

Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik
und Lehrerbildung Mathematik

Rolf Biehler · Thomas Lange
Timo Leuders · Bettina Rösken-Winter
Petra Scherer · Christoph Selter
Hrsg.

Mathematik- fortbildungen professionalisieren

Konzepte, Beispiele und Erfahrungen
des Deutschen Zentrums
für Lehrerbildung Mathematik



Springer Spektrum

Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik

Reihenherausgeber

R. Biehler (geschäftsführender Herausgeber), Universität Paderborn, Deutschland

A. Beutelspacher, Justus-Liebig-Universität Gießen, Deutschland

L. Hefendehl-Hebeker, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Deutschland

R. Hochmuth, Leibniz Universität Hannover, Deutschland

J. Kramer, Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland

S. Prediger, Technische Universität Dortmund, Deutschland

Die Lehre im Fach Mathematik auf allen Stufen der Bildungskette hat eine Schlüsselrolle für die Förderung von Interesse und Leistungsfähigkeit im Bereich Mathematik-Naturwissenschaft-Technik. Hierauf bezogene fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeit liefert dazu theoretische und empirische Grundlagen sowie gute Praxisbeispiele.

Die Reihe „Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik“ dokumentiert wissenschaftliche Studien sowie theoretisch fundierte und praktisch erprobte innovative Ansätze für die Lehre in mathemathikhaltigen Studiengängen und allen Phasen der Lehramtsausbildung im Fach Mathematik.

Weitere Bände dieser Reihe finden Sie unter
<http://www.springer.com/series/11632>

Rolf Biehler · Thomas Lange · Timo Leuders ·
Bettina Rösken-Winter · Petra Scherer ·
Christoph Selter
(Hrsg.)

Mathematikfortbildungen professionalisieren

Konzepte, Beispiele und Erfahrungen des
Deutschen Zentrums für Lehrerbildung
Mathematik

 Springer Spektrum

Herausgeber

Rolf Biehler
Universität Paderborn
Paderborn, Deutschland

Bettina Rösken-Winter
Humboldt-Universität zu Berlin
Berlin, Deutschland

Thomas Lange
Deutsches Zentrum für Lehrerbildung
Mathematik (DZLM)
Berlin, Deutschland

Petra Scherer
Universität Duisburg-Essen
Essen, Deutschland

Timo Leuders
Pädagogische Hochschule Freiburg
Freiburg, Deutschland

Christoph Selter
Technische Universität Dortmund
Dortmund, Deutschland

Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik
ISBN 978-3-658-19027-9 ISBN 978-3-658-19028-6 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-19028-6>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Ulrike Schmickler-Hirzebruch

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Jürg Kramer zum 60. Geburtstag

Vorwort

Zur Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrern in Deutschland herrscht doppelter Konsens aller Beteiligten und Betroffenen: Sie ist einerseits von hoher Bedeutung für die Qualität im Bildungswesen, und sie bedarf andererseits methodisch, strukturell und inhaltlich der Weiterentwicklung. Mittlerweile zeichnet sich (auch aufgrund empirischer Befunde) ab, dass eine nachhaltig wirksame Lehrerfortbildung ein andauernder Prozess als *continuous professional development (CPD)* sein muss. Um dies zu gewährleisten, sind nicht nur substantielle Ressourcen und Strukturen im Fortbildungssystem nötig (etwa wie in der Fortbildung im Medizinbereich), sondern auch zeitgemäße und wissenschaftlich fundierte Inhalte und fortbildungsdidaktische Konzepte. Hier sind (neben den ohnehin zuständigen und etablierten Institutionen) die Hochschulen gefragt, die sich immer schon im Bereich der Lehrerfortbildung engagiert haben, auch die dritte Phase der Lehrerbildung theorie- und forschungsgeleitet zu unterstützen.

In dieser Situation haben sich auf Initiative und mit Förderung der Deutsche Telekom Stiftung Mathematikdidaktikerinnen und Mathematikdidaktiker an aktiven Standorten im Jahre 2006 zum Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) zusammengeschlossen, um modellhaft eine neue Struktur aufzubauen und so eine neue Qualitätsstufe im Bereich der fachbezogenen Fortbildung zu erreichen. Die Baustellen, an denen die zahlreichen Mitglieder des DZLM tätig waren, sind vielfältig: Konzeption, Erprobung und Dissemination von modellhaften Fortbildungen, Erschließung der bestehenden Fortbildungsstrukturen sowie Beiträge zur nationalen und internationalen Fortbildungsforschung. Durch die Aktivitäten der letzten Jahre ist das Kürzel DZLM zu einem Siegel für praxisrelevante und wissenschaftlich fundierte Mathematikfortbildungskonzepte geworden, die sich zentralen und akuten Themen wie dem Umgang mit Heterogenität oder der Fortbildung fachfremder Lehrpersonen annehmen.

Der vorliegende Band dokumentiert einen Zwischenstand der Arbeit und versammelt Ergebnisse und Befunde der ersten Phase des DZLM. Mittlerweile ist das Zentrum in eine zweite Phase übergegangen, in der es noch stringenter die Ebene der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren fokussiert und gezielte Fortbildungsforschung betreibt, mit dem Ziel, zu einer festen Einrichtung im deutschen Fortbildungssystem zu werden. Leserinnen und Leser dieses Bandes – also all diejenigen, die an einer Weiterentwicklung ihrer Fortbildungsaktivitäten und Fortbildungsstrukturen interessiert sind, können sich einen Eindruck

der Breite der Entwicklungs- und Forschungstätigkeiten verschaffen. Die aktuellen Fortschritte können sie jederzeit auf der Webseite des DZLM (www.dzlm.de) einsehen. Die Herausgeberinnen und Herausgeber dieses Bandes wünschen dabei anregende Erfahrungen und nützliche Einsichten.

