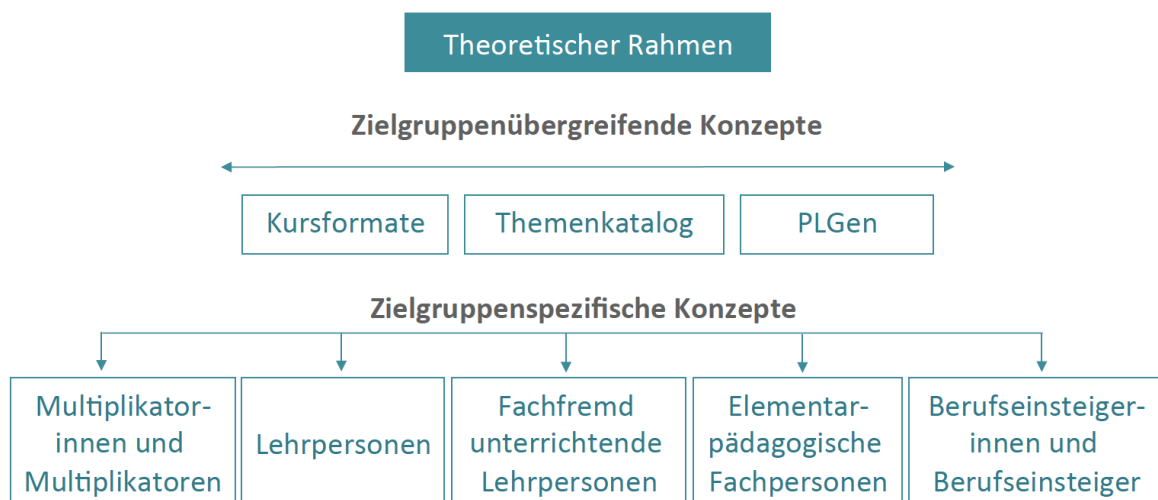
## Theoretischer Rahmen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik

**Version:** 05.03.2015

**Klassifizierung:** öffentlicher Entwurf

Der in diesem Papier vorgestellte **Theoretische Rahmen** des DZLM bildet zusammen mit dem Themenkatalog und den Kursformaten die übergreifenden Grundlagen und Strukturierungselemente für die Entwicklung von Fortbildungen für alle Zielgruppen des DZLM.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über alle am DZLM erarbeiteten zielgruppenübergreifenden und zielgruppenspezifischen Konzepte, zu denen jeweils Papiere entwickelt wurden:



## 1 Einleitung

Den Fortbildungsangeboten des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) liegt ein theoretischer Rahmen zugrunde, der zwei Perspektiven beinhaltet: *Inhaltlich* werden unter Bezug auf die domänenspezifische mathematikdidaktische Forschung sowie die empirische Bildungsforschung nationaler und internationaler Provenienz kognitive und affektiv-motivationale Kompetenzfacetten definiert, auf deren Aufbau und Weiterentwicklung die DZLM-Angebote ausgerichtet sind. *Methodisch* werden unter Bezug auf die nationale und internationale Lehr-Lern-Forschung sowie die mathematikdidaktische Forschung zur kontinuierlichen professionellen Entwicklung von Lehrpersonen Gestaltungsprinzipien definiert, nach denen die DZLM-Angebote durchgeführt werden. Die Struktur des DZLM, seine Programmlinien und die Qualitätssicherungsmaßnahmen sind auf eine optimale Umsetzung dieses theoretischen Rahmens ausgerichtet. Neben einer prinzipiengeleiteten Umsetzung nutzt das DZLM seine personelle Verankerung in der Forschung dazu, exemplarische, qualitativ hochwertige Studien an generischen Beispielen von Fortbildungsmodellen durchzuführen. Der Fokus liegt dabei vor allem auf Beiträgen zur empirischen Wirkungs- und Implementationsforschung.

## 2 Kompetenzrahmen des DZLM

### 2.1 Einleitung

Der Kompetenzrahmen des DZLM basiert in seinen kognitiven Facetten auf den Standards zur Lehrerbildung der Kultusministerkonferenz (KMK, 2004) sowie deren fachspezifische Ausformulierung durch die Deutsche Mathematiker-Vereinigung, die Gesellschaft für Didaktik der Mathematik und den Deutschen Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (DMV, GDM & MNU, 2008). In den empirischen Studien zur Kompetenzerfassung bei angehenden und praktizierenden Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern (v.a. TEDS-M; Blömeke, Suhl & Kaiser, 2011; Blömeke, Suhl, Kaiser & Döhrmann, 2012; und COACTIV; Kunter et al., 2011, 2013) sowie in Forschungsverbänden wie ProMatNat wurden diese Empfehlungen operationalisiert und unter Bezug auf den aktuellen nationalen und internationalen Forschungsstand um affektiv-motivationale Kompetenzfacetten erweitert. Eine weitere Konkretisierung in Form von Fortbildungskonzeptionen und -materialien zur kompetenz- bzw. standardbasierten Unterrichtsentwicklung erfolgte unter anderem für das Fach Mathematik durch die KMK im Rahmen des Projekts *for.mat* (<http://www.kmk-format.de/Mathematik.html>).

Der DZLM-Kompetenzrahmen greift diese mehrdimensionale Konzeptualisierung auf. In ihm findet zudem Berücksichtigung, dass die Fortbildungen des DZLM sich vor allem an Multiplikatorinnen und

Multiplikatoren richten und computer- bzw. internetbasiert stattfinden. Daher werden zentrale Fähigkeiten der Fortbildungsdidaktik und des Fortbildungsmanagements sowie technische Fähigkeiten als weitere Bestandteile professioneller Kompetenz definiert (siehe Abb.1).