Rolf Biehler,
Thomas Lange,
Timo Leuders,
Bettina Rösken-Winter,
Petra Scherer,
Christoph Selter

Inhaltsverzeichnis

Teil I Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Das DZLM – Eine Initiative der Deutsche Telekom Stiftung | 3 |
| | Ekkehard Winter, Dietmar Schnelle und Gerd Hanekamp | |
| 2 | Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik – DZLM | 7 |
| | Bärbel Barzel, Rolf Biehler, Sigrid Blömeke, Regine Brandtner, Julia Bruns, Christian Dohrmann, Ulrich Kortenkamp, Thomas Lange, Timo Leuders, Bettina Rösken-Winter, Petra Scherer und Christoph Selter | |
| 3 | Mathematik Anders Machen“ (MAM) – eine subjektive Retroperspektive vor dem Hintergrund des heutigen „Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik“ (DZLM) | 41 |
| | Günter Törner | |

Teil II Beispielprojekte des DZLM zur Professionalisierung von Mathematikfortbildungen

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Fachliche Qualifizierung von Lehrpersonentandems mit Unterstützung von Unterrichtsentwicklung konzeptionell verbinden | 59 |
| | Elke Binner und Marianne Grassmann | |
| 5 | Empirische Befunde zur beruflichen Situation von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren für den Mathematikunterricht an Grundschulen . . . | 79 |
| | Stephanie Schuler und Gerald Wittmann | |
| 6 | Entwicklung und Erprobung einer internetgestützten einjährigen Lehrerfortbildung „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ für Primarstufenlehrpersonen | 99 |
| | Hans-Dieter Sill und Grit Kurtzmann | |

-
- 7 Geometrie dynamisch interpretieren und kompetenzorientiert unterrichten – Konzept und Evaluation der viertägigen Fortbildungsreihe Geometrie kompakt** 117
Ana Kuzle, Rolf Biehler, Wilfried Dutkowski, Hans-Jürgen Elschenbroich, Gaby Heintz und Katrin Hollendung
- 8 Konzeptionelles und Beispiele aus der Arbeit des Projekts PIKAS** 143
Christoph Selter und Martin Bonsen
- 9 Kompetenzorientierter Mathematikunterricht in der Grundschule – ein Qualifizierungskurs für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren** . . . 165
Karina Höveler, Maren Laferi und Christoph Selter
- 10 „MAMUTH“ in Thüringen – eine Mammut-Aufgabe erfolgreich gestartet** 189
Heike Hahn, Regina Möller und Ute Alsdorf
- 11 Fortbilden lernen – ein mathematikdidaktisches Qualifizierungskonzept für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren** 207
Bettina Rösken-Winter, Stephan Hußmann und Susanne Prediger
- 12 Lerngelegenheiten für Mathematisches Argumentieren, Modellieren und Problemlösen (LEMAMOP)** 225
Regina Bruder und Ulf-Hermann Krüger
- 13 Unterrichtsentwicklung und Professionalisierung im Verbund – Konzepte und Umsetzung im KOSIMA-Projekt und -Netzwerk** 249
Lars Holzäpfel, Bärbel Barzel, Stephan Hußmann, Timo Leuders, Susanne Prediger und Judith Blomberg
- 14 Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht der Grundschule – Erfahrungen und Ergebnisse einer Fortbildungsmaßnahme für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren** 265
Petra Scherer und Martina Hoffmann
- 15 Entwicklung einer Fortbildung zu allgemeindidaktischen und fachdidaktischen Aspekten des Differenzierens** 281
Timo Leuders, Claudia Schmaltz und Ralf Erens
- 16 Mathe kompakt – Entwicklung und Erprobung eines Kurses für Mathematik fachfremd unterrichtende Grundschullehrpersonen** . . . 299
Luise Eichholz und Christoph Selter
- 17 ProFFunt 5/6 – Konzept und Erfahrungen** 319
Anselm Lambert und Matthias Römer

| | | |
|-----------|--|-----|
| 18 | Ffunt@OWL – Ein Zertifikatskurs für fachfremd Mathematik unterrichtende Lehrpersonen | 341 |
| | Steffen Lünne und Rolf Biehler | |
| 19 | Moderatorenfortbildung zur Unterstützung fachfremd unterrichtender Lehrpersonen in Mathematik (Moffunt) | 363 |
| | Angelika Bikner-Ahsbahs und Hans Dieter von Zelewski | |
| 20 | Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen: Entwicklung und Durchführung einer Fortbildungsreihe | 395 |
| | Marcel Klinger, Daniel Thurm, Bärbel Barzel, Gilbert Greefrath und Andreas Büchter | |
| 21 | EmMa – Fortbildung für elementarpädagogische Fachperson zur frühen mathematischen Bildung | 417 |
| | Julia Bruns und Lars Eichen | |
| 22 | Berufsbegleitende Lehrerbildung als Profession verstehen – Konzeption eines Weiterbildungsmasterstudiengangs für Fort- und Ausbildende von Mathematiklehrpersonen | 435 |
| | Anke Lindmeier, Thomas Riecke-Baulecke und Bärbel Barzel | |

Teil I

**Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung
Mathematik (DZLM)**

Ekkehard Winter, Dietmar Schnelle und Gerd Hanekamp

Vergleichsstudien belegen, dass die Qualität der mathematischen Bildung an deutschen Schulen – immer noch – hinter internationalen Leistungen zurückbleibt. Mathematische Bildung ist aber unverzichtbar in einer Gesellschaft, die von Technik auf der Grundlage mathematischen Wissens und hohem Innovationstempo geprägt ist. Der Schlüssel zu besserer mathematischer Bildung liegt in der Aus- und Fortbildung der Lehrpersonen. Die berufsbiografisch orientierte Lehrerforschung zeigt, dass die Erstausbildung von Lehrpersonen alleine keine hinreichende Qualifizierung für den Beruf gewährleisten kann. Lehrerfortbildung soll in diesem Zusammenhang der Erhaltung und Erweiterung der beruflichen Kompetenz der Lehrperson dienen.

Die Lehrerfortbildung kann in Deutschland als Teil oder „Dritte Phase“ der Lehrerbildung verstanden werden. Die Notwendigkeit zur Fortbildung lässt sich für den Lehrerberuf mindestens dreifach begründen:

- (1) Auf der gesellschaftlichen Ebene führen sich verändernde Bedingungen des Aufwachsens von Schülerinnen und Schülern und sich wandelnde gesellschaftliche Anforderungen an Bildung infolge einer fortschreitenden Technisierung, Spezialisierung und Digitalisierung zu neuen Herausforderungen. Die hiermit verbundenen Veränderungen der Bildungs- und Sozialisationsverhältnisse erfordern eine kontinuierliche Aktualisierung der pädagogischen Arbeit in Schulen und der hierfür notwendigen Kompetenzen der Lehrpersonen.

E. Winter (✉) · D. Schnelle · G. Hanekamp
Deutsche Telekom Stiftung
Bonn, Deutschland
E-Mail: ekkehard.winter@telekom-stiftung.de

D. Schnelle
E-Mail: dietmar.schnelle@telekom-stiftung.de

G. Hanekamp
E-Mail: gerd.hanekamp@telekom-stiftung.de

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2018

R. Biehler et al. (Hrsg.), *Mathematikfortbildungen professionalisieren*,
Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-19028-6_1

- (2) Der Umgang mit beruflichen Anforderungen gerät für viele Lehrpersonen mehr und mehr zu einer nur schwer zu bewältigenden Herausforderung. Damit berufliche Anforderungen nicht zu Belastungen werden und der gesundheitliche Status aufrechterhalten beziehungsweise verbessert werden kann, bedarf es gezielter Maßnahmen auf individueller Ebene und auf Ebene der Schule als sozialer Organisation.
- (3) Weiterentwicklung und Innovationen sind im Bildungswesen kaum ohne unterstützende Lehrerfortbildungen möglich. Viele schulische Reformen beziehen sich auf Kerndimensionen des Handelns von Lehrpersonen (z. B. Unterrichtsentwicklung oder Kompetenzorientierung) und erfordern von diesen teilweise fundamentale Anpassungen ihres Handelns. Eine Veränderung der Qualität des Handelns von Lehrpersonen über eine Veränderung der Erstausbildung wird aber erst nach Jahren sichtbar, weshalb auch die im Dienst befindlichen Akteure erreicht werden müssen. Im Rahmen von Modellversuchen und Reforminitiativen wurde die erste, teilweise auch die zweite Phase der Lehrerbildung erreicht. Für den Bereich der Fort- und Weiterbildung im Sinne einer kontinuierlichen professionellen Entwicklung (Continuous Professional Development, CPD) lässt sich gleiches noch nicht konstatieren.

Dringende Reformen als Antwort auf die Ergebnisse internationaler Schulleistungstudien erfordern eine fachbezogene Lehrerfortbildung, damit auch kurz- bis mittelfristig Effekte erwartet werden können. Zur Unterstützung der Fortbildung gibt es in allen Bundesländern besondere Einrichtungen bzw. spezifische Strukturen. Allerdings stoßen diese Regelunterstützungssysteme – die Lehrerfortbildungsinstitute der Länder – hinsichtlich der Durchführung von Forschung und forschungsbasierter Umsetzung der Erkenntnisse nicht selten an Grenzen.

Die Deutsche Telekom Stiftung startete im September 2006 das Lehrerfortbildungsprojekt „Mathematik anders machen“ (siehe Kap. 3). Darin wurden Mathematiklehrerinnen und -lehrer aller Schulformen bei der Konzeption ihrer Unterrichtsinhalte unterstützt. In praxisnahen Fortbildungen erfuhren sie, wie sich Themenfelder der Mathematik vermitteln lassen.

Nach einigen Jahren der Erfahrung mit Mathematik anders machen und erfolgreichen Mathematik-Projekten wie Kinder rechnen anders, PikAs oder Mathe sicher können, hatte die Stiftung zu Jahresbeginn 2009 die Expertengruppe „Mathematik entlang der Bildungskette“ einberufen. Deren Ziel war es, die Formen und Bedingungen der Konstruktion von Kompetenz im Lebenslauf exemplarisch für die Mathematik zu analysieren. Auf der Grundlage dieser Analyse wurden Wege zu kohärenten Bildungsbiografien aufgezeigt. Die zentrale Empfehlung der Kommission lautete: Einrichtung eines Nationalen Fortbildungszentrums Mathematik (Tenorth et al. 2010). Dieses Zentrum sollte mit allen Akteuren im Feld zusammenarbeiten, und der strategische Ansatzpunkt der Veränderung sollte das pädagogische Personal sein. Praxisentwicklung, konzentriert auf die einzelne Einrichtung, und Professionalisierung sollten das Lernen der Mathematik vor Ort verbessern. Das Zentrum sollte dabei als Ort der Information, Dokumentation, Qualitätssicherung, Programmentwicklung und Fortbildung, insbesondere von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, dienen.

Die Deutsche Telekom Stiftung griff die Empfehlung der Expertinnen und Experten auf und schrieb im November 2010 in einem Wettbewerbsverfahren die Gründung eines „Nationalen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik“ aus. Es bewarben sich sieben Verbände mit 24 Hochschulen. Die zentralen Anforderungen der Ausschreibung lauteten:

- Aufbau eines Weiterbildungsstudiengangs zur weiteren Professionalisierung von Mathematik-Multiplikatorinnen und -multiplikatoren in den Fortbildungssystemen der Länder.
- Aufbau und kontinuierliche Weiterentwicklung einer bundesweiten Informationsplattform für Mathematiklehrerinnen und -lehrer.
- Angebot von bundesweit verfügbaren Fortbildungen für Mathematiklehrerinnen und -lehrer des Grund- und Hauptschulbildungsgangs.
- Kontinuierlicher Dialog mit den Bildungsadministrationen der Länder, insbesondere über einen beim Zentrum einzurichtenden Länderbeirat.

Von einem internationalen Expertengremium wurde ein Hochschulkonsortium ausgewählt. Unter der Leitung der Humboldt-Universität zu Berlin nahmen 2011 die Universitäten Bochum, Duisburg-Essen, Paderborn, die Deutsche Universität für Weiterbildung und die Freie Universität Berlin die Arbeit auf. Schon wenige Monate später wurde das Konsortium um die Technische Universität Dortmund und die Pädagogische Hochschule Freiburg erweitert.

Seitdem arbeitet das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) mit seinem Direktor Jürg Kramer sehr erfolgreich an der Verbesserung der Lehrerbildung in Deutschland und hat sich zu einem unverzichtbaren Element in der Fortbildungslandschaft und einer länderübergreifenden Strukturinnovation der Lehrerbildung entwickelt. Ein entscheidender, über die Mathematik hinausweisender Beitrag ist die Etablierung kontinuierlicher Fortbildungsmodule und kooperativer Lernformen von Lehrpersonen (Professionelle Lerngemeinschaften) auf lokaler und regionaler Ebene (vgl. Abschn. 2.6). Entsprechend konzentriert sich das DZLM in der Forschung neben der Mathematikdidaktik auf die Gestaltung und Durchführung von sowie Begleitforschung zu Fort- und Qualifizierungsmaßnahmen. Dabei ist die standortübergreifende Förderung von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern und ihrer Forschungsvorhaben ein weiteres Alleinstellungsmerkmal des Zentrums.

Mit dem 30. September 2016 endete die erste Förderphase des DZLM. In der 2. Förderphase, bis zum 31.12.2019, gilt es nun, diese gute Arbeit auszubauen, weitere Impulse im Feld zu setzen, um damit das Ziel einer dauerhaften Verankerung in der deutschen Lehrerfortbildungslandschaft zu erreichen.

Literatur

Tenorth, H. E., Blum, W., Heinze, A., Peter-Koop, A., Post, M., Selter, C., Tippelt, R. & Törner, G. (Hrsg.). (2010). *Mathematik entlang der Bildungskette*. Bonn: Deutsche Telekom Stiftung.