Professionswissen			Überzeugungen	
Fachbezogen*		Fächerübergreifend	Mathematikbezogene Überzeugungen	Selbstbezogene Überzeugungen
Mathematisches Wissen	Mathematikdidaktisches Wissen	Pädagogisches Wissen		
<b>Leitideen</b> Zahl Messen Raum und Form Funktionaler Zusammenhang Daten und Zufall	<b>Kompetenzorientierter Mathematikunterricht</b> Leitideen guten Unterrichts Leistungsfeststellung/-bewertung Umgang mit Werkzeugen Prozessbezogene Kompetenzen	Wissen über Erziehung, Bildung und Betreuung Methodik Kommunikation und Interaktion Heterogenität	Mathematik als Wissenschaft Lehren und Lernen von Mathematik Interesse an Mathematik	Selbstwirksamkeit Selbstregulation Identität Arbeitszufriedenheit Innovationsbereitschaft Kooperationsbereitschaft
<b>Mathematische Prozesse</b> Argumentieren Problemlösen Modellieren Darstellungen verwenden Symbolisch, formal und technisch mit Mathematik umgehen Kommunizieren	<b>Mathematische Lehr- und Lernprozesse</b> Diagnose und Förderung Lernschwierigkeiten/-schwächen Umgang mit Heterogenität Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler			

Fortbildungsdidaktik und -management				Technische Fähigkeiten	
Gestaltung von Fortbildungen	Begleitung von Unterrichts- und Schulentwicklung	Management von Fortbildungen	Überzeugungen als Multiplikator	Umgang mit computer-/webgestützten Angeboten	Technikbezogene Überzeugungen
Übergeordnetes fachdidaktisches Wissen	Beratung, Mentoring und Coaching	Systemische Vernetzung und Kooperation	Selbstwirksamkeit Beratung	Fachspezifische digitale Werkzeuge	Interesse an Technik Medienbezogene Selbstwirksamkeit
Didaktik der Erwachsenenbildung	Professionelle Lerngemeinschaften	Fortbildungsplanung und -organisation	Relevanz von Gestaltungsprinzipien	Lern-Plattformen	
Gestaltungsprinzipien effektiver Fortbildungen				E-Learning	
				Online-Kommunikation	

Abb. 1: Kompetenzrahmen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik (\*exemplarisch für die Sekundarstufe I)

Die Angebote des DZLM richten sich an unterschiedliche Zielgruppen: Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer aller Schulformen mit Schwerpunkt auf nicht-gymnasialen Schulformen, fachfremd unterrichtende Mathematiklehrpersonen und elementarpädagogische Fachpersonen. Der Begriff der „Kompetenz“ bezeichnet funktional die Fähigkeit zu einem bestimmten Handeln. Entsprechend wird im DZLM hierunter die Fähigkeit zur Gestaltung qualitativ hochwertiger, kognitiv anregender und motivierender Lehr- und Lernumgebungen im Bereich der Mathematik verstanden und für das breite Spektrum der Adressaten konkretisiert. Kompetenzen stellen dabei latente Dispositionen dar, die erlernbar sind, anforderungsbezogen wirksam werden und eine gewisse Stabilität über Einzelsituationen hinweg aufweisen. Der Kompetenzerwerb kann durch institutionell gebotene Lerngelegenheiten beeinflusst werden. Performanz stellt die empirisch wahrnehmbare Oberfläche dar, also die Umsetzung von Kompetenz im Schul- und Unterrichtskontext unter spezifischen Rahmenbedingungen.

## 2.2 Fachbezogenes Professionswissen

Analytisch lassen sich die kognitiven Facetten professioneller Kompetenz von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern in mathematisches, mathematikdidaktisches und pädagogisches Professionswissen unterteilen (Shulman, 1985; Bromme, 1997; Baumert & Kunter, 2006). Mathematikdidaktisches Professionswissen (*mathematical pedagogical content knowledge*) umfasst das Wissen über die Fachinhalte des Mathematikunterrichts unter der Perspektive ihrer Lehrbarkeit. Eine Lehrperson in der Mathematik muss verschiedene Instruktionsstrategien und Formen der Repräsentation dieser Inhalte, typische Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern sowie die relevanten Unterrichtsmaterialien und Richtlinien kennen (Grassmann, Eichler, Mirwald & Nitsch, 2010; Krauthausen & Scherer, 2007). Das mit dem mathematikdidaktischen Wissen verbundene mathematische Wissen (*mathematical content knowledge*) umfasst das Verfügen über Theorien und Fakten sowie das Verstehen der Strukturen der Mathematik (Shulman, 1987). Einen für den Mathematikunterricht besonders wichtigen Ausschnitt dieses mathematischen Wissens stellt die Elementarmathematik vom höheren Standpunkt dar, die zum einen eine Schnittstelle zwischen Schulmathematik und universitärer Mathematik präsentiert, indem sie an schulmathematische Erfahrungen anknüpft und diese mit den Inhalten des weiteren Studiums verknüpft, sowie zugleich eine Schnittstelle zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik ist, indem sie die fachwissenschaftlichen Inhalte im Hinblick auf ihren Sinn und ihre Bedeutung vertiefend analysiert (Ableitinger, Kramer & Prediger, 2013; Beutelspacher, Danckwerts, Nickel, Spies & Wickel, 2011).

Empirische Studien zeigen, dass die fachbezogenen Facetten der professionellen Kompetenz von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern eng miteinander zusammenhängen (Blömeke & Delaney, 2012; Schilling, Blunk & Hill, 2007; Krauss, Baumert & Blum, 2008). Deutlich wird in diesen Studien zudem, dass das mathematikdidaktische Wissen besonders eng mit den im Mathematikun-

terricht erreichten Schülerleistungen zusammenhängt (Baumert et al., 2010; Kunter et al., 2013). Und schließlich werden im internationalen Vergleich spezifische Stärken-Schwächen-Profile angehender und praktizierender Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer in Deutschland deutlich (Kunter et al., 2011; Schmidt, Blömeke & Tatto, 2011). Besondere Probleme zeigen sich in diesem Kontext bei Lehrpersonen, die nicht hinreichend für den Mathematikunterricht ausgebildet sind (Blömeke, Kaiser & Döhrmann, 2011; Blömeke & Kaiser, 2012; Brunner et al., 2006).

Die DZLM-Aktivitäten richten sich vor diesem Hintergrund insbesondere auf den Aufbau und die Weiterentwicklung des mathematikdidaktischen Professionswissens. Besonderen Bedarf hat das DZLM für den Inhaltsbereich der Stochastik, die mathematischen Prozesse (z.B. Problemlösen und Modellieren), die mathematikdidaktische Diagnostik und Förderung sowie für die Zielgruppe der fachfremd unterrichtenden Lehrpersonen ausgemacht. Das mathematische Wissen wird in engem Bezug zu seiner unterrichtlichen Behandlung, also insbesondere in der Form der Elementarmathematik vom höheren Standpunkt und der Diagnose von Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler gefördert. Allgemeines pädagogisches Wissen als dritte Facette der professionellen Kompetenz steht nicht im Zentrum der DZLM-Fortbildungen, bildet aber eine grundlegende Rahmung für die Implementation mathematischer und mathematikdidaktischer Kompetenzaspekte.