Bärbel Barzel, Rolf Biehler, Sigrid Blömeke, Regine Brandtner, Julia Bruns, Christian Dohrmann, Ulrich Kortenkamp, Thomas Lange, Timo Leuders, Bettina Rösken-Winter, Petra Scherer und Christoph Selter

2.1 Einleitung und Überblick

2.1.1 Ziel und Ansatz des DZLM

Im vorangegangenen Kapitel wurde die Vorgeschichte beschrieben, wie es durch Initiative der Deutsche Telekom Stiftung zur Gründung des DZLM gekommen ist. In diesem zweiten Kapitel werden die Tätigkeitsfelder und Konzepte des DZLM in seiner ersten Förderphase vom 01.10.2011 bis 30.09.2016 beschrieben.

B. Barzel (✉) · P. Scherer
Universität Duisburg-Essen
Essen, Deutschland
E-Mail: baerbel.barzel@uni-due.de

P. Scherer
E-Mail: petra.scherer@uni-due.de

R. Biehler
Universität Paderborn
Paderborn, Deutschland
E-Mail: rolf.biehler@upb.de

S. Blömeke
Centre for Educational Measurement (CEMO)
Oslo, Norwegen
E-Mail: sigrid.blomeke@cemo.uio.no

R. Brandtner · T. Lange
Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)
Berlin, Deutschland
E-Mail: regine.brandtner@dzlm.de

T. Lange
E-Mail: thomas.lange@math.hu-berlin.de

Das Ziel des DZLM ist die Professionalisierung von Mathematiklehrkräften durch Fortbildungen und Unterstützungsangebote, um die Kompetenzen der Lehrkräfte zu fördern und letztlich die Mathematikleistungen der Schülerinnen und Schüler durch eine Weiterentwicklung des Unterrichts zu verbessern. Bereits im vorangegangenen Kapitel wurde ausgeführt, dass ein wichtiger Schlüssel zu besserer mathematischer Bildung in der Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte liegt.

Um das Ziel der Neu- und Weiterentwicklung von effektiven Fortbildungen zu erreichen, beforcht, entwickelt und implementiert das DZLM Fortbildungsmaßnahmen modellhaft, aber konkret. Dabei fokussiert sich das DZLM auf die Qualifizierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, also Mathematiklehrpersonen, die andere Mathematiklehrpersonen fortbilden, beraten, unterstützen und deren Unterrichtsentwicklungsprozesse begleiten. Qualifizierte Multiplikatorinnen und Multiplikatoren ermöglichen die Verbreitung von innovativen, relevanten und wirksamen Fortbildungskonzepten und -materialien.

Für ein solches kaskadierendes Modell der Verbreitung (des Scaling-Ups) von Fortbildungen oder Unterstützungsmaßnahmen (Maaß und Artigue 2013) ist ein essentieller Erfolgsfaktor die Unterstützung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren.

J. Bruns
Universität Osnabrück
Osnabrück, Deutschland
E-Mail: julia.bruns@uni-osnabrueck.de

C. Dohrmann · U. Kortenkamp
Universität Potsdam
Potsdam, Deutschland
E-Mail: christian.dohrmann@uni-potsdam.de

U. Kortenkamp
E-Mail: ulrich.kortenkamp@uni-potsdam.de

T. Leuders
Pädagogische Hochschule Freiburg
Freiburg, Deutschland
E-Mail: leuders@ph-freiburg.de

B. Rösken-Winter
Humboldt-Universität zu Berlin
Berlin, Deutschland
E-Mail: bettina.roesken-winter@hu-berlin.de

C. Selter
Technische Universität Dortmund
Dortmund, Deutschland
E-Mail: christoph.selter@tu-dortmund.de

2.1.2 Unterstützung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren

Multiplikatorinnen und Multiplikatoren können über eine personale und/oder eine materiale Strategie unterstützt werden. Bei der personalen Strategie werden Multiplikatorinnen und Multiplikatoren durch Qualifizierungskurse und bei der materialen Strategie durch Materialien und Konzepte unterstützt, welche diese in Fortbildungen für Lehrkräfte verwenden können. In der ersten Förderphase hat sich das DZLM vor allem auf die Entwicklung und Implementierung von Qualifizierungskursen für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren konzentriert. Es wurden zwar bereits erste Materialien für die Verwendung in Fortbildungen auf der Webseite des DZLM bereitgestellt, etwa im Rahmen des PIKAS-Projekts (pikas.dzlm.de), aber erst in der zweiten Förderphase des DZLM vom 01.10.2016 bis 31.12.2019 werden systematisch solche Materialien zu Fokusthemen des DZLM aufbereitet und auf der DZLM-Webseite zur Verfügung gestellt.

2.1.3 Implementierung im Regelsystem

Die Implementierung von Fortbildungen und Unterstützungsangeboten sind im Regelsystem eine Aufgabe der Landesinstitute, Bezirksregierungen und/oder Schulämter der einzelnen Bundesländer. Dafür werden zum einen externe Referentinnen oder Referenten auf Honorarbasis für die Durchführung von Fortbildungen gewonnen, oft in Form von Tages- oder Halbtagesveranstaltungen, seltener in Fortbildungsreihen oder als mehrtägige Kurse. Zum anderen werden Fortbildungen von Multiplikatorengruppen zu bestimmten besonders relevanten Themen angeboten.

Diese Multiplikatorengruppen können temporär und projektbezogen oder permanent sein. Zeitlich befristete Multiplikatorengruppen können bspw. die Implementation von neuen Rahmenplänen begleiten oder werden durch eine zeitlich befristete Finanzierung für innovative oder aktuell herausfordernde Themen zusammengestellt. Der Auftrag von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren kann die Beratung von Schulen und/oder Mathematikkollegien sein inkl. der Organisation von entsprechenden (schulinternen) Fortbildungen mit geeigneten Referentinnen oder Referenten und/oder die Durchführung von Fortbildungen durch die Multiplikatorinnen und Multiplikatoren selbst. Das heißt sie können Beratende und/oder Fortbildende sein.

Neben allgemeinen Beraterinnen und Beratern für Schulentwicklung oder für (vermeintlich) fachübergreifende Themen wie Inklusion oder Sprachförderung gibt es fachbezogene Beraterinnen und Berater für die Unterrichtsentwicklung in bestimmten Fächern wie Mathematik. Beispiele sind das Beratersystem des Pädagogisches Landesinstituts Rheinland-Pfalz oder das Beratungs- und Unterstützungssystem für Schulen und Schulämter (BUSS) in Brandenburg.