### 2.3 Überzeugungen

Unter Überzeugungen werden im DZLM-Zusammenhang in Anlehnung an Richardson (1996) „understandings, premises or propositions about the world that are felt to be true“ verstanden. Werden Überzeugungen anforderungsbezogen und nah am Fach operationalisiert, weisen sie einen engen Zusammenhang zu den Leistungen der Schülerinnen und Schüler auf (Bromme, 2005). Zurückzuführen ist dieser Zusammenhang auf die durch die Überzeugungen beeinflusste Wahrnehmung von Unterrichtssituationen und Entscheidung über Lehr-Lern-Strategien (Leinhardt & Greeno, 1986; Leder, Pekhonen & Törner, 2002; Reusser, Pauli & Elmer, 2011; Kunter et al., 2013).

Differenziert werden kann zwischen mathematikbezogenen und selbstbezogenen Überzeugungen. Die Angebote des DZLM beziehen sich vor allem auf die mathematikbezogenen Überzeugungen, und fokussieren zum einen epistemologische Überzeugungen zur Natur der Mathematik (Grigutsch, Raatz & Törner, 1998) und zum anderen subjektive Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik (Peterson et al., 1989). Die Studien zeigen, dass Lehrerinnen und Lehrer mit einem statischen Bild von Mathematik, transmissionsorientierten Einstellungen zum Lehren und Lernen von Mathematik sowie einem geringen Interesse an Mathematik schwächere Schülerleistungen erzielen als Lehrpersonen mit einem dynamischen Bild von Mathematik, konstruktivistisch orientierten Einstellungen zum Lehren und Lernen von Mathematik sowie einem höheren Interesse an Mathematik (Staub & Stern, 2002; Seidel, Schwindt, Rimmelé & Prenzel, 2008). Die fachbezogenen Überzeugungen weisen

dabei einen engen Zusammenhang zum fachbezogenen Wissen auf (Blömeke, Suhl & Döhrmann, 2012).

Ziel der Angebote des DZLM ist vor diesem Hintergrund die Förderung einer stärker prozess- und anwendungsorientierten (= dynamischen) Perspektive, in der das Potenzial der Mathematik als Mathematiktreiben, kreatives Problemlösen und Werkzeug zur Lösung von Alltagsproblemen erkannt wird. Dies bedeutet zugleich, dass Mathematik nicht nur kalkülorientiert als ein abstraktes System aus Axiomen und Relationen oder eine Sammlung von Regeln, Fakten und Prozeduren gesehen wird.

## 2.4 Technische Fähigkeiten

Vor dem Hintergrund, dass das DZLM computer- und internetbasierte Möglichkeiten intensiv nutzt, definieren wir technische Fähigkeiten als weiteren Bestandteil professioneller Kompetenz von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern. Diese beinhalten wie die fachbezogenen Kompetenzen kognitive und affektiv-motivationale Leistungsdispositionen (Wassong & Biehler, 2010).

In kognitiver Hinsicht stellen auf der einen Seite der Umgang mit Online-Plattformen und Datenbanken sowie die virtuelle Kommunikation im DZLM-Kontext eine Herausforderung dar, da die Fortbildungsangebote u.a. in der Form des *blended learning* dargeboten werden. Darüber hinaus geht es auch darum, den Multiplikatorinnen und Multiplikatoren und den Lehrerinnen und Lehrern die Potenziale der neuen Medien für die Umsetzung lernförderlicher Unterrichtsprinzipien wie beispielsweise Kontextualisierung, Individualisierung, Mehrperspektivität, Dynamisierung oder Kooperation bewusst zu machen (Biehler et al., 2011). Dies gilt insbesondere im Bereich des Problemlösens und Modellierens sowie der Repräsentation (Hölzl, 2001; Hoyles & Noss, 2003; Scheiter, Gerjets & Schuh, 2010). In einer integrativen Perspektive lassen sich diese Facetten auch als *technological pedagogical content knowledge* fassen (Mishra & Koehler, 2006; Kramarski & Michalsky, 2010).

Im affektiv-motivationalen Bereich spielen vor allem die computerbezogene Selbstwirksamkeit und das Interesse an computergestützten Medien eine Rolle. Empirische Befunde zeigen, dass eine höhere computerbezogene Selbstwirksamkeit mit einer häufigeren und angemesseneren Verwendung des Computers im Unterricht einhergeht (Compeau, Higgins & Huff, 1999; Sang et al., 2010). Wie im Bereich der fachbezogenen Kompetenzen hängen Kognitionen und Überzeugungen auch im Bereich der Mediennutzung eng miteinander zusammen (Chen, Looi & Chen, 2009).

## 2.5 Fähigkeiten in Fortbildungsdidaktik und -management

Die Angebote des DZLM richten sich im Interesse der Breitenwirkung in erster Linie an Multiplikatorinnen und Multiplikatoren. Für diese stellen die Planung, Organisation und Durchführung von Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer in webgestützter Form und Präsenzform sowie an Gruppen von Lehrpersonen gerichtet bzw. auf die Begleitung und Beratung von Schulen ausgerichtet, eine

wichtige Facette professioneller Kompetenz dar (Busch, Barzel, & Leuders, 2015; Kuzle & Biehler, 2015; Rösken-Winter, Schüler, Stahnke & Blömeke, 2015); Weißenrieder, Rösken-Winter, Schüler, Binner & Blömeke, 2015). Diese ist üblicherweise nicht im Blick von Kompetenzmodellen und erweitert die auf Lehrpersonen bezogenen Anforderungen um Wissensbestände zur Gestaltung von Fortbildungen, zur Begleitung von Unterrichts- und Schulentwicklung und zum Management von Fortbildungen (vgl. Rösken-Winter, Hoyles & Blömeke, 2015). Neben den kognitiven fortbildungsbezogenen Kompetenzen werden auch affektiv-motivationale Leistungsdispositionen berücksichtigt, welche die Selbstwirksamkeit als Multiplikatorin und Multiplikator, die Beratungskompetenz, aber auch die Einschätzung der Relevanz der Gestaltungsprinzipien betreffen.