Die Zuständigkeiten für die Fortbildung von Lehrkräften und die Qualifizierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren sind in den Bundesländern verschieden geregelt. Insbesondere gibt es selbstverständlich Unterschiede zwischen Stadtstaaten wie Berlin

oder Hamburg und Flächenländern wie Nordrhein-Westfalen oder Baden-Württemberg. Die Zuständigkeiten sind teilweise abhängig von Schulstufe und -typ. Zum Beispiel sind im Flächenland Bayern die Schulämter für die Fortbildungen für Grundschullehrkräfte zuständig, für die Mittelschule die Bezirksregierungen und für die Gymnasien direkt das Ministerium. Auch das Zusammenspiel zwischen Ministerien und Landesinstituten kann von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich sein. Die Landesinstitute sind formal den Ministerien unterstellt und arbeiten in der Regel auf Grundlage von jährlichen Zielvereinbarungen mit den Ministerien. Diese Zielvereinbarungen können vom Ministerium politisch vorgegeben werden oder werden vom Landesinstitut vorgeschlagen und dann mit dem Ministerium abgestimmt.

Insgesamt ist das Angebot an fachbezogenen Mathematikfortbildungen eher schmal und teilweise unsystematisch. Die Qualifizierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren im Regelsystem ist sehr unterschiedlich. Es gibt einige wenige permanente Multiplikatorensysteme mit vorgegebenen Qualifizierungsprogrammen, die Wahlmöglichkeiten zulassen, und teilweise nach einem Portfolio-Prinzip funktionieren. Ein Teil der Qualifizierungsprogramme sind fachbezogene Veranstaltungen, für die das DZLM forschungsbasierte Unterstützung anbietet.

2.1.4 Das DZLM als Brücke zwischen Forschung und Praxis

Das DZLM ist etwas überspitzt formuliert kein weiteres Landesinstitut neben den bestehenden Landesinstituten der Bundesländer, sondern unterstützt diese in ihrer Arbeit, in dem es eine Brücke von der mathematikdidaktischen Forschung und der Professionalisierungsforschung zur Umsetzung in der Praxis schlägt. Der Transfer von Forschungserkenntnissen in die Praxis, zum Beispiel über Lern-Prozesse und Wirkungen in und von Fortbildungen für Lehrkräfte sowie zu Lernprozessen von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in Qualifizierungen und zu deren Lehrprozessen in Fortbildungen für Lehrkräfte, ist ein Alleinstellungsmerkmal des DZLM: Es gibt keine vergleichbare Einrichtung, die dies systematisch und in dem Umfang leistet.

Für die Entwicklung von Fortbildungen und Qualifizierungen auf Basis dieser Forschungserkenntnisse hat das DZLM einen theoretischen Rahmen entwickelt, welcher zum einen die inhaltliche Ausrichtung beschreibt, also welche Kompetenzen der Lehrpersonen und Multiplikatorinnen/Multiplikatoren in Fortbildungen bzw. Qualifizierungen gefördert werden sollen, und zum anderen die forschungsbasierte Gestaltung von effektiven Fortbildungen und Qualifizierungen zusammenfasst. Der Kompetenzrahmen wird in Abschn. 2.2 vorgestellt, die sechs DZLM-Gestaltungsprinzipien werden anschließend in Abschn. 2.3 konkretisiert.

2.1.5 Forschung und Entwicklung im DZLM

Forschungsprojekte und entsprechende Publikationen gibt es einerseits aus der fachübergreifenden Professionalisierungsforschung und andererseits fachbezogen aus der Mathematikdidaktik, hier jedoch vorrangig auf der Ebene des Unterrichts. Für das Forschungsfeld „Gegenstandsbezogene Professionalisierungsforschung für Mathematiklehrkräfte“ gibt es bisher nur wenige Projekte und Publikationen, insbesondere für die Ebene der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren. Daher berücksichtigt das DZLM nicht nur Forschungserkenntnisse bei der Entwicklung und Durchführung von Fortbildungsangeboten, sondern nutzt den einmaligen Zugang zum Feld auch zur Anregung und Durchführung innovativer gegenstandsbezogener Fortbildungsforschung, deren Erkenntnisse dann in die Weiterentwicklung von Fortbildungsangeboten im Sinne von Design-Based Research fließen.

Das Alleinstellungsmerkmal der Forschung des DZLM gegenüber der allgemeinen Bildungs-, Unterrichts-, Professions- und Professionalisierungsforschung ist ihre Fach- und Gegenstandsbezogenheit und Gegenstandsspezifität. Die Mathematikdidaktik beschäftigt sich gegenstandsbezogen mit Lehr- und Lernprozessen von Schülerinnen und Schülern im Unterricht und teilweise auch mit dem fachspezifischen Professionswissen für die Ausbildung von Mathematiklehrkräften. Diese Forschung auf der Unterrichtsebene ist eine sehr wichtige Basis für die Forschung und Entwicklung des DZLM auf der Fortbildungs- und Qualifizierungsebene, für die das DZLM die mathematikdidaktische Expertise in Deutschland bündelt und systematisiert. Die Forschung des DZLM zu Prozessen und Wirkungen entlang der Wirkungskette von den Multiplikatorinnen und Multiplikatoren über die Lehrkräfte bis zu den Schülerinnen und Schülern wird in Abschn. 2.4 näher beschrieben.

Die forschungsbasierte Entwicklung (und Implementation) von Fortbildungen für Lehrkräfte, fachfremd unterrichtende Lehrkräfte und elementarpädagogische Fachpersonen sowie von Qualifizierungen für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren wird im Abschn. 2.5 zusammengefasst. Das DZLM entwickelt für diese Zielgruppe sowohl landesspezifische als auch länderübergreifende Angebote und etabliert entsprechende Qualitätsstandards. Darüber hinaus wurde ein länderübergreifendes Curriculum entwickelt, das u. a. auch Grundlage für den Weiterbildungs-Masterstudiengang für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren ist, der in Abschn. 3.1 vorgestellt wird.

Eine zentrale Herausforderung bei allen Fortbildungs- und Qualifizierungskursen ist die Sicherstellung der Nachhaltigkeit dieser Kurse. Zwar sind die Kurse des DZLM langfristig und praxisnah mit Erprobungsphasen im Unterricht konzipiert, aber welche und in welchem Umfang Veränderungen der Unterrichtspraxis auch nach längerer Zeit noch feststellbar sind, ist eine offene Frage. Zielführend könnte hier die Verankerung der Impulse aus den Kursen im Schul- oder Fortbildungsalltag durch kontinuierlichen Austausch und gemeinsame Weiterentwicklung mit Kolleginnen und Kollegen bzw. in Netzwerken von Lehrkräften oder Multiplikatorinnen bzw. Multiplikatoren sein. Professionelle

Lerngemeinschaften (PLGen) sind eine mögliche Form der kollegialen fachbezogenen Unterrichtsentwicklung, die in Abschn. 2.6 genauer vorgestellt wird.