### 3 Gestaltungsprinzipien der DZLM-Angebote

Die Fortbildungsangebote des DZLM sind kompetenzorientiert, teilnehmerorientiert, hinsichtlich des Lehrens und Lernens vielfältig, fallbezogen, kooperationsanregend und reflexionsfördernd ausgerichtet (Barzel & Selter, eingereicht). Diese sechs Prinzipien greifen den nationalen und internationalen Forschungsstand zur effektiven Gestaltung von Fortbildungen, insbesondere für Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer auf (Desimone, 2011; Desimone et al., 2002; Guskey, 2000, 2003; Haenisch, 1994; Hellmig, 2012; Loucks-Horsley, 2003; Rösken, 2011; Selter, Gräsel, Reinold & Trempler, eingereicht; Sowder, 2007; Teller, Barzel & Leuders, eingereicht; Yoon, Duncan, Lee, Scarloss & Shapley, 2007) und sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst:



Abb. 2: Gestaltungsprinzipien des DZLM als Teil des theoretischen Rahmens



**Kompetenzorientierung:** Eine Orientierung an den von den Multiplikatorinnen und Multiplikatoren oder den Lehrerinnen und Lehrern zu erwerbenden inhaltlichen und methodischen Kompetenzen (siehe Kompetenzrahmen) ist eine entscheidende Vorbedingung zur didaktischen und organisatorischen Gestaltung von Fortbildungen, die dem Anspruch dauerhafter „Tiefen- und Breitenwirksamkeit“ genügen (Timperley et al., 2007; Lipowsky & Rzejak, 2012; Garet, 2001; Garet et al., 2008; Neumann & Cunnigham, 2009). Dadurch wird den Teilnehmenden auch der Bezug zur Schulpraxis deutlich und die direkte Umsetzbarkeit greifbar, was wiederum ein wichtiges Kriterium für die Zufriedenheit der Teilnehmenden an den Programmen darstellt (Domitrovich et al., 2009; Landry et al., 2009; Garet et al. 2008; Lipowsky, 2011).

Bei der Gestaltung von DZLM-Maßnahmen werden die angestrebten Kompetenzen vorab operationalisiert, während der Maßnahme geeignet gefördert und in begleitenden Evaluationen überprüft.

**Teilnehmerorientierung:** Empirische Studien zeigen, dass effektive Fortbildungen die heterogenen individuellen Voraussetzungen der Teilnehmenden zielgerichtet aufgreifen und bedarfsorientiert im Hinblick auf konkrete Aufgaben weiterentwickeln (Clarke, 1994; Franke et al., 2001; Krainer, 1998). Die Fortbildungen sollen zudem keine „Einweg-Kommunikation“ darstellen, sondern partizipativ gestaltet sein. So fördern und fordern sie die aktive und eigenverantwortliche Teilhabe der Teilnehmenden in Gestaltung und Durchführung (Selter, 2006).

Dies kann einerseits durch Vorabhebungen der jeweiligen Bedarfe geschehen (z. B. zu bestimmten inhaltlichen Schwerpunkten und didaktischen Fragestellungen bei Lehrpersonen oder durchzuführenden eigenen Fortbildungsveranstaltungen bei Multiplikatorinnen und Multiplikatoren). Andererseits werden beispielsweise auch durch die Fallbezogenheit (siehe unten) Beispiele aus der eigenen Unterrichts-, Beratungs- oder Fortbildungstätigkeit der Teilnehmenden konkret in die Gestaltung der Maßnahme einbezogen.

**Lehr-Lern-Vielfalt:** Effektiv gestaltete Fortbildungsangebote ermöglichen den Teilnehmenden sich aktiv einzubringen, Selbstwirksamkeit zu erleben und Transferleistungen zu erbringen (Deci & Ryan, 1993; Carpenter et al., 1989; Lipowsky & Rzejak, 2012). In den DZLM-Fortbildungen erhalten die Teilnehmenden die Gelegenheit, sich auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Kontexten neue Kompetenzen anzueignen bzw. diese zu vertiefen. Der Mix bestehend aus ihrerseits methodisch vielseitig gestalteten Präsenzphasen, Selbststudium, kollaborativem Arbeiten zu zweit oder in der Kleingruppe und E-Learning dient der Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen (Sandwich-Prinzip). Teilmodule mehrteiliger Angebote werden über den Zeitraum einer Maßnahme hinweg nachvollziehbar aufeinander bezogen und vernetzt. Ein weiteres Element der Methodenvielfalt ist das materialbasierte Arbeiten.

**Fallbezug:** Der Bezug auf Alltagssituationen („Fälle“) aus Unterricht bzw. Fortbildung dient sowohl als Ausgangspunkt als auch als Anwendungsfeld für das Lehren und das Lernen im Kontext der DZLM-Fortbildungen. Dabei bildet insbesondere die Orientierung an den Praxiserfahrungen der Teilnehmenden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Gestaltung der Fortbildungen (Borko, 2004; Timperley et al., 2007; Lipowsky & Rzejak, 2012).

Bei diesen „Fällen“ handelt es sich nicht nur um Beispiele der Durchführenden einer Maßnahme, sondern die Teilnehmenden werden explizit aufgefordert, ihre eigenen Fallbeispiele in die Fortbildung einzubringen. Dies können beispielsweise Video- und Schülerdokumente aus dem Unterricht sein oder auch Fallbeispiele mit Blick auf Beratungs- und Coachingsituationen.

**Kooperationsanregung:** Die Teilnehmenden arbeiten gemeinsam an Problemstellungen und an der Umsetzung des Gelernten in der eigenen Praxis. Wie der Forschungsstand zeigt, wird dadurch die Kooperation der Teilnehmenden gefördert (z.B. im Rahmen von Professionellen Lerngemeinschaften: Scherer, Söbbeke & Steinbring, 2004; Gräsel, Fussangel & Parchmann, 2007; oder in *Lesson Studies*: Cochran-Smith & Lytle, 1999; Fernandez & Yoshida, 2004; Kruse et. al., 1994; Bensen & Hübner, 2012) und eine nachhaltigere Zusammenarbeit angeregt (Krainer, 2003).

So wird beispielsweise bei längerfristigen Maßnahmen eine Tandem- bzw. Kleingruppenbildung unter den Teilnehmenden angeregt, die neben der Kooperation während der Präsenzphasen auch bei der Bearbeitung von Arbeitsaufträgen oder Durchführung und Reflexion von Erprobungen zum Einsatz kommt.

**Reflexionsförderung:** Die Teilnehmenden werden in den DZLM-Fortbildungen zur gemeinsamen Reflexion und Selbstreflexion über behandelte Themen sowie über die eigene Unterrichtspraxis angeregt (Boyle et al., 2005; Gräsel, Pröbstel, Freienberg & Parchmann, 2007; Putnam & Borko, 2000). Auch dies dient einem besseren Verständnis der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler sowie allgemein von Lehr-Lern-Prozessen im Mathematikunterricht (Scherer & Steinbring, 2006).