2.1.6 Transfer von entwickelten Fortbildungen in die Praxis

Für die Implementation der entwickelten Fortbildungskurse und -konzepte für Lehrpersonen bzw. der Qualifizierungskurse für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren ist eine enge Vernetzung und Kooperation mit dem Regelsystem essentiell, auch wenn das DZLM vereinzelt Kurse unabhängig davon angeboten hat und anbietet. Auch gemeinsame Kursentwicklungen mit Multiplikatorinnen und Multiplikatoren des Regelsystems finden punktuell statt. In Abschn. 2.7 wird erläutert, wie das DZLM sich mit dem Regelsystem, aber auch mit der Mathematikdidaktik und Bildungsforschung sowie intern als verteiltes multilokales Zentrum vernetzt und wie miteinander kooperiert wird.

Nicht zuletzt ist die interne und externe Kommunikation und Informationsbereitstellung des DZLM hinsichtlich verschiedener und heterogener Zielgruppen ein essentieller Bestandteil der Arbeit des DZLM, der in Abschn. 2.8 vorgestellt wird.

2.1.7 Beispiele für Qualifizierungs- und Fortbildungsprojekte des DZLM

Eine Vielzahl von Beispielen für konkrete Qualifizierungs- und Fortbildungsprojekte des DZLM für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, Lehrkräfte, auch speziell für fachfremd unterrichtende Lehrkräfte und elementarpädagogischer Fachpersonen, wird in Kap. 3 beschrieben.

2.2 Der DZLM-Kompetenzrahmen

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 et al. 2008). In den empirischen Studien zur Kompetenzerfassung bei angehenden und praktizierenden Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern (v. a. TEDS-M; Blömeke et al. 2011a, 2012a; 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 Ma-

| Professionswissen Fachbezogen* | | | Fächerübergreifend | Überzeugungen | |
|--|---|--|--|---|--|
| Mathematisches Wissen | Mathematikdidaktisches Wissen | Pädagogisches Wissen | Mathematikbezogene Überzeugungen | Selbstbezogene Überzeugungen | |
| Leitideen Zahl Messen Raum und Form Funktionaler Zusammenhang Daten und Zufall | Kompetenzorientierter Mathematikunterricht Leitideen guten Unterrichts Leistungs-feststellung/-bewertung Umgang mit Werkzeugen Prozess-bezogene 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 | |
| Mathematische Prozesse Argumentieren Problemlösen Modellieren Darstellungen verwenden Symbolisch, formal und technisch mit Mathematik umgehen Kommunizieren | Mathematische Lehr- und Lernprozesse 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 Didaktik der Erwachsenenbildung Gestaltungsprinzipien effektiver Fortbildungen | Beratung, Mentoring und Coaching Professionelle Lerngemeinschaften | Systemische Vernetzung und Kooperation Fortbildungsplanung und -organisation | Selbstwirksamkeit Beratung Relevanz von Gestaltungsprinzipien | Fachspezifische digitale Werkzeuge Lern-Plattformen E-Learning Online-Kommunikation | Interesse an Technik Medienbezogene Selbstwirksamkeit |

Abb. 2.1 Kompetenzrahmen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik. *Sternchen* exemplarisch für die Sekundarstufe I

thematik 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 (vgl. Abb. 2.1).

Die Angebote des DZLM richten sich an unterschiedliche Zielgruppen: Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer aller Schul-

formen, 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.

2.2.1 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 und 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 et al. 2010; Krauthausen und 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 et al. 2013; Beutelspacher et al. 2011).

Empirische Studien zeigen, dass die fachbezogenen Facetten der professionellen Kompetenz von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern eng miteinander zusammenhängen (Blömeke und Delaney 2012; Schilling et al. 2007; Krauss et al. 2008). Deutlich wird in diesen Studien zudem, dass das mathematikdidaktische Wissen besonders eng mit den im Mathematikunterricht erreichten Schülerleistungen zusammenhängt (Baumert et al. 2010; Kunter et al. 2013). Und schließlich werden im internationalen Vergleich spezifische Stärken-Schwächen-Profile angehender und praktizierender Mathematiklehre-

rinnen und Mathematiklehrer in Deutschland deutlich (Kunter et al. 2011; Schmidt et al. 2011). Besondere Probleme zeigen sich in diesem Kontext bei Lehrpersonen, die nicht hinreichend für den Mathematikunterricht ausgebildet sind (Blömeke et al. 2011b; Blömeke und 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.

2.2.2 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 und Greeno 1986; Leder et al. 2002; Reusser et al. 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 et al. 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 und Stern 2002; Seidel et al. 2008). Die fachbezogenen Überzeugungen weisen dabei einen engen Zusammenhang zum fachbezogenen Wissen auf (Blömeke et al. 2012b).

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.

2.2.3 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 und 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 und Noss 2003; Scheiter et al. 2010). In einer integrativen Perspektive lassen sich diese Facetten auch als *technological pedagogical content knowledge* fassen (Mishra und Koehler 2006; Kramarski und 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 et al. 1999; Sang et al. 2010). Wie im Bereich der fachbezogenen Kompetenzen hängen Kognitionen und Überzeugungen auch im Bereich der Mediennutzung eng miteinander zusammen (Chen et al. 2009).

2.2.4 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 et al. 2015; Kuzle und Biehler 2015; Rösken-Winter et al. 2015b; Weißrieder et al. 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 et al. 2015a). 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.

2.3 Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen

Der Aufbau des zur Konsolidierung der Arbeit erforderlichen DZLM-Theorierahmens folgte neben der Frage zur inhaltlichen Ausrichtung (vgl. Abschn. 2.2) auch der Frage der methodischen Ausrichtung:

Welche Kriterien guter Fortbildung lassen sich aus dem Stand der Forschung ermitteln und können als Prinzipien qualitativ hochwertiger Fortbildung sowohl von Lehrpersonen als auch Multiplikatorinnen und Multiplikatoren identifiziert werden?

Die Erkenntnisse, die durch die Auseinandersetzung mit der zweiten Frage gewonnen wurden, sind der Schwerpunkt des vorliegenden Kapitels und in ausführlicherer Form in Barzel und Selter (2015) publiziert.

Zur Aufstellung der Gestaltungsprinzipien wurde durch die Autoren eine umfassende Recherche in der Literatur zur Lehr-Lernforschung und zur mathematikdidaktischen Forschung im Bereich professioneller Entwicklung von Lehrkräften durchgeführt. Die Kernaussagen der einzelnen Publikationen wurden strukturiert und zentrale Kriterien, die in mehreren Studien zu finden waren, expliziert.

2.3.1 Merkmale erfolgreicher Fortbildungen

Im Folgenden sollen zunächst Merkmale erfolgreicher Fortbildungen aufgezählt werden. Aus Platzgründen wird auf Literaturangaben weitgehend verzichtet und auf die ausführlichere Darstellung in Barzel und Selter (2015) verwiesen. Dabei wird zunächst zwischen inhaltlichen, organisatorischen und methodischen Merkmalen unterschieden.