Konkrete Aktivitäten werden hierzu innerhalb von Präsenzsitzungen angeboten, beispielsweise die gemeinsame theoriegeleitete Reflexion von Unterrichtsszenen. Daneben werden die Teilnehmenden durch konkrete Arbeitsaufträge angeregt, auch über die Maßnahme hinaus, etwa in ihrem Kollegium, gemeinsam ausgewählte Themen zu diskutieren und zu reflektieren. Auf diese Weise wird die dauerhafte Reflexion der eigenen Unterrichts-, Beratungs- und Fortbildungspraxis angeregt.

## 4 Forschungsparadigmen

Maßnahmen der Lehrerbildung entfalten ihre Wirkung entlang einer (nicht kausal zu verstehenden) Wirkungskette: Von der prinzipiengeleiteten Qualifizierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, über die Qualifizierung von Lehrerinnen und Lehrern in Fortbildungen und Professionellen Lerngemeinschaften bis zum Kompetenzzuwachs auf der Ebene der Schülerinnen und Schüler. Das DZLM zeichnet sich dadurch aus, dass es auf allen Ebenen und in allen Phasen von Lehrerbildung tätig ist, wobei aufgrund von Struktur und Ausstattung die operativen Schwerpunkte auf a) der Ebene der Qualifizierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in übergreifenden Programmen und b) der exemplarischen Umsetzung von Fortbildungen und Professionellen Lerngemeinschaften auf der Ebene von Lehrpersonen liegen. Die Optimierung der Fortbildungsangebote sowohl hinsichtlich der Umsetzung des theoretischen Rahmens als auch ihrer Wirkung und Effektivität erfolgt im Sinne eines Design-Based Research-Ansatzes (Prediger & Link, 2012; Tulodziecki, Grafe & Herzig, 2013; van den Akker, Gravemeijer, McKenney & Nieveen, 2006):

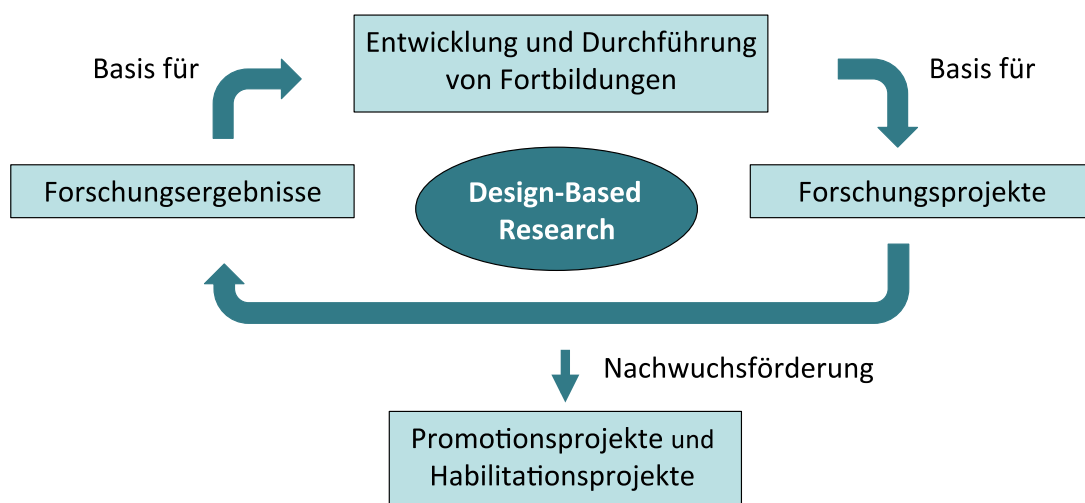


Abb. 3: Entwicklungszyklus von Fortbildungen im DZLM

Der in Abbildung 3 angeführte Entwicklungszyklus kennzeichnet zum einen die Gesamttätigkeit und Auslegung des DZLM und zum anderen ist dieser grundlegend für das Design und Re-Design der einzelnen Angebote. Im Bereich der Lehrerfortbildungsforschung sind zum einen die Produkte, d. h. die inhaltliche und methodische Gestaltung von Lehrerfortbildungen und zum anderen ihre Wirkung

Gegenstand der Analysen. Eine Verknüpfung beider Forschungsrichtungen ergibt sich über Design-Based Research als methodologischen Ansatz der Entwicklungsforschung. Vor dem Hintergrund des Kompetenzrahmens und der Gestaltungsprinzipien werden für verschiedene Zielgruppen qualitativ hochwertige Professionalisierungsangebote entwickelt, durchgeführt und auf der Basis von Forschungsergebnissen vor einem weiteren Einsatz modifiziert. Alle Angebote sind somit letztlich als Ergebnis des Zusammenspiels wissenschaftlicher Forschung und Entwicklung zu sehen.

Über exemplarische Forschungsschwerpunkte wird im DZLM vertieftes Forschungswissen zur Wirksamkeit von Fortbildungsmodellen mit besonderem Augenmerk auf das Fach Mathematik erzielt. Alle Forschungsprojekte verorten sich im Rahmen einer Forschungsagenda auf einer der drei Forschungslinien Bedingungs-, Entwicklungs- und Wirkungsforschung (vgl. Abbildung 4):

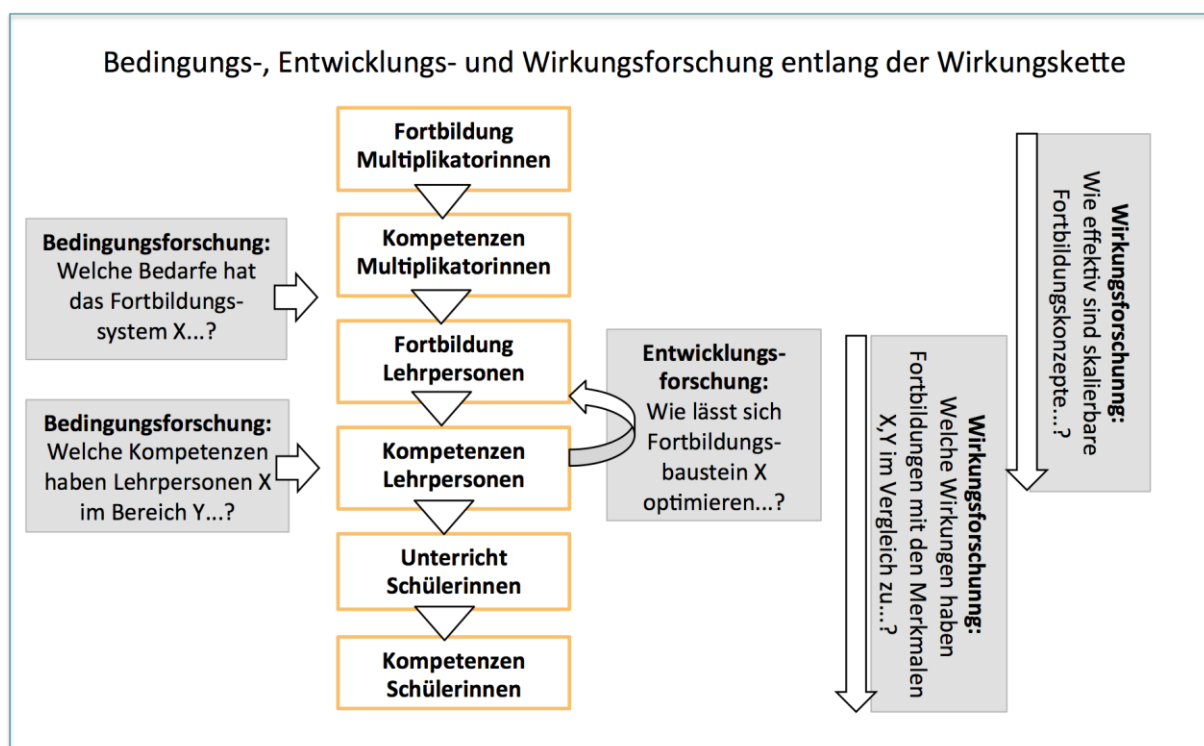


Abb. 4: Mögliche Forschungsprojekte entlang der Wirkungskette

**Bedingungsfrage:** Neben der Wirksamkeit von Fortbildungen ist es von zentralem Interesse, die Bedingungen und Ausgangssituationen für umfassende Fortbildungsmaßnahmen über System-, Struktur-, Material- oder Instrumentenanalysen wissenschaftlich zu erfassen. Dazu dienen z.B. Surveys zu den Fortbildungsbedarfen, theoretische Analysen von Fortbildungssystemen, aber auch die Entwicklung von Instrumenten zur Kompetenzmessung und zur Erfassung von Beliefs.

**Entwicklungsforschung** (Design-Based Research): Im Zentrum dieser Forschungslinie steht die prinzipien- und theoriegeleitete Entwicklung, Implementation, Evaluation und Revision von konkreten Fortbildungsbausteinen. Kennzeichnend sind fokussierte Entwicklungsinteressen, die unter Einbindung der Akteure der Praxis verfolgt und im Rahmen zyklischen Arbeitens forschungsgeleitet und evidenzbasiert optimiert werden. Unter dem Konzept „Mixed-Methods“ kommen dabei sowohl qualitative als auch quantitative Forschungsmethoden zum Einsatz. Zusätzlich zum Design der Fortbildung steht die (lokale) Theoriegenerierung im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten.

**Wirkungsforschung:** In diesem Bereich geht es um die Erforschung der Wirksamkeit von Fortbildung entlang der Wirkungskette oder auch entlang von Ausschnitten der Wirkungskette. Kennzeichnend sind übergreifende Forschungsfragen zu Prinzipien der Wirksamkeit, ein im Längsschnitt angelegtes Design, (Quasi-) Experimentaldesign oder qualitative Theoriegenerierung.

Jedes Forschungsprojekt im DZLM lässt sich in der Wirkungskette verorten und entspricht einer der drei Forschungslinien Bedingungsforschung, Entwicklungsforschung oder Wirkungsforschung. Die Einordnung entlang der Wirkungskette ermöglicht einen Gesamtüberblick über die Forschungsprojekte und erlaubt auch „blinde Flecken“ zu identifizieren. Durch die Evaluation werden alle Referentinnen und Referenten von Fortbildungen zur Reflexion ihrer Kurse angeregt, um Verbesserungspotenziale zu identifizieren und bei der Neuauflage von Kursen im Sinne des Design-Based Research entsprechende Änderungen vorzunehmen. Zusätzlich zur Standardevaluation führen die Mitglieder des DZLM, aber auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler außerhalb des DZLM, basierend auf den Fortbildungen Forschungsprojekte zur Gewinnung übergeordneter Erkenntnisse der Fortbildungsforschung durch, welche dann auch in die Weiterentwicklung der Angebote einfließen.

## 5 Literaturverzeichnis

- Ableitinger, Ch., Kramer, J. & Prediger, S. (2013) (Hrsg.). *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung: Ansätze zu Verknüpfungen der fachinhaltlichen Ausbildung mit schulischen Vorerfahrungen und Erfordernissen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Barzel, B. & Selter, C. (eingereicht). Gestaltungsprinzipien von Lehrerfortbildung – Review der Forschungslage und konkretisierende Beispiele. *Journal für Mathematik-Didaktik*.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., et al. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47( 1), 133–180.

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 469–520.
- Beutelspacher, A., Danckwerts, R., Nickel, G., Spies, S. & Wickel, G. (2011). *Mathematik Neu Denken: Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten*. Wiesbaden.
- Biehler, R., Hofmann, T., Maxara, C., & Prömmel, A. (2011). *Daten und Zufall mit Fathom – Unterrichtsideen für die SI und SII mit Software-Einführung*. Braunschweig: Schroedel.
- Blömeke, S. & Delaney, S. (2012). Assessment of teacher knowledge across countries: A review of the state of research. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 44(3), 223–247.
- Blömeke, S. & Kaiser, G. (2012). Homogeneity or heterogeneity? Profiles of opportunities to learn in primary teacher education and their relationship to cultural context and outcomes. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 44(3), 249–264.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Döhrmann, M. (2011). Bedingungsfaktoren des fachbezogenen Kompetenzerwerbs von Lehrkräften. Zum Einfluss von Ausbildungs-, Persönlichkeits- und Kompositionsmerkmalen in der Mathematiklehrrausbildung für die Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57. Beiheft, 77–103.
- Blömeke, S., Suhl, U. & Döhrmann, M. (2012). Zusammenfügen was zusammengehört. Kompetenzprofile am Ende der Lehrerausbildung im internationalen Vergleich. *Zeitschrift für Pädagogik*, 58(4), 422–440.
- Blömeke, S., Suhl, U. & Kaiser, G. (2011). Teacher education effectiveness: Quality and equity of future primary teachers' mathematics and mathematics pedagogical content knowledge. *Journal of Teacher Education*, 62(2), 154–171.
- Blömeke, S., Suhl, U., Kaiser, G. & Döhrmann, M. (2012). Family background, entry selectivity and opportunities to learn: What matters in primary teacher education? An international comparison of fifteen countries. *Teaching and Teacher Education*, 28, 44–55.
- Bonsen, M. & Hübner, C. (2012). Unterrichtsentwicklung in Professionellen Lerngemeinschaften. In K.-O. Bauer & J. Logemann (Hrsg.), *Effektive Bildung* (S. 55–76). Münster: Waxmann.
- Borko, H. (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, 33, 3–15.
- Boyle, B., Lamprianou, I. & Boyle, T. (2005). A longitudinal study of teacher change: What makes professional development effective? Report of the second year of study. *School Effectiveness and School Improvement*, 16, 1–26.

- Bromme, R. (2005). Thinking and knowing about knowledge: A plea for and critical remarks on psychological research programs on epistemological beliefs. In M. Hoffmann, J. Lenhard, & F. Seeger, (Hrsg.), *Activity and sign – Grounding mathematics education* (S. 191–201), New York: Springer.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Psychologie des Unterrichts und der Schule. Bd. 3* (S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, T. et al. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9*, 521–544.
- Busch, J., Barzel, B., Leuders, T. (2015). Promoting secondary teachers' diagnostic competence with respect to functions: development of a scalable unit in Continuous Professional Development. *ZDM – Mathematics Education, 47*(1), 53–64.
- Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C. P. & Loef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching. An experimental study. *American Educational Research Journal, 4*, 499–531.
- Chen, F.H. J., Looi, C.K., & Chen, W. (2009). Integrating technology in the classroom: A visual conceptualization of teachers' knowledge, goals and beliefs. *Journal of Computer Assisted Learning, 25*(5).
- Clarke, D. M. (1994). Ten key principles from research for the professional development of mathematics teachers. In D. B. Aichele & A. F. Croxford (Hrsg.), *Professional development for teachers of mathematics* (S. 37–48). Reston, VA: NCTM.
- Cochran-Smith, M. & Lytle, S. L. (1999). Relationship of knowledge and practice: Teacher learning in communities. In A. Iran-Nejad & C. Pearson (Hrsg.), *Review of research in education* (Vol. 24, S. 249–306). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Compeau, D., Higgins, C. A., & Huff, S. 1999. Social cognitive theory and individual reactions to computing technology: A longitudinal study. *MIS Quarterly, 23*(2), 145–158.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik, 39*, 223–238.
- Desimone, L. M. (2011). Improving impact studies of teachers' professional development: toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher, 38*(3), 81–199.

- Desimone, L. M., Porter, A. C., Garet, M. S., Yoon, K. S. & Birman, B. F. (2002). Effects of professional development on teachers' instruction: Results from a three-year longitudinal study. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 24, 81–112.
- DMV, GDM & MNU (2008). Standards für die Lehrerbildung im Fach Mathematik. Empfehlungen von DMV, GDM und MNU, Juni 2008. *Mitteilungen der DMV*, 16, 149–159.
- Domitrovich, C. E., Gest, S. D., Gill, S., Bierman, K. L., Welsh, J. A. & Jones, D. (2009). Fostering high-quality teaching with an enriched curriculum and professional development support: The Head Start REDI Program. *American Educational Research Journal*, (2), 567–597.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Franke, M. F., Carpenter, T. P., Levi, L. & Fennema, E. (2001). Capturing teachers' generative change: A follow-up study of professional development in mathematics. *American Educational Research Journal*, 38(3), 653–689.
- Garet, M., Porter, A., Desimone, L., Birman, B. & Yoon, K.S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945.
- Garet, M. S., Cronen, S., Eaton, M., Kurki, A., Ludwig, M., Jones, W., Uekawa, K., Falk, A., Bloom, H. S., Doolittle, F., Zhu, P. & Szejnberg, L. (2008). *The impact of two professional development interventions on early reading instruction and achievement*. Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Gräsel, C., Pröbstel, C., Freienberg, J. & Parchmann, I. (2007). Fostering collaboration among secondary school science teachers. In M. Prenzel (Hrsg.), *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme* (S. 157–174). Münster: Waxmann.
- Gräsel, C., Fussangel, K. & Parchmann, I. (2006). Lerngemeinschaften in der Lehrerfortbildung. Kooperationserfahrungen und -überzeugungen von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 545–561.
- Grassmann, M. (2005). Im Kindergarten Mathematik unterrichten? *Grundschule*, 1, 20–23.
- Grassmann, M., Eichler, K., Mirwald, E. & Nitsch, B. (2010). *Mathematikunterricht. Kompetent im Unterricht der Grundschule*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 19, 3–45.



- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Guskey, T. R. (2003). Analyzing Lists of the Characteristics of Effective Professional Development to Promote Visionary Leadership. *NASSP Bulletin*, 87, 4–20.
- Haenisch, H. (1994). *Wie Lehrerfortbildung Schule und Unterricht verändern kann: Eine empirische Untersuchung zu den Bedingungen der Übertragbarkeit von Fortbildungserfahrungen in die Praxis*. Soest: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung.
- Hellmig, L. (2012). *Gestaltung und Evaluation einer Mathematiklehrer-Fortbildung zu polyvalenten Aufgaben*. Münster: WTM.
- Hölzl, R. (2001). Using Dynamic Geometry Software to Add Contrast to Geometric Situations – A Case Study. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 6 (1), 2001, 63–86.
- Hoyles, C. & Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education?. In A.J. Bishop et al. (Hrsg.), *Second International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- KMK (2004b) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004.
- Krainer, K. (1998). Some considerations on problems and perspectives of mathematics teacher in-service education. In C. Alsina, J.M. Alvarez, B. Hodgson, C. Laborde & A. Perez (Hrsg.), *The 8th International Congress on Mathematical Education (ICME 8) [Selected Lectures]*. (S. 303–321). Sevilla, Spain: S.A.E.M. Thales.
- Krainer, K. (2003). Teams, Communities and Networks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6, 93–105.
- Kramarski, B. & Michalsky, T. (2010). Preparing preservice teachers for self-regulated learning in the context of technological pedagogical content knowledge. *Learning and Instruction*, 20, 434–447.
- Krauss, S., Baumert, J. & Blum, W. (2008). Secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: validation of the COACTIV constructs. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 40(5), 873–892.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (3. Aufl.). Heidelberg: Spektrum.
- Kruse, S., Louis, S.K., Bryk, A. (1994). Building professional community in schools. *Issues in restructuring schools* (6), S. 3–6.

- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2013). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Kuzle, A. & Biehler, R. (2015). Examining mathematics mentor teachers' practices in professional development courses on teaching data analysis: Implications for mentor teachers' programs. *ZDM – Mathematics Education*, 47(1), 39–51.
- Landry, S. H., Anthony, J. L., Swank, P. R. & Monseque-Bailey, P. (2009). Effectiveness of comprehensive professional development for teachers of at risk preschools. *Journal of Educational Psychology*, (2), 448–465.
- Leder, C., Pehkonen, E. & Törner, G. (Hrsg.) (2002). *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Leinhardt, G. & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75–95.
- Lipowsky, F. (2011). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 398–417). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner – Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen effektiver Lehrerfortbildungen. *Schulpädagogik heute*, 5(3), 1–17.
- Loucks-Horsley, S. (2003). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics* (2. Aufl.). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record* 108(6), 1017–1054.
- Neumann, S. B. & Cunningham, L. (2009). The impact of professional development and coaching on early language and literacy instructional practices. *American Educational Research Journal*, (2), 532–566.
- Peterson, P. L., Fennema, E., Carpenter, T. & Loef, M. (1989). Teachers' pedagogical content beliefs in mathematics. *Cognition and Instruction*, 6(1), 1–40.

- Prediger, S. & Link, M. (2012): Fachdidaktische Entwicklungsforschung – Ein lernprozessfokussierendes Forschungsprogramm mit Verschränkung fachdidaktischer Arbeitsbereiche. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H. Vollmer, H.-G. Weigand (Hrsg.), *Formate Fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen. Fachdidaktische Forschungen, Band 2*. Münster: Waxmann, 29–46.
- 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.
- Reusser, K., Pauli, C. & Elmer, A. (2011). Berufsbezogene Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern. In: E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Münster: Waxmann.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *Handbook of Research on Teacher Education*, 102–119.
- Rösken, B. (2011). *Hidden dimensions in the professional development of mathematics teachers – In-service education for and with teachers*. Rotterdam, Boston, Taipei: Sense Publishers.
- Rösken-Winter, B., Hoyles, C. & Blömeke, S. (2015). Evidence-based CPD: Scaling up sustainable interventions. *ZDM – Mathematics Education*, 47(1), 1–12.
- Rösken-Winter, B., Schüler, S., Stahnke, R. & Blömeke, S. (2015). Effective CPD on a large scale: examining the development of multipliers. *ZDM – Mathematics Education*, 47(1), 13–25.
- Sang G., Valcke, M., van Braak, J., & Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviours with educational technology, *Computer & Education*, 54, 103–112.
- Scheiter, K., Gerjets, P., & Schuh, J. (2010). The acquisition of problem-solving skills in mathematics: How animations can aid understanding of structural problem features and solution procedures. *Instructional Science*, 38, 487–502.
- Scherer, P., & Steinbring, H. (2006). Noticing Children's Learning Processes – Teachers Jointly Reflect Their Own Classroom Interaction for Improving Mathematics Teaching. *Journal for Mathematics Teacher Education*, 9(2), 157–185.
- Scherer, P., Söbbeke, E., & Steinbring, H. (2004). *Praxisleitfaden zur kooperativen Reflexion des eigenen Mathematikunterrichts*. Arbeiten aus dem Institut für Didaktik der Mathematik der Universität Bielefeld. Occasional Paper (189).
- Schilling, S. G., Blunk, M. & Hill, H.C. (2007). Test Validation and the MKT Measures: Generalizations and Conclusions. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives* (5), 2–3, 118–127.

- Schmidt, W. H., Blömeke, S. & Tatto, M. T. (2011). *Teacher Education Matters. A Study of The Mathematics Teacher Preparation from Six Countries*. New York: Teachers' College Record.
- Seidel, T., Schwindt, K., Rimmele, R., & Prenzel, M. (2008). Konstruktivistische Überzeugungen von Lehrpersonen: Was bedeuten sie für den Unterricht? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 9*, 259–276.
- Selter, C. (2006). Adressaten- und Berufsbezug in der Lehrerbildung. Konzeptionelles und Beispiele aus der Mathematik. *Journal für Lehrerbildung, H. 2*, S. 57–64.
- Selter, C., Gräsel, C. & Trempler, K. (2015). Effects of different variations of in-service training for primary mathematics teachers. *ZDM – Mathematics Education*, 47(1), 65–77.
- Shulman, L. S. (1985). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In M. C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of Research on Teaching* (3. Aufl., S. 3–36). New York: Macmillan.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Havard Educational Research*, 57, 1–22.
- Sowder, J. (2007). The Mathematical Education and Development of Teachers. In Lester, F.K. (Hrsg.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of Teachers of Mathematics, Bd. 1* (S. 157–223). Charlotte: Information Age Pub.
- Staub, F. & Stern, E. (2002). The nature of teacher's pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94, 344–355.
- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H., and Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development. Best Evidence Synthesis Iteration*. Wellington, New Zealand: Ministry of Education.
- Tulodziecki, G., Grafe, S., & Herzig, B. (2013). *Gestaltungsorientierte Bildungsforschung und Didaktik. Theorie – Empirie – Praxis*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (Hrsg.) (2006). *Educational design research*. London: Routledge.
- Wassong, T. & Biehler, R. (2010). A model for teacher knowledge as a basis for online courses for professional development of statistics education. In Reading, C. (Hrsg.). *Proceedings of ICOTS 8, Ljubljana, July 2010*. Voorburg: IASE.
- Weinert, F. E. (1999). *Konzepte der Kompetenz. Gutachten zum OECD-Projekt „Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo)“*. Neuchatel, Schweiz: Bundesamt für Statistik.

Weissenrieder, J., Rösken-Winter, B., Schueler, S., Binner, E. & Blömeke, S. (2015). Scaling CPD through professional learning communities: Development of teachers' self-efficacy in relation to collaboration. *ZDM – Mathematics Education*, 47(1), 27–38.

Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W.-Y., Scarloss, B. & Shapley, K. L. (2007). *Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement* (Issues & Answers Report, REL 2007–No. 033). Washington, DC: U.S. Department of Education.