Nimmt man *inhaltliche* Merkmale in den Blick, so kann die fachdidaktische oder fachliche Orientierung von Fortbildungen als zentrales Element gelten. So wurde mehrfach gezeigt, dass Lehrerfortbildungen, die das fachliche Lernen und Lehren thematisieren, wirksamer für die Veränderung des Unterrichtshandelns sind, als solche, die allgemeine Themen behandeln, z. B. pädagogische oder psychologische Fragestellungen.

Beim Blick auf *organisatorische* Merkmale wird die Langfristigkeit von Fortbildungen in vielen Arbeiten übereinstimmend als wichtigstes Merkmal erfolgreicher Fortbildungen hervorgehoben. Denn Handlungsrountinen, Überzeugungen und subjektive Theorien können durch kurzfristige Interventionen kaum verändert werden. Für die Veränderung des Unterrichts sind daher langfristig angelegte Fortbildungen sinnvoll, die mehrphasig aus

mehreren aufeinanderfolgenden Workshops bestehen. Zwischen diesen Workshops sollte den Lehrkräften Gelegenheit gegeben werden, das Erlernte in ihrer Praxis zu erproben und in Hinblick auf die Lernprozesse und -ergebnisse der Schülerinnen und Schüler zu reflektieren.

Bei der Identifizierung *methodischer* Merkmale zur konkreten Gestaltung lässt sich kein herausgehobenes Merkmal identifizieren, welches für den Fortbildungserfolg von zentraler Bedeutung zu sein scheint. Es sind vielmehr unterschiedliche Merkmale, die sowohl in der Literatur als wichtig herausgestellt werden als auch im Verlauf einer Expertenbefragung als zentral benannt werden. Die Strukturierung der vorhandenen Erkenntnisse führt zu sechs Punkten, die in der Realität vielfach vernetzt sind, hier aber aus analytischen Gründen getrennt voneinander aufgeführt werden.

Kompetenzorientierung Eine Orientierung an den von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einer Fortbildung zu erwerbenden inhaltlichen und methodischen Kompetenzen ist eine entscheidende Vorbedingung zu deren didaktischer und organisatorischer Gestaltung, welche dem Anspruch nachhaltiger Wirksamkeit genügt. Dabei sollten die angestrebten Kompetenzen als Ziele den Teilnehmenden transparent und bewusst gemacht werden, um damit auch eine Basis zur Reflexion und zur eigenen Vergewisserung zu schaffen.

Teilnehmerorientierung Die Forschung zeigt auf, dass Fortbildungen an individuellen Bedarfen und Überzeugungen anknüpfen, die die heterogenen individuellen Voraussetzungen der Teilnehmenden zielgerichtet aufgreifen und sie bedarfsorientiert im Hinblick auf ihre konkreten Aufgaben weiterentwickeln müssen. Die Teilnehmenden werden in erfolgreichen Fortbildungen nicht als eine Gruppe angesehen, deren Defizite schnell durch Informationsinput behoben werden könnten, sondern als aktive Lerner eingebunden.

Lehr-Lern-Vielfalt Den Teilnehmenden sollte ausreichend Zeit gewährt werden, sich auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Settings neue Kompetenzen anzueignen bzw. zu vertiefen. Der Mix aus von ihrerseits methodisch vielseitig gestalteten Präsenzphasen, Selbststudium, kollaborativem Arbeiten zu zweit oder in der Kleingruppe und E-Learningphasen dienen dann der Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen. Es wird Zeit und Freiheit gewährt, dass die Teilnehmenden selbst mit gestalten, ihre Selbstwirksamkeit erleben und Transferleistungen erbringen.

Fallbezug Damit Teilnehmende ihre Unterrichts- bzw. Fortbildungsroutinen und -praktiken verändern können, benötigen sie Anregungen und Möglichkeiten, wie die in der Fortbildung behandelten Themen in ihre konkrete Praxis übersetzt werden können. Dabei kann insbesondere die Orientierung an den Praxiserfahrungen der Teilnehmenden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Gestaltung der Fortbildungen bilden. So wird die direkte Umsetzbarkeit greifbar, was wiederum ein wichtiges Kriterium für die Zufriedenheit der Teilnehmenden einer Maßnahme darstellen kann.

Kooperationsanregung Ein fünftes Merkmal erfolgreicher Fortbildungen besteht in ihrem Potenzial, die Teilnehmenden zur Kooperation anzuregen, denn eine Veränderung von Handlungsroutrinen erfordert eine diskursive Auseinandersetzung in einer Gemeinschaft. Forschungsergebnisse stützen die Bedeutung kooperativen Vorgehens bei der Unterrichtsentwicklung.

Reflexionsförderung Die Forschung zeigt schließlich auf, dass erfolgreiche Fortbildungsprogramme aus einer Mischung von Phasen bestehen, die zunächst Aktionen in der Unterrichts- bzw. Fortbildungspraxis und anschließend Reflexionen über diese anregen. Die Teilnehmenden lernen auf diese Weise, über ihre Unterrichts- bzw. Fortbildungspraxis, über ihre professionellen Kompetenzen und über ihre Überzeugungen zu reflektieren und die Ergebnisse ihrer Reflexionen wiederum in die Praxis umzusetzen.

2.3.2 Die DZLM-Gestaltungsprinzipien

Auf dieser Grundlage wurden sechs Gestaltungsprinzipien formuliert und in einem anschließenden Schritt sowohl den Mitgliedern des DZLM-Vorstands, weiteren Experten aus Mathematikdidaktik und Fortbildungsforschung sowie Personen aus der Fortbildungspraxis vorgelegt. Aufgrund der Rückmeldungen wurden die Prinzipien in mehreren Schritten überarbeitet mit dem Ziel, theorie- und evidenzbasiert Gestaltungsprinzipien zu generieren, die auf einem breiten Konsens beruhen und damit einen gut konsolidierten Rahmen für die Durchführung und Evaluation der DZLM-Angebote darstellen können.

Kompetenzorientierung In DZLM-Fortbildungen erfolgt eine Orientierung an den zu erwerbenden inhaltlichen und methodischen Kompetenzen (jeweils spezifisch ausgewiesen bspw. für die Zielgruppen Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, Lehrkräfte, fachfremd unterrichtende Lehrkräfte). Diese werden – anhand eines Kompetenzrahmens – ergebnisorientiert sowie zieltransparent formuliert, allen am Lehr-Lernprozess Beteiligten kommuniziert und der Grad der Erreichung evaluiert.

Teilnehmerorientierung DZLM-Fortbildungen beziehen die individuellen, heterogenen Voraussetzungen und Bedürfnisse der Teilnehmenden ein und sind partizipativ gestaltet. Sie fördern und fordern die aktive und eigenverantwortliche Teilhabe der Teilnehmenden in Gestaltung und Durchführung. Die Teilnehmenden werden nicht belehrt, sondern als aktive Lernende in diesen Prozess einbezogen.

Lehr-Lern-Vielfalt Eine Vielfalt unterschiedlicher Zugangs- und Arbeitsweisen (E-Learning-Elemente, praxis-basiertes Arbeiten, kollaboratives Arbeiten Online und Selbststudium) unterstützt Teilnehmende in DZLM-Fortbildungen in ihrer professionellen Entwicklung. Verschiedene Präsenzphasen mit vorbereitenden und nachbereitenden Aufgaben tragen zur erforderlichen Vertiefung, Kontinuität und Verstetigung bei.

Fallbezug Der Bezug zu 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 Beispielen aus der eigenen Praxis der Teilnehmenden einen wesentlichen Kern der Arbeit.

Kooperationsanregung In DZLM-Fortbildungen arbeiten die Teilnehmenden gemeinsam an Problemstellungen und an der Umsetzung des Gelernten in der eigenen Praxis. Dadurch werden die Kooperation der Teilnehmenden gefördert (auch im Rahmen von Professionellen Lerngemeinschaften für Multiplikatorinnen bzw. Lehrkräfte) und die langfristige Zusammenarbeit angeregt.

Reflexionsförderung In DZLM-Veranstaltungen werden die Teilnehmenden zur gemeinsamen Reflexion und Selbstreflexion über behandelte Themen sowie über die eigene Unterrichts- bzw. Fortbildungspraxis angeregt. Dies geschieht im Idealfall zyklisch, d. h. neue Anregungen werden im Alltag umgesetzt und ausprobiert, anschließend reflektiert und weiterentwickelt.

2.4 Forschung im DZLM

Das DZLM sieht es als seine Aufgabe und besondere Rolle in der Fortbildungslandschaft an, systematisch Fortbildungsforschung zu betreiben und zu etablieren sowie Erkenntnisse aus der Forschung in die Fortbildungspraxis zu transferieren. Der besondere Zugang zum Feld wird im DZLM zur Anregung, Entwicklung und Durchführung innovativer Fortbildungsforschung genutzt. Im Fokus steht die Modellierung von Kompetenzen auf der Ebene von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, die zum Gelingen von Fortbildungen beitragen. Dazu orientiert sich das DZLM an den Kompetenzen, die in den empirischen Studien zur Kompetenzerfassung bei angehenden und praktizierenden Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern (v. a. TEDS-M; Blömeke et al. 2011a, 2012b; und COACTIV; Kunter et al. 2011, 2013) operationalisiert werden. Ergänzt werden diese Kompetenzen um Elemente der Fortbildungsdidaktik, die für die Zielgruppe der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren eine wichtige Facette professioneller Kompetenz darstellt (Busch et al. 2015; Kuzle und Biehler 2015; Rösken-Winter et al. 2015a; Weißenrieder et al. 2015).

Nachstehend wird erläutert, wie die Forschung im DZLM strukturiert ist und welche Schwerpunkte das DZLM in seinen jetzigen und zukünftigen Forschungsaktivitäten setzt.

2.4.1 Paradigmen der Forschung im DZLM

Die DZLM-Forschung dient der Gewinnung allgemeiner und übertragbarer Erkenntnisse zu Voraussetzungen, zur Gestaltung und zur Wirkung von Fortbildungen. Die For-

schung zu Professionalisierungsangeboten verortet sich entlang einer Wirkungskette, die von Fortbildungen für Multiplikatorinnen und Multiplikatoren bis zur Verbesserung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler reicht. Das DZLM zeichnet sich dadurch aus, dass es auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung tätig ist, wobei aufgrund der Struktur und Ausstattung des Zentrums die operativen Schwerpunkte auf der Ebene der Qualifizierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in übergreifenden Programmen liegen (DZLM 2014). Exemplarische Forschungsschwerpunkte sollen zu vertieftem Forschungswissen über die Wirksamkeit von Fortbildungsmodellen führen. So werden in den verschiedenen Projekten unterschiedliche Teile der Wirkungskette herausgegriffen und Zusammenhänge zwischen den Ebenen überprüft. Beispielhaft wird die Wirkung von Professionalisierung in der Breite untersucht.

Zudem orientiert sich die Forschung an einem iterativen Entwicklungs- und Forschungskreislauf im Sinne von Design-Based Research (DBR) (Prediger und Link 2012; Tulodziecki et al. 2013; van den Akker et al. 2006). Kennzeichnend für den Bereich der Lehrerfortbildungsforschung ist es, dass zum einen die Produkte im Sinne von Fortbildungsangeboten und zum anderen die Wirkung von Angeboten Gegenstand der Analysen sind. Eine Verknüpfung beider Forschungsrichtungen ergibt sich über DBR als methodologischem Ansatz der Entwicklungsforschung.

2.4.2 Forschungsschwerpunkte

Die Forschungsschwerpunkte, die im DZLM exemplarisch und fokussiert realisiert werden, sollen zu vertieftem Forschungswissen über die Wirksamkeit von Fortbildungsmodellen mit besonderem Augenmerk auf das Fach Mathematik führen. Alle Forschungsprojekte des DZLM können einer der vier folgenden Forschungslinien zugeordnet werden.

Bedingungsforschung Hier steht die wissenschaftliche Erfassung der Bedingungen und Ausgangssituationen für umfassende Fortbildungsmaßnahmen über System-, Struktur-, Material- oder Instrumentenanalysen im Vordergrund. Dazu gehören auch Untersuchungen zu Fortbildungsbedarfen, theoretische Analysen von Fortbildungssystemen und die übergreifende Entwicklung von Instrumenten zur Kompetenzmessung oder zur Erfassung von Überzeugungen.

Entwicklungsforschung (Design-Based Research) Hier steht die prinzipien- und theoriegeleitete Entwicklung, Durchführung, Evaluation und Revision konkreter Fortbildungsbausteine im Zentrum der Forschung. Kennzeichnend sind fokussierte Entwicklungsinteressen, die unter Einbindung der Akteurinnen und Akteure der Praxis verfolgt und im Rahmen zyklischen Arbeitens forschungsgeleitet und evidenzbasiert optimiert werden. Zum Einsatz kommen dabei sowohl qualitative als auch quantitative Forschungsmethoden (Mixed-Methods), und neben der Optimierung des Fortbildungsdesigns steht die (lokale) Theoriegenerierung im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten.