

Lernprozesse von qualifikationsheterogenen
Grundschullehrkräften im Bereich der Stochastik -
Studie zur Professionalisierung durch Fortbildung

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor philosophiae

(Dr. phil.)

im Fach Erziehungswissenschaften

eingereicht an der

Kultur-, Sozial- und Bildungswissenschaftlichen Fakultät

der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Elke Binner

Präsidentin der Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst

Dekan der Kultur-, Sozial- und Bildungswissenschaftlichen Fakultät

Prof. Dr. Christian Kassung

1. Gutachterin: Prof. Dr. Bettina Rösken-Winter

2. Gutachter: Prof. Dr. Andreas Filler

Tag der Verteidigung: 09.03.2021

Danksagungen

Diese Arbeit wäre ohne die Begleitung und Betreuung meiner Doktormutter Frau Prof. Bettina Rösken-Winter nicht gelungen. Das mir entgegengebrachte Vertrauen und ihre Wertschätzung haben mich immer wieder bestärkt, das Vorhaben weiterzuführen. Intensive Gespräche mit ihr und konstruktive Feedbacks haben mir geholfen, das eigene Vorgehen zu hinterfragen und aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten, gaben meiner Arbeit wichtige neue Impulse und trugen sehr zum Gelingen dieser bei.

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Marianne Grassmann, die mich viele Jahre ermuntert hat ein derartiges Vorhaben anzugehen. Sie begleitete aktiv den Start, verfolgte interessiert die Entwicklungen und fand bis zum Abschluss der Arbeit immer wieder Zeit für einen Gedankenaustausch und eine kurzfristige Rückmeldung.

Ich möchte auch meinem weiteren Gutachter Herrn Prof. Andreas Filler für seinen Zuspruch und sein konstruktives Feedback zu meiner Arbeit danken, wodurch diese an Qualität gewonnen hat.

Ohne Sabine Brettin und Nina Buhl hätte ich mein Vorhaben nicht umsetzen können. Vielen Dank für eure Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Kurse, der Erhebung und Aufbereitung der Daten, der Transkription der Audiodateien, dem Codieren der Interviews und eure stete Ermunterung.

Zudem möchte ich Malte Lehmann für die vielen Gespräche und Diskussionen, für seine Teilhabe an den Problemen, aber auch für seine Freude über meine Fortschritte danken. Nur sein umfassender technischer Support hat die Erstellung der Arbeit gesichert.

Grit Kurtzmann danke ich für den fruchtbringenden Austausch zu den Fortbildungskursen in Mecklenburg-Vorpommern und Berlin.

Meiner ehemaligen Kollegin und Schulleiterin Thea Fessel danke ich für die akkurate und akribische Korrektur meiner Arbeit.

Mein abschließender Dank gilt meiner Familie für das Interesse an meinem Vorhaben, für die Ermutigung und Unterstützung, für das bedingungslose Verständnis und für euren Rückhalt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Kontext von Fortbildungen	1
1.2	Anliegen dieser Arbeit	3
2	Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen	5
2.1	Der Begriff der professionellen Kompetenz	7
2.2	Modelle professioneller Kompetenz	9
2.2.1	Entwicklung von Kompetenzmodellen: Paradigmenwechsel	9
2.2.2	Vom allgemeinen zum fachspezifischen Kompetenzmodell	11
2.2.3	Kompetenzmodellierungen in Mathematik	13
2.3	Facetten professioneller Kompetenzen	32
2.3.1	Professionswissen Stochastik: Fachliche Aspekte	33
2.3.2	Professionswissen Stochastik: Fachdidaktische Aspekte .	41
2.3.3	Mathematikbezogene Überzeugungen	45
2.3.4	Selbstbezogene Überzeugungen: Selbstwirksamkeitserwar- tungen	49
2.4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	53
3	Professionalisierung von Lehrpersonen	55
3.1	Forderungen und Interessen der Bildungsadministration	56
3.2	Anliegen der Forschung	59
3.2.1	Erkenntnistransfer	59
3.2.2	Professionalisierungsprozesse	60
3.3	Lernen von Lehrpersonen	63
3.3.1	Lernen von Erwachsenen	64
3.3.2	Lerngelegenheiten: Rolle von Aufgaben	65

3.3.3	Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen	65
3.4	Professionalisierung von Lehrpersonen durch Fortbildung	67
3.4.1	Erkenntnisse zur Wirkung von Fortbildungen	68
3.4.2	Gestaltungsprinzipien	72
3.4.3	Unterrichtsentwicklungsprozesse unterstützen	74
3.5	Zusammenfassung	76
4	Design der Fortbildung - Stochastik in der Grundschule	77
4.1	Entwicklung im Kontext Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)	78
4.2	Ableitung der Ziele und Inhalte der Fortbildung	79
4.2.1	Normative Vorgaben	80
4.2.2	Umsetzung in der Fortbildung	81
4.2.3	Wissen zur Gestaltung von Unterrichtsentwicklungsprozessen	84
4.3	Aufbau und Gestaltung der Fortbildung	85
4.3.1	Modularer Kursaufbau	86
4.3.2	Rollen und Perspektivwechsel: Lernende - Lehrende	87
4.3.3	Kooperation anregen und Nachhaltigkeit sichern	90
5	Synthese und Forschungsfragen	93
5.1	Forschungsgegenstand: Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen	93
5.2	Forschungsfragen	96
5.2.1	Forschungsfragen im Kontext der Evaluation der Fortbildung	96
5.2.2	Forschungsfragen mit Blick auf Lernprozesse in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen	97
6	Untersuchungsdesign	99
6.1	Begründung des methodischen Vorgehens	100
6.1.1	Evaluation der Kursdurchführung	100
6.1.2	Untersuchung individueller Lernprozesse	100
6.1.3	Kombination der Untersuchungsmethoden	101

6.2	Beschreibung der Stichprobe	102
6.3	Ablauf der Erhebungen	105
6.4	Erhebungsinstrumente	107
6.4.1	Erhebungen zur Evaluation der Fortbildung	107
6.4.2	Erhebungen zu Lernprozessen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen	113
6.5	Datenanalyse	116
6.5.1	Evaluation der Fortbildung	116
6.5.2	Zu Lernprozessen in einer qualifikationsheterogenen Lern- gruppe	119
7	Ergebnisse	125
7.1	Ergebnisse der Evaluation auf der Ebene der Kurse	125
7.2	Ergebnisse der Betrachtung von Lernprozessen in qualifikations- heterogenen Lehrpersonengruppen	135
7.3	Ergebnisse der Betrachtung von individuellen Lernprozessen	146
7.3.1	Anna - fachfremd zu Mathematik finden	147
7.3.2	Britta - fachfremd Freude an Mathematik neu entdecken	153
7.3.3	Carsten - fachfremd und doch Fachmann	159
7.3.4	Dirk - Fachmann, Multiplikator, Schulleiter	164
8	Fazit	169
8.1	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	169
8.1.1	Konzept der Fortbildung	170
8.1.2	Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen	170
8.1.3	Einblicke in individuelle Lernprozesse	189
8.2	Reflexion der Methoden	197
8.3	Ausblick	200
8.3.1	Konsequenzen für die Fortbildungsentwicklung	200
8.3.2	Konsequenzen für die Fortbildungsforschung	201
8.3.3	Schlussbemerkungen	203
A	Modul Statistik	205
A.1	Zielerreichung Präsenztage	205

A.2	Retrospektive Selbsteinschätzungen	208
B	Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit	213
B.1	Standortbestimmungen	213
B.2	Retrospektive Selbsteinschätzungen	216
B.3	Auszug aus dem Fortbildungsmaterial	220
C	Umsetzung Gestaltungsprinzipien	223
D	PLG - Arbeit im Tandem	225
E	Leitfadeninterview	231
F	Transkriptausschnitte	235
F.0.1	Qualifikationsheterogene Lerngruppe	235
F.0.2	Kriterien für retrospektive Selbsteinschätzung	237
	Literaturverzeichnis	241

Abbildungsverzeichnis

2.1	Kompetenz als Kontinuum	8
2.2	Professionelles Wissen von Lehrkräften - Strukturmodell Schulmann	12
2.3	Modell - Mathematical Knowledge for Teaching	14
2.4	TEDS-M - Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften .	17
2.5	TEDS-M - Leistungsverteilung mathematischen Wissen angehender Primarstufenlehrkräfte	21
2.6	TEDS-M - Verteilung angehender deutscher Primarstufenlehrkräfte auf Niveaus mathematikdidaktischen Wissens nach Ausbildungsgang	23
2.7	Kompetenzmodell von COACTIV	26
2.8	DZLM-Kompetenzrahmen	31
2.9	Bildungsstandards Mathematik Primarstufe - Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	36
2.10	Empfehlungen von DMV, GDM, MNU zur curricularen Umsetzung der Standards der Lehramtsausbildung	40
2.11	KMK-Standards Lehramtsausbildung Mathematik: Stochastik - Daten analysieren und Zufall modellieren	40
3.1	Drei-Tetraeder-Modell	61
3.2	COACTIV - Modell der Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften	62
3.3	Clarke-Peter-Modell	69
3.4	Berufliches Lernen von Lehrkräften - Erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell	71
3.5	DZLM - PLG-Konzept	75

4.1	Modularer Kursaufbau	86
4.2	Fortbildungskonzept - Drei-Tetraeder-Modell	88
4.3	Professionelle Lerngemeinschaft - Arbeit im Tandem	91
6.1	Untersuchungsdesign - Zeitplan	106
6.2	Erhebungsinstrumente - Zielscheibe Modul 3	110
6.3	Kategorien - Berufsbiografie	120
6.4	Kategorien - Teilnahme Fortbildung	121
6.5	Kategorien - Selbstkonzept	122
6.6	Kategorien - Unterrichtliches Planen und Handeln	122
7.1	Ergebnisse Kurs 4 - Verständnis Zufall und Wahrscheinlichkeit .	128
7.2	Ergebnisse Kurs 4 - Berechnung von Wahrscheinlichkeit	128
7.3	Präsenztag 3 - Einschätzung Lernziel 1	136
7.4	Präsenztag 3 - Einschätzung Lernziel 2	136
7.5	Präsenztag 3 - Einschätzung Lernziel 3	137
7.6	Präsenztag 3 - Einschätzung Lernziel 4	137
7.7	Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 1	138
7.8	Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 2	138
7.9	Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 3	138
7.10	Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 4	139
8.1	Modul 1 - Vergleich der Selbsteinschätzungen (Lernziel 3)	179
8.2	Modul 3 - Vergleich der Selbsteinschätzungen (Lernziel 4)	181
A.1	Präsenztag 1 - Einschätzung Lernziel 1	205
A.2	Präsenztag 1 - Einschätzung Lernziel 2	206
A.3	Präsenztag 1 - Einschätzung Lernziel 3	206
A.4	Präsenztag 1 - Einschätzung Lernziel 4	207
A.5	Retrospektive Selbsteinschätzung - Statistik Lernziel 1	208
A.6	Retrospektive Selbsteinschätzung - Statistik Lernziel 2	209
A.7	Retrospektive Selbsteinschätzung - Statistik Lernziel 3	210
A.8	Retrospektive Selbsteinschätzung - Statistik Lernziel 4	211
B.1	Ergebnisse Kurs 4 - Verständnis Zufall und Wahrscheinlichkeit .	213
B.2	Ergebnisse Kurs 4 - Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	214

B.3	Aufgabenbeispiel aus einer Standortbestimmung - Wahrscheinlichkeiten darstellen und vergleichen	215
B.4	Retrospektive Selbsteinschätzung - Zufall und Wahrscheinlichkeit Lernziel 1 (alle Kurse)	216
B.5	Retrospektive Selbsteinschätzung - Zufall und Wahrscheinlichkeit Lernziel 2 (alle Kurse)	217
B.6	Retrospektive Selbsteinschätzung - Zufall und Wahrscheinlichkeit Lernziel 3 (alle Kurse)	218
B.7	Retrospektive Selbsteinschätzung - Zufall und Wahrscheinlichkeit Lernziel 4 (alle Kurse)	219
B.8	Fortbildungsmaterial - Interpretation Baumdiagramm	220
B.9	Fortbildungsmaterial - Verständnis 1. und 2. Pfadregel	221
C.1	Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit - Einschätzung Umsetzung Gestaltungsprinzipien	224
D.1	Dokumentation Praxisphase - Erfahrungsbericht	226
D.2	Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium - PLG 1	227
D.3	Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium - PLG 2	228
D.4	Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium - PLG 3	229

Tabellenverzeichnis

6.1	Zusammensetzung der Kurse - Ausbildung	102
6.2	Zusammensetzung der Kurse - Unterrichtserfahrungen in Ma- thematik	103
6.3	Unterrichtserfahrungen zum Fortbildungsgegenstand	103
6.4	Stichprobe - Übersicht Fallstudie	105
6.5	Zwischenbefragung - Items zu Gestaltungsprinzipien	111
7.1	Informeller Test MV - Ergebnisse	126
7.2	Informeller Test MV - Durchschnittliche Aufgabenerfüllung in den einzelnen Bereichen	126
7.3	Stochastisches Fachwissen - Ergebnisse Kurse 3 bis 5	127
7.4	Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit - Modulansatz	129
7.5	PLG-Konzept - Nachhaltigkeit der Kooperation	132
7.6	Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit - Bedeutsamkeit der Fort- bildungsthemen	135
8.1	Informeller Test MV - Durchschnittliche Aufgabenerfüllung in den Bereichen STSI und STAT	173
8.2	Informeller Test MV - Durchschnittliche Aufgabenerfüllung im Bereich WKR	174

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Kontext von Fortbildungen

In den letzten drei Jahrzehnten wurde durch internationale und nationale Vergleichsstudien deutlich, dass im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich ein erheblicher Reformbedarf besteht. Die daraus resultierenden, auch international geführten Diskussionen zu bildungspolitischen Handlungsfeldern rücken veränderte Anforderungen an die Qualität von Lehrkräfteaus- und -fortbildung und die Initiierung und Unterstützung von Unterrichtsentwicklungsprozessen in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

In der Bundesrepublik Deutschland wurde bildungspolitisch auf zwei Ebenen auf das nicht zufriedenstellende Abschneiden deutscher Schülerinnen und Schüler in den Vergleichsstudien zur Mathematik reagiert. Durch die Bund-Länder-Kommission (BLK) wurde die Entwicklung von bundesweiten Bildungsstandards für Mathematik auf den Weg gebracht und länderübergreifende Programme zur Unterstützung und Begleitung von Unterrichtsentwicklung initiiert (u.a. SINUS - Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts).

Auf Grund der föderalen Zuständigkeit für Bildungsfragen wurden zudem länderspezifische Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung und -sicherung des Unterrichts festgelegt. Auf der einen Seite wurden Lehrerbildungsgesetze angepasst und die Ausbildung von Lehrpersonen neu geregelt. Andererseits wurden Lehrpläne überarbeitet, bildungspolitische Schwerpunkte formuliert und ein daran orientiertes Fortbildungsangebot aufgelegt. Evaluationsvorhaben wurden ge-

startet und Unterstützungssysteme und Schulinspektionen aufgebaut bzw. neu ausgerichtet.

In diesem Gesamtzusammenhang richtete sich in den letzten Jahren zunehmend der Blick auf die Professionalisierung von Mathematik unterrichtenden Lehrpersonen. Mit der Ansicht Terharts *Lehrer-Werden und Lehrer-Bleiben als lebenslanger Prozess* (Terhart, 2000, S.247) wurde ein Paradigmenwechsel in der Betrachtung des Lehrberufs beschrieben. Die gedankliche Formel von „Studium+Praktika+Refendariat=fertiger Lehrer“ muss aufgegeben werden, denn es gibt keine *fertigen Lehrer* (Herrmann & Hertrampf, 2000). Das bedeutet in der Konsequenz, dass im Sinne eines lebenslangen Lernens die gesellschaftliche Herausforderung besteht, für die bereits im Beruf tätigen Lehrpersonen formelles und informelles (Weiter)Lernen zu ermöglichen, zu initiieren, zu gestalten, zu begleiten, zu unterstützen und zu sichern.

Dieser Gedankengang bekommt aufgrund aktueller Entwicklungen eine weitreichende Bedeutung. Die Ländervergleichsstudie 2011 (Stanat, Pant, Böhme & Richter, 2012) zeigte bereits, dass ein hoher Anteil von Lehrpersonen Mathematik in der Grundschule fachfremd unterrichtet. Der zunehmende Bedarf an Lehrkräften führt weiterhin dazu, dass die Länder Quer- und Seiteneinsteigenden den Zugang in die Bildungseinrichtungen öffnen. Dieser Zugang ist in der Regel mit einer speziellen zusätzlichen und verpflichtenden Qualifizierung für diesen Personenkreis verbunden. Die Personalsituation und das vorherrschende Klassenlehrerprinzip führt an den Grundschulen dazu, dass auch Quereinsteigende bereits Mathematik unterrichten, obwohl sie zeitgleich fachlich und fachdidaktisch in einem anderen Fach qualifiziert werden. Aus dieser Situation kann nicht nur für das Fach Mathematik die grundsätzliche Frage abgeleitet werden, wie ein bedarfsgerechtes berufsbegleitendes Fortbildungsangebot etabliert und Systeme zur Unterstützung der Professionalisierung von Lehrpersonen veränderten Bedingungen angepasst werden können.

1.2 Anliegen dieser Arbeit

Vor diesem Hintergrund wurde 2012 am Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) der Auftrag abgeleitet, neben einem fachdidaktischen auch ein fachwissenschaftlich ausgerichtetes Fortbildungsangebot in Mathematik für Lehrpersonen an Grundschulen zu konzipieren und zu etablieren.

In dieser Arbeit wird konkret die Entwicklung und Umsetzung eines Fortbildungsangebots zur Leitidee *Daten und Zufall* für Lehrpersonen an Grundschulen vorgestellt und untersucht. Für die Konzeptualisierung einer derartigen Stochastik-Fortbildung sind Ziele und Inhalte einzugrenzen und die Gestaltung von Lernprozesse der Lehrpersonen zu planen und zu evaluieren. Bezüglich des Gelingens der Fortbildung sind Lernzuwächse der Teilnehmenden einzuschätzen. Darüber hinaus interessieren Lernprozesse von Lehrpersonen in Kursgruppen, die heterogen bezüglich der Qualifikationen der Teilnehmenden für den Mathematikunterricht zusammengesetzt sind. Mit Blick auf Nachhaltigkeit werden zudem Möglichkeiten ausgelotet, um im Rahmen von Fortbildungen Impulse für Unterrichtsentwicklung zu geben und Veränderungen im unterrichtlichen Handeln der Lehrpersonen anzustoßen. Um einen differenzierten Einblick in Lern- und Veränderungsprozesse von Teilnehmenden während der Fortbildung zu erhalten, wird angestrebt, die Entwicklungsprozesse einzelner Lehrpersonen mit unterschiedlicher Qualifikation sichtbar werden zu lassen. Dieses Forschungsanliegen wird im Weiteren theoretisch eingeordnet und in Forschungsfragen konkreter gefasst.

Zunächst sind einige grundlegende Fragen zu beantworten, aus denen die Spezifik einer Stochastik-Fortbildung für Lehrpersonen an Grundschulen abzuleiten ist. Da wäre die Frage, in welchen Bereichen soll und kann ein Kompetenzentwicklung bei den Teilnehmende angestrebt werden? Dazu ist zu klären, was unter professioneller Kompetenz von Lehrpersonen zu verstehen ist und welche Facetten der professionellen Kompetenz in der geplanten Stochastik-Fortbildung entwickelt werden sollen (Kapitel 2). Im Weiteren ist zu beschreiben, was unter Professionalisierung von Lehrpersonen verstanden wird und wie dieser Prozessen in einer Stochastik-Fortbildung umgesetzt werden kann. Dazu werden Professionalisierungsprozesse von Lehrpersonen aus unterschied-

lichen Perspektiven - einer systemischen, einer Forschungs- und individuellen Perspektive - beschrieben und Erkenntnisse zu Professionalisierungen durch Fortbildungen betrachten (Kapitel 3). Im Kapitel 4 wird auf der Grundlage dieser Erkenntnisse das Design einer Stochastik-Fortbildung für Lehrpersonen an einer Grundschule entwickelt und die Realisierung beschrieben. Im Anschluss werden die Forschungsfragen abgeleitet (Abschnitt 5.2) und das Untersuchungsdesign (Kapitel 6) begründet. Im Kapitel 7 werden Ergebnisse vorgestellt. Diese werden anschließend diskutiert und ein Ausblick auf mögliche weiterführende Fragestellungen gegeben (Kapitel 8).

Kapitel 2

Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen

Wenn man über die Entwicklung von Lehrpersonen im Sinne von Professionalisierung des unterrichtlichen Handelns nachdenkt, kommt man nicht umhin, sich zunächst die Frage zu stellen, was eine kompetente Lehrkraft ausmacht. In der Professionsforschung findet man eine Vielzahl von Zugängen zum Begriff der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen und verschiedene domänenspezifische Beschreibungen von Profession. In Bezug auf die Professionalität von Lehrpersonen hat Blömeke in ihrer Habilitationsschrift (Blömeke, 2002) Theorien ausführlich dokumentiert und diskutiert. Für eine Systematisierung greift sie auf eine klassisch sozialwissenschaftliche Einteilung zurück und unterscheidet in makrosoziologische und mikrosoziologische Herangehensweisen. (Blömeke, 2002). Makrosoziologische Herangehensweisen betrachten aus der Perspektive des sozialen Systems Fragen der Strukturzusammenhänge und die Funktionen des Lehrberufes. Mikrosoziologische Herangehensweisen nehmen die Perspektive des Individuums ein und die Struktur des Handelns als Lehrkraft in den Blick.

Im deutschsprachigen Raum findet man für den Zugang zur professionellen Kompetenz von Lehrpersonen zudem drei bedeutende theoretische Ansätze. Dazu gehören der strukturtheoretische, der psychologisch-kompetenztheoretische und der berufsbiografische Professionsansatz. Der strukturtheoretische Professionsansatz basiert auf theoretisch-analytischen Überlegungen zum pädagogisch-professionellen Handeln von Lehrkräften (Oevermann, 1996; Hels-

per, 2014). Dabei werden die Aufgaben und Anforderungen an Lehrpersonen in ihrer komplexen Struktur in den Blick genommen und die Widersprüchlichkeit in den einzelnen Bereichen beschrieben. Dazu zählen z. B. der Widerspruch zwischen Individualität des Lernenden und den normativen curricularen Vorgaben in Form von Bildungsstandards oder auch der Widerspruch zwischen der Forderung nach Gleichbehandlung aller Lernenden und ein Handeln, das an die individuelle Situation des Lernenden angepasst ist (vgl. Helsper, 2014). Aus der beschriebenen Widersprüchlichkeit der einzelnen Bereiche wird abgeleitet, dass pädagogisch-professionelles Handeln scheitern muss (vgl. Helsper, 2014, S. 221). Kritiker, wie Tenorth betonen, dass mit diesem theoretischen Ansatz dem Lehrberuf Entwicklungspotential abgesprochen wird (vgl. Tenorth, 2006; Baumert & Kunter, 2006; Helsper, 2007).

Für diese Arbeit sind daher eher Ansätze von Interesse, die von einem Entwicklungspotential von Professionalität ausgehen. So versteht der psychologisch-kompetenztheoretische Ansatz Professionalität von Lehrpersonen als Topologie von Wissens- bzw. Kompetenzdimensionen sowie affektiv-motivationaler Charakteristika (Baumert & Kunter, 2006, 2013; Tepner et al., 2012).

Der berufsbiografische Professionalitätsansatz steht dazu in engem Zusammenhang. Er berücksichtigt bei der Betrachtung einer professionellen Entwicklung einer Lehrperson zusätzlich das Erleben von beruflichen Anforderungssituationen und die dabei gesammelten Erfahrungen, die Kontexte des beruflichen Agierens und den privaten Lebensweg. Damit betrachtet dieser theoretische Ansatz die professionelle Entwicklung von Lehrpersonen als einen umfassenden, individuell-dynamischen Prozess (vgl. Terhart, 2000; Helsper, 2014).

Im Zusammenhang mit Professionalität nimmt der Begriff *professionelle Kompetenz von Lehrpersonen* eine zentrale Stellung ein. Mit ihm ist eine Beschreibung von Qualifikationserwartungen verbunden, die Ziele von Professionalisierungsmaßnahmen bestimmen. Aus diesem Grund werden im Folgenden zunächst der Begriff der professionellen Kompetenz (Abschnitt 2.1) charakterisiert, Strukturmodelle (Abschnitt 2.2) dazu vorgestellt und die für eine Stochastik-Fortbildung relevanten Kompetenzfacetten (Abschnitt 2.3) herausgearbeitet.

2.1 Der Begriff der professionellen Kompetenz

Dem Begriff der Kompetenz kann man grundsätzlich zwei unterschiedliche Bedeutungen zuschreiben. Auf der einen Seite fasst er die Zuständigkeit für ein bestimmtes Handeln. Das bedeutet für Lehrpersonen beispielsweise aufgrund der Tätigkeitsbeschreibung für Unterricht und Erziehung und gegebenenfalls darüber hinaus im Rahmen einer Funktion zuständig zu sein. Andererseits wird Kompetenz auch im Sinne der Fähigkeit zu einem bestimmtem Handeln verstanden (vgl. auch Blömeke, 2002). In diesem Zusammenhang rücken Wissen, Persönlichkeitseigenschaften, Handlungskonzepte, Kontexte und viele andere Faktoren in den Blick. In der Fachliteratur werden beruflich ausgerichtete, personenbezogene Faktoren in der Regel als professionelle Kompetenzen bezeichnet.

Die etablierte Begriffsdefinition für professionelle Kompetenz von Lehrpersonen folgt Weinerts Verständnis einer allgemeinen psychologischen Handlungskompetenz (Weinert, 2001). Kompetenzen werden verstanden als

die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie [als] die vorhandenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (Klieme et al., 2007, S. 72).

In diesem Verständnis wird professionelle Kompetenz zunächst als Disposition angesehen, deren Kompetenzfacetten aber grundsätzlich veränderbar und entwicklungsfähig sind und individuell ausgeprägt sein können. Dazu zählen neben dem Wissen auch Einstellungen, Werte und Motive (Klieme et al., 2007). Kompetenzen werden in Handlungen sichtbar. Dabei ist zu bedenken, dass Handlungen unter unterschiedlichen Bedingungen stattfinden und damit eine Umsetzung von Kompetenzen nicht gleichermaßen erfolgt (Blömeke, 2002). Blömeke, Gustafsson und Shavelsson (2015) betrachten Kompetenz als Kontinuum und verbinden das Verständnis von Kompetenz als Dispositionen und Kompetenz als Performanz. Das wird in der Abbildung 2.1 illustriert.

Blömeke et al. (2015) betrachten die Dispositionen, die Wissen (professional knowledge) und Überzeugungen (affect-motivation) umfassen. Diese Disposi-

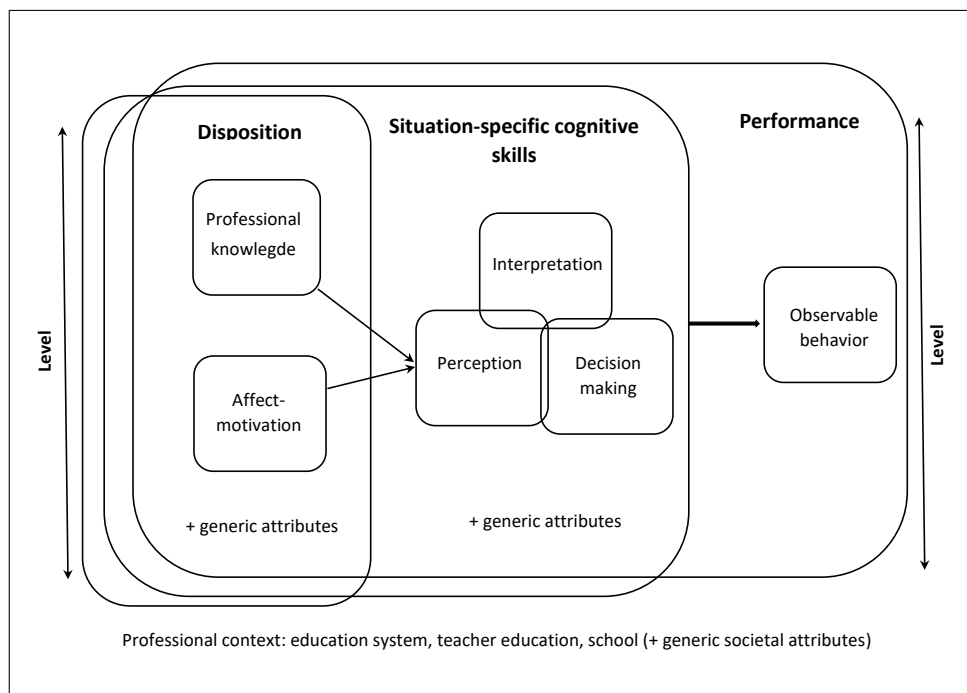


Abbildung 2.1: Kompetenz als Kontinuum (Blömeke et al., 2015, S. 7) - eigene Darstellung

tionen beeinflussen die Wahrnehmung und Interpretation einer Situation und führen zu einer Entscheidung, die in konkreter Handlung (Performanz) sichtbar wird. Die Auffassung von Kompetenz als situationspezifische Fähigkeiten wird von Blömeke et al. (2015) als verbindendes Element zwischen den beiden bisherigen Ansätzen, Kompetenz als Dispositionen bzw. Kompetenz als Performanz, eingeführt (vgl. Stahnke, Schüler & Rösken-Winter, 2016, S. 24). Mit dieser Sichtweise werden die verbindenden Transformationsprozesse einbezogen.

The measurement of competence, then, may be viewed along a continuum from traits (cognitive, affective, motivational) that underlie the perception, interpretation, and decision-making that give rise to observed behavior in a particular real-world situation.

(Blömeke et al., 2015, S.11)

Gleichzeitig interessiert grundsätzlich die Frage, wie sich individuelle Kompetenzentwicklung vollzieht. Piaget (1967) betrachtet dazu das Individuum (Subjekt) in seiner Wechselwirkung mit seiner Umwelt und versteht Kompe-

tenzentwicklung als einen Interaktionsprozess des Menschen mit seiner Umwelt. Was das konkret für den Lehrberuf bedeutet, wird im Kapitel 3 näher betrachtet.

Der Begriff der professionellen Kompetenz ist als Oberbegriff zu verstehen, der Bereiche und Facetten umfasst, die nun im Weiteren auszuschärfen sind.

2.2 Modelle professioneller Kompetenz

In der Literatur findet man eine Vielzahl unterschiedlicher Ausdifferenzierungen des Begriffs professionelle Kompetenz von Lehrpersonen (vgl. Frey, 2014, S. 715f.). Darin widerspiegeln sich unterschiedliche Forschungsschwerpunkte und sich wandelnde Sichtweisen. Kompetenzmodelle dienen in jedem Fall der Beschreibung der Struktur, des Niveaus und der Entwicklung von Kompetenzen (Klieme & Leutner, 2006).

Im Weiteren wird zunächst die Forschungsentwicklung grob skizziert (Abschnitt 2.2.1). Um Ansatzpunkte von Professionalisierungen in Lehrkräftefortbildungen zu finden, werden ausgewählte Modellierungen professioneller Kompetenz mit Bezug zur Mathematik betrachtet (Abschnitt 2.2.2). In Bezug zum Anliegen dieser Arbeit wird dann auf Modellierungen renommierter fachbezogener Studien und deren Ergebnisse eingegangen (Abschnitt 2.2.3).

2.2.1 Entwicklung von Kompetenzmodellen: Paradigmenwechsel

Betrachtet man die historische Entwicklung von Auffassungen und Modellen zur professionellen Kompetenz von Lehrpersonen, so kann man verschiedene Paradigmen identifizieren. Sie charakterisieren wesentliche Akzentverschiebungen und Weiterentwicklungen in der Forschung des letzten Jahrhunderts (vgl. Weinert, 1997; Baumert, Klieme & Bos, 2001).

In der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts ging man davon aus, dass die Wirkung pädagogischen Handelns aus den Persönlichkeitseigenschaften der Lehrperson (*Persönlichkeits-Paradigma*) zu erklären wäre (vgl. Weinert, 1997; Ingenkamp, 1970). Allerdings lieferten die untersuchten Zusammenhänge zwischen pädagogischer Wirkung und Personenmerkmalen kaum neue Erkenntnis-

se, so dass sich der Fokus der Forschung danach zunehmend auf das Agieren der Lehrperson im Unterricht richtete. Unterricht wurde systematisch untersucht und der Zusammenhang zwischen Lehr-Lern-Prozessen und Ergebnissen betrachtet (*Prozess-Produkt-Paradigma*). In der Forschung ging es auf der einen Seite darum, erfolgreiches Lehrerhandeln zu identifizieren und zu charakterisieren. Andererseits sollten diese Erkenntnisse in die Ausbildung von Lehrpersonen einfließen bzw. im Rahmen von Fort- und Weiterbildung für Lehrpersonen der Schulpraxis zugänglich sein, um berufliches Weiterlernen zu unterstützen (vgl. Bromme, 1992; Weinert, 1997; Hill, Rowan & Ball, 2005; Neuweg, 2010). Insbesondere der Zusammenhang zwischen den Leistungen von Schülerinnen und Schülern und dem beobachtbaren Handeln der sie unterrichtenden Lehrpersonen bestimmt seitdem die Lehr-Lern-Forschung maßgeblich. Es wurden zahlreiche Aspekte lern- und leistungsrelevanten Unterrichtshandelns von Lehrpersonen identifiziert (vgl. Besser & Krauss, 2009).

Sich verändernde gesellschaftliche Anforderungen an das Bildungssystem, daraus resultierende bildungspolitische Maßnahmen und Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Innovationen im Bildungsbereich rückten in den 1970er Jahren die Lehrerpersönlichkeit selbst wieder mehr in den Fokus der Forschung. Während beim *Persönlichkeits-Paradigma* Personenmerkmale und Charaktereigenschaften im Mittelpunkt standen, erweiterte sich nun der Fokus auf das Handeln der Lehrperson, auf ihr Wissen und Können als *kompetenten Fachmann für das Unterrichten* (vgl. Bromme, 1997; Bromme, Jucks & Rambow, 2003). Die Erziehungswissenschaften betonten dabei bis Mitte der 1980er Jahre vorrangig die allgemeine Pädagogik und Didaktik und vernachlässigten die fachspezifischen Gegenstände und Inhalte des Unterrichts (vgl. u. a. Rowland, 2014). Shulman (1986, 1987) greift die Kritiken und die Diskussionen der 1970er/1980er Jahre auf und legt sein Konzept einer Strukturierung des professionellen Wissens von Lehrpersonen vor, in dem er es um die Fachspezifik erweitert (vgl. Abschnitt 2.2.2). Nimmt man zusätzlich Handlungsanforderungen und -kompetenzen von Lehrkräften in den Blick, dann setzt eine derartige Analyse am Kern der Berufstätigkeit, der Vorbereitung und Durchführung von Unterricht, an (vgl. Bromme, 1997; Baumert & Kunter, 2006). Bromme analysierte Anforderungen der unterrichtlichen Tätigkeit von Lehrkräften und schreibt Shulmans Überlegungen weiter zu einer theoretisch begründeten To-

pologie des professionellen Wissens, u. a. beispielhaft für Mathematiklehrkräfte (vgl. Abschnitt 2.2.2). Mit dem Verständnis, Lehrpersonen als Experten ihres Unterrichts zu betrachten (*Experten-Novizen-Paradigma*), werden domänen-spezifische Expertisen, Aspekte des lern- und leistungsrelevanten Unterrichtshandelns und Einstellungen und Überzeugungen von Lehrpersonen im Zusammenhang betrachtet (vgl. Bromme, 1997). Eine der wichtigsten Erkenntnisse ist, dass sich Handlungskompetenz von Lehrenden nicht allein in notwendigem Wissen, zu erlernenden Verhaltensweisen erschöpft, sondern dass dazu auch die Fähigkeit zählt, angemessen und flexibel in aktuellen Lernsituationen zu reagieren (vgl. Shulman, 1987; Helmke, 2014).

Diese Sicht auf die professionelle Kompetenz von Lehrpersonen scheint aktuell das bestimmende Paradigma in der Forschung zum Lehrerberuf zu sein und liegt auch dieser Arbeit zugrunde.

2.2.2 Vom allgemeinen zum fachspezifischen Kompetenzmodell

Eine Ausdifferenzierung der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen war für die Lehr-Lern-Forschung zwingend notwendig, um die für die Berufsausübung notwendige Expertise modellhaft beschreiben zu können (vgl. Bromme, 1992, 1997; Krauss & Bruckmaier, 2014). Betrachtet man die Entwicklungen in den letzten zwei Jahrzehnten, so ist festzustellen, dass Shulmans Konzept zur Strukturierung professioneller Kompetenz (Shulman, 1986, 1987) die Forschung in diesem Bereich nachhaltig beeinflusst hat und als grundlegendes Strukturmodell angesehen wird. Shulmans Topologie und Typologie professionellen Wissens im Lehrberuf erweiterte den bis in die 1980er Jahre vorherrschenden Blick um den Gegenstand des Unterrichts, d. h. um das fachspezifische Wissen (Baumert & Kunter, 2006, 2013).

Shulman unterscheidet in seinem Rahmenkonzept des professionellen Wissens von Lehrkräften (vgl. Abbildung 2.2) zwischen inhaltsbezogenen (content knowledge) und allgemeinen pädagogisch-didaktischen Komponenten (general pedagogical knowledge), welche um die Bereiche des lernpsychologischen Wissens (knowledge of learners), des Wissens über den Organisationskontext von Unterricht (knowledge of educational contexts) und des historisch-philosophi-

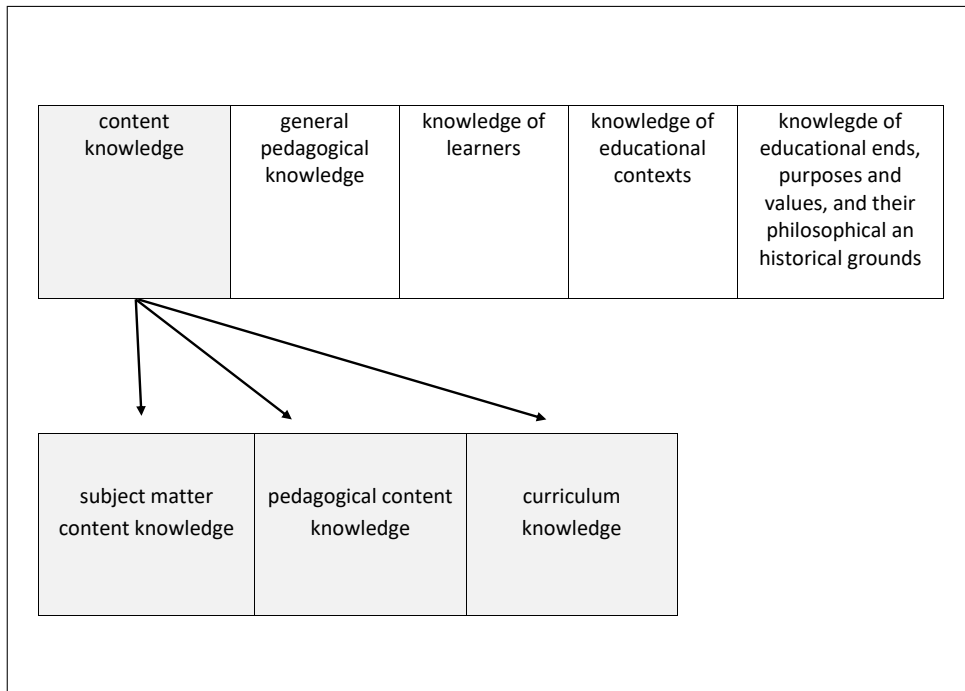


Abbildung 2.2: Professionelles Wissen von Lehrkräften - Strukturmodell (Shulman, 1987) - eigene Darstellung

schen Wissens über Bildung und Unterricht ergänzt werden. Die inhaltsbezogene Domäne wird hinsichtlich der Komponenten des Fachwissens (subject matter content knowledge), des fachdidaktischen Wissens (pedagogical content knowledge) und des curricularen Wissens (curriculum knowledge) ausdifferenziert. In diesem Zusammenhang betont Shulman immer wieder die Bedeutung der Beziehung zwischen diesen Kategorien. Das Verständnis fachlicher Inhalte als eine notwendige Voraussetzung, um curriculare Vorgaben zu verstehen und eine adäquate Umsetzung im Unterricht zu planen und zu realisieren (vgl. Shulman, 1986, 1987). Bromme analysiert Anforderungen der unterrichtlichen Tätigkeit und schreibt Shulmans Überlegungen weiter zu einer theoretisch begründeten Topologie des professionellen Wissens von Lehrenden und illustriert sie beispielhaft für Mathematiklehrkräfte (Bromme, 1992, S. 96).

Sie umfasst

- fachliches Wissen über Mathematik als Disziplin,
- schulmathematisches und curriculares Wissen über die fachlichen Inhalte in Relation zu Unterrichtszielen,

- die Philosophie der Schulmathematik, d.h. die Weltbilder über die Rolle und den Nutzen von Mathematik,
- für alle Fächer nutzbares pädagogisches Wissen,
- fachspezifisch-pädagogischem Wissen, da es fachdidaktische Entscheidungen beeinflusst.

Im Unterschied zu Shulman unterscheidet Bromme bewusst zwischen dem fachlichen Wissen über Mathematik als Disziplin und dem schulmathematischen Wissen. Als Bestandteile von Lehrkräfte-Professionalität beinhaltet Brommes Modell darüber hinaus eine Kompetenz zu situationsangemessenem Handeln, eine diagnostische Kompetenz sowie die Fähigkeit zum Arrangieren von Lerngelegenheiten. Bromme betont in diesem Zusammenhang zudem die „rekonstruktiven Überlegungen und subjektiven Hypothesen, die Handlungen im Unterricht begleiten oder ihnen vorausgehen“ (Bromme, 1997, S.188). Dieser Aspekt der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen wird gegenwärtig unter den Begriffen subjektive Theorien, beliefs oder professionelle Überzeugungen in der Professionsforschung diskutiert. Detailliertere Ausführungen, insbesondere auch die kritische Auseinandersetzung mit Shulmans Auffassungen, findet man bei Bromme (1995).

2.2.3 Kompetenzmodellierungen in Mathematik

Mit Bezug auf das Anliegen dieser Arbeit interessieren weitere fach- und stufenspezifische Ausschärfungen des Verständnisses von professioneller Kompetenz von Mathematiklehrpersonen. Dazu wird der Fokus auf ausgewählte Studien bzw. Projekte gerichtet. Da ist einerseits das Vorhaben *Mathematics Teaching and Learning to Teach Project* der Gruppe um Ball (Michigan), das professionelle Kompetenzen von Primarstufenlehrkräften untersucht. Im deutschsprachigen Raum sind es die internationale Vergleichsuntersuchung *TEDS-M* (Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics) und das *COACTIV-Programm* (Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz).

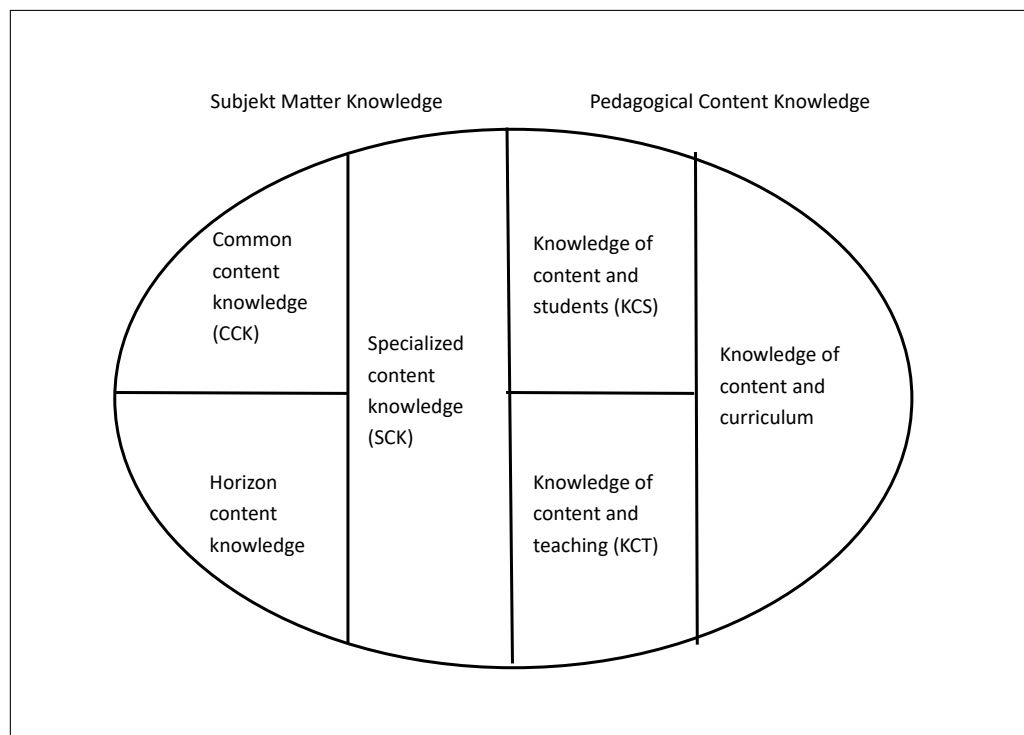


Abbildung 2.3: Modell - Mathematical Knowledge for Teaching (Ball et al., 2008, S. 403) - eigene Darstellung

Mathematics Teaching and Learning to Teach Project

Eine Forschergruppe um Ball (Michigan) beschäftigt sich seit längerem mit Fragen, die Zusammenhänge zwischen professioneller Kompetenz von Grundschullehrkräften, deren unterrichtlichem Handeln und Schülerleistungen betrachten. So wurde im Rahmen des *Mathematics Teaching and Learning to Teach Project* (vgl. Ball, Thames & Phelps, 2008) der Mathematikunterricht von Grundschullehrkräften in den USA längerfristig untersucht.

Professionelle Kompetenz wird hier als Disposition der Lehrperson verstanden. Das in diesem Zusammenhang betrachtete *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT) umfasst das Wissen, über welches Mathematiklehrkräfte verfügen sollen, um guten Mathematikunterricht vorbereiten und umsetzen zu können (vgl. Ball & Bass, 2003). Dieses professionelle Wissen von Mathematiklehrpersonen der Primarstufe wird von den Autoren in einem Modell dargestellt (Abbildung 2.3). Dabei werden Unterscheidungen von Shulman in Fachwissen (subject matter knowledge) und fachdidaktischem Wissen (pedagogical content knowledge) aufgegriffen und weiter ausdifferenziert (vgl. Hill et al., 2005, 2008;

Ball et al., 2008). Das fachbezogene Wissen wird in mathematisches Alltagswissen (common content knowledge), spezielles Fachwissen (specialized content knowledge) und themenfeld- und fachübergreifendes Wissen (horizon content knowledge) unterschieden. Mathematisches Alltagswissen beschreibt die anwendbare Schulmathematik, über die ein Erwachsener verfügen sollte. Das spezielle Fachwissen ist das über die Schulmathematik hinausgehende fachwissenschaftliche Wissen, das Voraussetzung für ein Verständnis des Lehrens und Lernens von Mathematik ist. Es umfasst grundlegende mathematische Begriffe, Modelle und Konzepte des gesamten Bildungsgangs über die Schulstufen. Mit fachübergreifendem Wissen ist hier die Vernetzung der mathematischen Inhaltsbereiche gemeint. Im fachdidaktischen Wissen wird unterschieden zwischen Wissen über mathematische Inhalte und Lernende (knowledge of content and students), Wissen über mathematische Inhalte und Lehren (knowledge of content and teaching) und Wissen über mathematische Inhalte und deren curriculare Beschreibung (knowledge of content and curriculum). Wissen über mathematische Inhalte und Lernende bezieht sich auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler, u. a. Fehlvorstellungen und „fehlerhafte“ Denkprozesse. Wissen über mathematische Inhalte und Lehren umfasst die Konzeption von Lernarrangements, um Mathematiklernen zu fördern.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem professionellen Wissen der Lehrpersonen und den Schülerleistungen festgestellt und das bereits bei grundlegenden bzw. einfachen mathematischen Inhalten: „We were [...] surprised [...] that teachers’ content knowledge even plays a role even in the teaching of very elementary mathematics content“ (Hill et al., 2005, S. 399).

Qualitative Betrachtungen zeigen weiterhin einen starken Zusammenhang zwischen der Ausprägung von *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT) und dem unterrichtlichen Handeln der Lehrperson (vgl. Hill et al., 2005, 2008). Die Autoren verweisen allerdings darauf, dass auch mathematikbezogene Überzeugungen der Lehrperson auf diesen Zusammenhang einen Einfluss haben. Diese werden aber im Projekt nicht weiter untersucht.

Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics (TEDS-M)

Für eine fachspezifische Ausschärfung in Bezug auf Mathematik ist die Entwicklung der Kompetenzmodelle für die Studien MT 21 (Mathematics Teaching in the 21st Century) und TEDS-M (Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics) von besonderer Bedeutung. In der international angelegten Studie TEDS-M ging es um eine vergleichende Betrachtung der Lehrkräfteausbildung in Mathematik in verschiedenen Ländern. In der Konzeptualisierung wird auf die Vorläuferstudie MT21 aufgebaut. Es werden die Kompetenzen angehender Mathematiklehrkräfte der Sekundarstufe und in Erweiterung auch der Primarstufe am Ende ihrer Ausbildung untersucht (vgl. Blömeke, Seeber et al., 2010). Die weiteren Ausführungen beschränken sich auf Erkenntnisse dieser Studie zur Primarstufenausbildung von Lehrpersonen. Vor dem Hintergrund, dass es in Deutschland sechsjährige Grundschulen in Berlin und Brandenburg gibt und auch immer wieder Diskussionen zu einer Verlängerung der Grundschulzeit bundesweit geführt werden, wird auch auf Erkenntnisse der Studie zur Lehrkräfteausbildung der Sekundarstufe I eingegangen, aber auf Aussagen, die die Jahrgangsstufen 5 und 6 betreffen, beschränkt. In dieser Studie werden Kompetenzen von Lehrkräften wie folgt verstanden:

Competencies [...] mean having the cognitive ability to develop effective solutions for job-related problems and [...] having the [...] willingness to successfully and responsibly apply these solutions in various situations. (Blömeke, Suhl & Döhrmann, 2012, S. 227)

In diesem Verständnis haben die Kompetenzen von Lehrpersonen (vgl. Abbildung 2.4) zwei Dimensionen. Die mit *cognitive abilities* bezeichnete Kompetenz erfasst das professionelle Wissen, das in Anlehnung an Shulmann und Bromme in mathematisches Fachwissen (content knowledge), mathematikdidaktisches Wissen (pedagogical content knowledge) und pädagogisches Wissen (general pedagogical knowledge) unterteilt wird. In der zweiten Dimension werden mit *affective-motivational characteristics* professionsbezogene Überzeugungen, Motivationen und Fähigkeiten der Selbstregulation betrachtet. Konkret werden einerseits Überzeugungen (beliefs) zur Struktur von Mathematik und dem

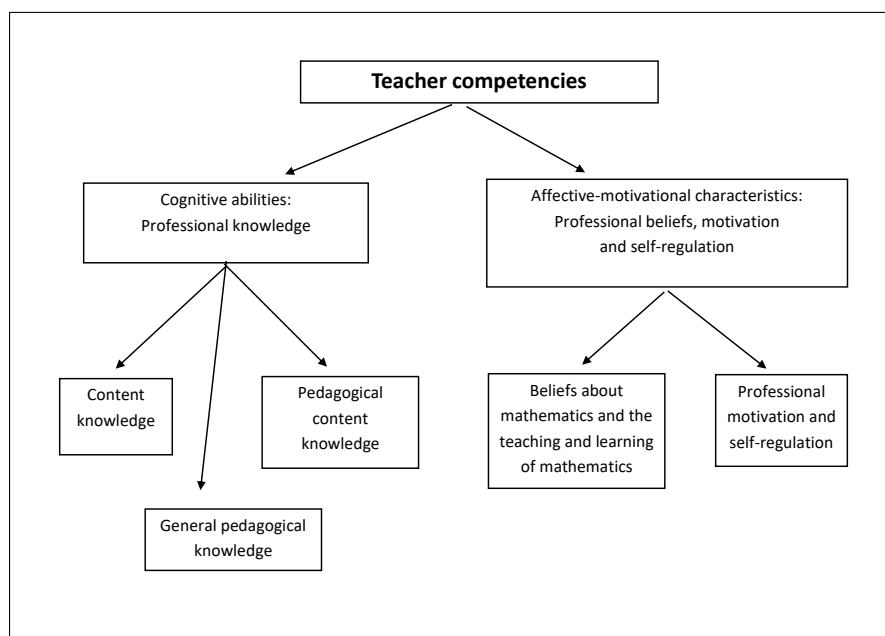


Abbildung 2.4: TEDS-M - Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften (Döhrmann et al., 2012, S.327) - eigene Darstellung

Lehren und Lernen von Mathematik untersucht. Andererseits interessieren in Bezug auf Mathematik Fragen der Motivation und Selbststeuerung.

Mathematisches Fachwissen bezieht sich in dieser Studie auf die Kerngebiete Arithmetik, Geometrie, Algebra und ansatzweise Stochastik. In kognitiver Hinsicht geht es um das Kennen mathematischer Begriffe, Verfahren und Hilfsmittel, um das Anwenden mathematischer Kenntnisse und um das Begründen mathematischer Zusammenhänge (Döhrmann, Hacke & Buchholz, 2010, S. 172f.). Das mathematische Anforderungsspektrum umfasst elementare Aufgaben, die sich von einem höheren, fachlich reflektierten Standpunkt auf mathematische Themengebiete beziehen, die in der Primarstufe eine Rolle spielen (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 27). Das mathematische Fachwissen für Primarstufenlehrkräfte wird in drei Niveaustufen differenziert (Döhrmann, Hacke & Buchholz, 2010, S. 192f.):

Hohes Niveau

Primarstufenlehrkräfte verfügen „über ein vergleichsweise hohes, strukturbezogenes mathematisches Wissen und [können] dies sicher auf Standardprobleme in den Domänen Arithmetik, Algebra, Geometrie und Stochastik anwenden.“

Mittleres Niveau

Primarstufenlehrkräfte „verfügen im Bereich der natürlichen und ganzen Zahlen ebenfalls über fundierte Kenntnisse und Grundvorstellungen. [...] Probleme bereite[n] ihnen jedoch die argumentative Verwendung zahlen-theoretischer Konzepte [...]“ und anspruchsvollere Aufgaben im Bereich der Geometrie, Algebra und Stochastik.

Unteres Niveau

Primarstufenlehrkräfte verfügen über ein „sehr gering[es] mathematische[s] Wissen. [...] [Es] fehlen strukturelle Einsichten und auch beispielgebundene Argumentationen bereiten ihnen Schwierigkeiten. [...] Im Bereich der Geometrie gelingt ihnen das Operieren mit Formen in Raum und Ebene nicht problemlos. [...] Beziehungen zwischen verschiedenen mathematischen Konzepten herzustellen und argumentative Beweise zu erbringen, fällt ihnen ebenso schwer.“

Im mathematikdidaktischen Wissen wird zwischen curricularem und planungsbezogenem Wissen sowie interaktionsbezogenem Wissen unterschieden und zwei Niveaus beschrieben:

- Personen der leistungsschwächeren Gruppe sind nur eingeschränkt fähig, die Korrektheit einer Lernstrategie für ein konkretes Beispiel zu erkennen bzw. die Angemessenheit der Aktivitäten und Lösungsansätze von Lernenden zu bewerten, die typische mathematische Inhalte aus der Primarstufe verwenden. (Döhrmann, Hacke & Buchholz, 2010, S. 193)
- Angehende Primarstufenlehrkräfte auf dem höheren Leistungsniveau können die Lösungsansätze von Lernenden interpretieren, die dazu nötigen Fähigkeiten der Lernenden identifizieren sowie mögliche Schülerschwierigkeiten erkennen [...]. Des Weiteren verfügen [sie] [...] über ein fundiertes Wissen, wie Veranschauligungsmittel einzusetzen sind, um Lernprozesse zu fördern. [...] In Bezug auf Lehr-Lernstrategien haben [sie][...] grundlegende Vorstellungen entwickelt, warum eine spezifische Lehrstrategie angemessen ist, ob sie auf eine größere Klasse von Problemen generalisierbar ist oder ob sie immer funktioniert. (Döhrmann, Hacke & Buchholz, 2010, S. 194)

Im Rahmen der affektiv-motivationalen Komponenten werden die Überzeugungen der Lehrkräfte bezogen auf die Struktur von Mathematik und auf den Erwerb mathematischen Wissens untersucht (vgl. Felbrich, Schmotz & Kaiser, 2010).

Bei den Überzeugungen bezüglich der Struktur von Mathematik wird zwischen einer statischen und einer dynamischen Sichtweise unterschieden. Als statische Sichtweise werden Auffassungen verstanden, die die Bedeutung von Definitionen, Formeln, mathematischen Fakten und Verfahren betonen. Die dynamische Sichtweise betont den prozesshaften und anwendungsbezogenen Charakter der Mathematik (Felbrich et al., 2010, S. 305).

Bei den Überzeugungen zum Erwerb von Mathematik wird zwischen transmissiven und konstruktivistisch orientierten Vorstellungen unterschieden. Lernen ist nach der transmissiven Überzeugung als Aufnahme von objektiv gegebenen Wissenseinheiten und Lehren als Transfer dieses Wissens zu betrachten. Das konstruktivistische Lehr-Lernverständnis wird als eine aktive und eigenständige Wissenskonstruktion angesehen und Lehren in diesem Zusammenhang als eine Unterstützung dieser Konstruktionsprozesse beschrieben (vgl. Felbrich et al., 2010). Weitere Ausführungen folgen im Abschnitt 2.3.3.

In TEDS-M werden in der Untersuchung und in der Auswahl der Stichprobe die relevanten Ausbildungsgänge für Lehrämter in alle Bundesländern bis einschließlich Studienjahr 2003/2004 berücksichtigt. Diese wurden auf Basis der Vorgabe der Kultusministerkonferenz (KMK, 2002) für die gegenseitige Anerkennung von Lehramtsprüfungen und Lehramtsbefähigungen typisiert (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 56):

Typ 1 Lehrämter der Grundschule bzw. Primarstufe

Typ 2 übergreifende Lehrämter der Primarstufe und aller oder einzelner Schulformen der Sekundarstufe I

In diesen Ausbildungsgängen gibt es bundesweit ein vielfältiges Spektrum an fachbezogener Ausbildung und in den einzelnen Bundesländern auch sehr unterschiedliche Regelungen bezüglich Umfang und Inhalt der fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung (vgl. Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 56). Unter der Annahme, dass eine umfangreichere fachbezogene Ausbildung ein höheres mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen erzeugt, wurde für

die Studie eine weitere Differenzierung der Typisierung der Ausbildungsgänge vorgenommen:

- Typ 1a Ausbildung als Lehrkraft für die Primarstufe mit Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach
- Typ 1b Ausbildung als Lehrkraft für die Primarstufe ohne Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach
- Typ 2a Ausbildung als Lehrkraft für die Primar- und Sekundarstufe I mit Mathematik als Unterrichtsfach
- Typ 2b Ausbildung als Lehrkraft für die Primar- und Sekundarstufe I ohne Mathematik als Unterrichtsfach

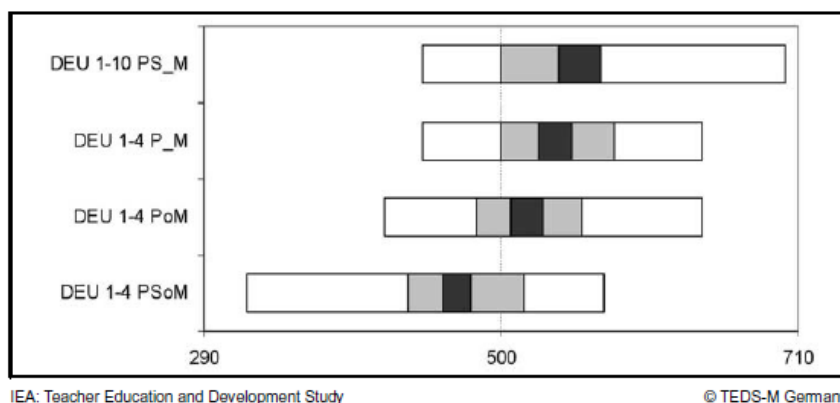
Detaillierte Informationen zur Zuordnung der Lehramtsausbildungsgänge der einzelnen Bundesländer findet man in Blömeke, Seeber et al. (2010, S. 59).

Ergebnisse - Analyse zum mathematischen Wissen

Die in der Abbildung 2.5 dargestellte Leistungsverteilung zeigt im Detail, dass die Effizienz der Lehramtsausbildung für die Primarstufe nicht nur aus dem Blickwinkel des Umfangs der fachlichen Ausbildung diskutiert werden kann, sondern dass gleichzeitig die Frage der stufenspezifischen Ausbildung thematisiert werden muss (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 220).

Primarstufenlehrkräfte, die Mathematik als Schwerpunkt hatten weisen fast dasselbe Niveau an mathematischem Wissen auf wie die stufenübergreifend ausgebildeten Lehrkräfte mit Mathematik als Unterrichtsfach. Teilnehmende aus der Gruppe der stufenübergreifend ausgebildeten Lehrkräfte erreichen ein höheres Niveau. Das kann aus der umfangreicheren mathematischen Ausbildung erklärt werden. Trotzdem weist diese Gruppe vergleichbare Defizite im fachlichen Wissen auf wie die der Primarstufenlehrkräfte, die Mathematik als Schwerpunkt hatten. Die Gruppe der Primarstufenlehrkräfte ohne Mathematik als Schwerpunkt lag signifikant über dem internationalen Mittelwert. Für Deutschland ist aber die Erkenntnis bedeutsam, dass er signifikant unter den entsprechenden Werten für Primarstufenlehrkräfte mit Mathematik als Schwerpunkt liegt.

Betrachtet man das Abschneiden der Lehrkräfte, die stufenübergreifend ausgebildet worden sind, aber nicht Mathematik als Unterrichtsfach studiert haben,



DEU 1-10 PS_M: stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte mit Mathematik als Unterrichtsfach

DEU 1-4 P_M: Primarstufenlehrkräfte mit Mathematik als Schwerpunkt

DEU 1-4 PoM: Primarstufenlehrkräfte ohne Mathematik als Schwerpunkt

DEU 1-4 PSoM: stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte ohne Mathematik als Unterrichtsfach

Abbildung 2.5: TEDS-M - Perzentilbänder für das mathematische Wissen angehender Primarstufenlehrkräfte (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 220)

so sind die Ergebnisse besorgniserregend. Fast ein Viertel dieser Absolventen kann Anforderungen des Mathematikunterrichts in der Grundschule nicht erfüllen (vgl. Abbildung 2.5). Das mathematische Wissen dieser Gruppe liegt nicht nur signifikant unter dem internationalen Mittelwert, sondern auch eine halbe Standardabweichung unter den speziell für die Primarstufe ausgebildeten Lehrkräften ohne Mathematik als Schwerpunkt.

Von einer Professionalisierung im Hinblick auf ihre zukünftigen Aufgaben in der Primarstufe kann [...] nicht gesprochen werden. [...] Insofern deutet sich hier Handlungsbedarf an - insbesondere, wenn man bedenkt, dass geringes mathematisches Wissen bei Grundschullehrkräften häufig mit Mathematikangst verknüpft ist, die sich wiederum negativ auf Schülerleistungen insbesondere bei Mädchen auswirken kann. (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 222)

Für eine Einschätzung der primarstufenspezifischen Ausbildung mit Schwerpunkt Mathematik wird zudem ein Vergleich zur Schweizer Ausbildung für die Klassen 1 bis 6 gezogen. Die Leistungen der Absolventen beider Länder

liegen auf einem vergleichbaren Niveau und auch über dem internationalen Mittelwert. In Deutschland ist allerdings das mathematische Wissen der primarstufenspezifisch und der stufenübergreifend ausgebildeten Lehrkräfte ohne Mathematik nicht zufriedenstellend. In der Studie wird empfohlen, diese Gruppe ohne eine Veränderung in der Ausbildung nicht in den Jahrgangsstufen 5/6 in Mathematik einzusetzen (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 224).

Auf die Analyse der Stärken und Schwächen der Lehrkräfte in den Teilbereichen des mathematischen Wissens wird in dieser Arbeit aus zwei Gründen nicht weiter eingegangen. In der Auswertung von TEDS-M schätzt die Forschergruppe ein, dass in der Testung zu wenige Items für den Bereich der Stochastik vertreten waren, um fundierte Aussagen zu diesem Bereich treffen zu können. Zudem sind die aus den Ergebnissen abgeleiteten Aussagen eher für die Gestaltung der Lehramtsausbildung relevant. Weitere Informationen zu deren konkreter Ausgestaltung in den einzelnen Bundesländern findet man bei Döhrmann, Kaiser und Blömeke (2010, S. 55ff.).

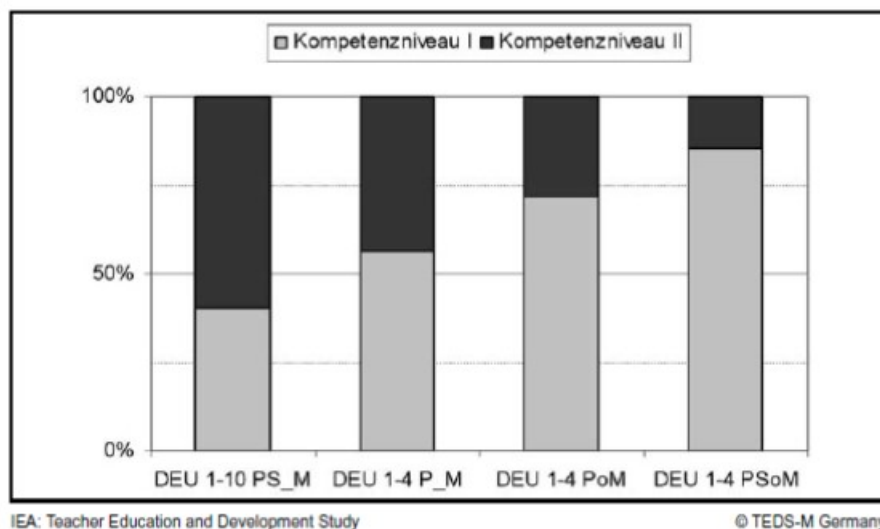
Ergebnisse - Analyse zum mathematikdidaktischen Wissen

Wie im Bereich des mathematischen Wissens wird an dieser Stelle der Blick vorrangig auf die deutschen Ergebnisse im Bereich Mathematikdidaktik gerichtet. Die stärksten Leistungen werden von Teilgruppen mit spezifischer Primarstufen-Ausbildung mit Schwerpunkt Mathematik erreicht. Auch in diesem Bereich zeigt sich, dass die mit Abstand schwächsten Leistungen im stufenübergreifenden Ausbildungsgang ohne Mathematik als Unterrichtsfach vorliegen.

Als Klassenlehrkräfte in der Grundschule eingesetzt, kann von dieser (kleinen) Gruppe an Lehrkräften anspruchsvoller Mathematikunterricht nicht erwartet werden.

(Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 240)

Betrachtet man die Verteilung der angehenden deutschen Primarstufenlehrkräfte auf die TEDS-M Kompetenzniveaus (vgl. Abbildung 2.6), dann wird die Problematik des stufenübergreifenden Lehramts ohne Schwerpunkt Mathematik und die des reinen Primarstufenlehramtes ohne Schwerpunkt Mathematik deutlich. In der Ausbildung kann im Mittel ein hinreichendes Wissensniveau



DEU 1-10 PS_M: stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte mit Mathematik als Unterrichtsfach

DEU 1-4 P_M: Primarstufenlehrkräfte mit Mathematik als Schwerpunkt

DEU 1-4 PoM: Primarstufenlehrkräfte ohne Mathematik als Schwerpunkt

DEU 1-4 PSoM: stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte ohne Mathematik als Unterrichtsfach

Abbildung 2.6: Verteilung angehender deutscher Primarstufenlehrkräfte auf Niveaus mathematikdidaktischen Wissens nach Ausbildungsgang (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 239)

gesichert werden. Es fehlt eine breite Leistungsspitze und nur ca. ein Viertel besitzt ein besonders hohes mathematikdidaktisches Wissen. Im stufenübergreifenden Lehramt ohne Mathematik sind es sogar nur rund 15 Prozent (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 240). Zudem wird sichtbar, dass, wenn Mathematik als Schwerpunktfach vertieft wird, mehr als 40 Prozent im reinen Primarstufenlehramt bzw. rund 60 Prozent im stufenübergreifenden Lehramt mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 70 Prozent Unterrichtsprozesse in Mathematik geeignet strukturieren und evaluieren können (Blömeke, Seeber et al., 2010, S. 240).

Ergebnis - Analyse zu den Überzeugungen angehender Primarstufenlehrkräfte

Im Kompetenzmodell der Studie werden mit *beliefs* fach-, unterrichts-, professions- und selbstbezogene Überzeugungen erfasst. In TEDS-M 2008 werden

epistemologische Überzeugungen in Bezug auf die Struktur von Wissensbeständen und bezüglich des Erwerbs mathematischen Wissens untersucht (Felbrich et al., 2010, S. 298ff.).

Für [angehende] Primarstufenlehrkräfte zeigt sich, dass schemabezogene Aspekte der Mathematik eine untergeordnete Rolle spielen, formalen Aspekten eine mittlere Bedeutung zukommt und prozess- und anwendungsbezogene Aspekte als besonders bedeutsam charakterisiert werden. (Blömeke, Müller, Felbrich & Kaiser, 2008; Felbrich et al., 2010, S. 303)

Die differenzierte Analyse statischer Überzeugungen zur Struktur der Mathematik belegt, dass sich signifikante Unterschiede jeweils zwischen den Ausbildungsgängen mit bzw. ohne Mathematik als Schwerpunktfach ergeben.

Während angehende Primar- und Sekundarstufenlehrkräfte ohne Mathematik als Schwerpunkt- bzw. Unterrichtsfach [...] neutrale bis leicht zustimmende Überzeugungen zur statischen Natur der Mathematik zeigen, lehnen Primar- und Sekundarstufen I-Lehrkräfte mit Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach die Charakterisierung der Mathematik als abstraktes regelorientiertes und algorithmisches System deutlich ab. (Felbrich et al., 2010, S. 310f.)

Auch in der differenzierten Analyse zur dynamischen Perspektive unterscheiden sich die Primar- und Sekundarstufenlehrkräfte in ihrer Zustimmung in Abhängigkeit von ihrem Ausbildungsgang. Lehramtsabsolventen der Ausbildungsgänge mit Schwerpunktfach Mathematik stimmen der dynamischen Perspektive auf Mathematik signifikant stärker zu als die der Gruppe ohne Mathematik (Felbrich et al., 2010, S. 313). Vor diesem Hintergrund kann angenommen werden, dass der Anteil an Mathematik im Rahmen der Ausbildung einen entscheidenden Einfluss auf die Überzeugungen von Lehrkräften zur Struktur der Mathematik hat (Felbrich et al., 2010, S. 323).

Betrachtet man die Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik, zeigen sich auch hier wieder Unterschiede in Abhängigkeit des Umfangs und der Art an mathematischer und mathematikdidaktischer Ausbildung. Stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte ohne Mathematik als Unterrichtsfach

stimmen transmissionsorientierten Überzeugungen am stärksten und konstruktivistisch orientierten Überzeugungen am schwächsten zu. Reine Primarstufenlehrkräfte bzw. Primar- und Sekundarstufen-I-Lehrkräfte mit Mathematik als Unterrichtsfach vertreten dagegen deutlich stärker konstruktivistische Überzeugungen und lehnen transmissionsorientierte Überzeugungen besonders stark ab (Felbrich et al., 2010, S. 324).

Ausgehend von der Konzeptualisierung von TEDS-M und den Erkenntnissen zur Kompetenz von Lehrkräften am Ende ihrer Ausbildung, wird nun das COACTIV-Programm betrachtet, das Lehrkräfte in den Blick nimmt, die bereits mitten im Beruf stehen. Zudem wird die Konzeptualisierung von COACTIV für Lehrkräfte der Sekundarstufe mit der von Ball u. a. für Primarstufenlehrkräfte verglichen.

COACTIV - Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz

Auch das Forschungsprogramm COACTIV verfolgt das Ziel, einen empirischen Zugang zur Erfassung der professionellen Kompetenzen von Lehrkräften zu entwickeln. Lehrkräfte werden als wichtigste Akteure im Bildungswesen angesehen und deren Qualifizierung als entscheidender Beitrag zur Optimierung von Bildungsprozessen verstanden (Baumert et al., 2011, S. 29). In diesem Programm wird das fachspezifische Professionswissen von Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe untersucht und mögliche Bezüge zur Leistungsentwicklung von Schülerinnen und Schülern betrachtet. Das Modell der professionellen Kompetenz von Lehrkräften in COACTIV beschreibt die zentralen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bewältigung der beruflichen Aufgaben von Lehrkräften. Das sind Professionswissen, professionelle Überzeugungen, motivationale Merkmale und selbstregulative Fähigkeiten von Lehrkräften (Baumert et al., 2011, S. 345). Dieses Modell „beruht auf der Annahme, dass einzelne Kompetenzen prinzipiell lern- und vermittelbar und Veränderungsprozessen unterworfen sind“ (Baumert et al., 2011, S. 46).

Im Kompetenzmodell von COACTIV (vgl. Abbildung 2.7) betrachten Baumert und Kunter neben den Kernkomponenten des Professionswissens (pädagogisch-psychologisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen) auch

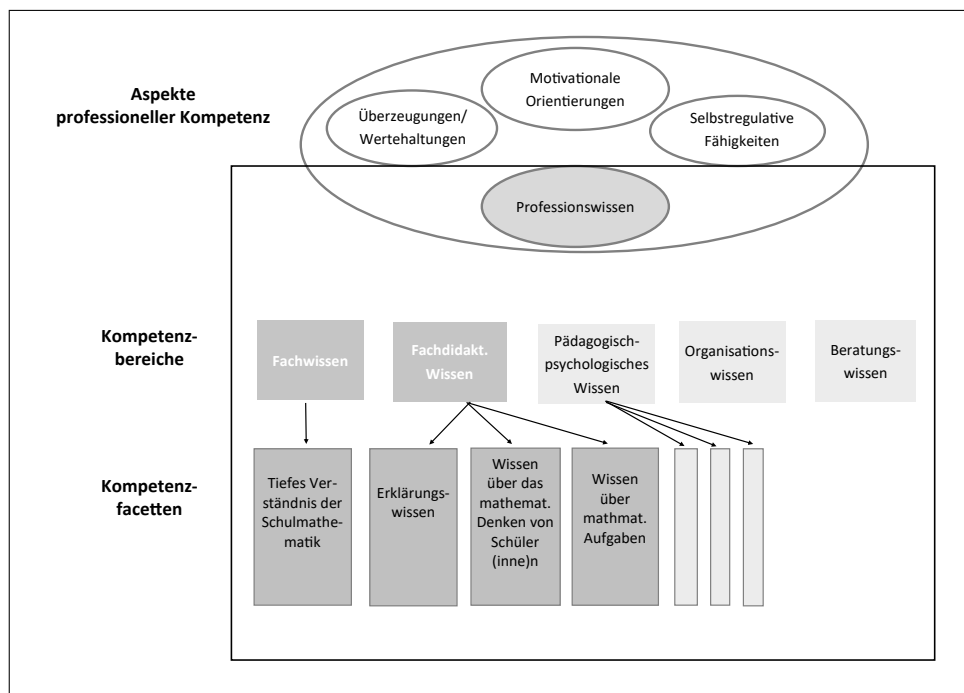


Abbildung 2.7: Kompetenzmodell von COACTIV mit Spezifikation für Professionswissen (Baumert et al., 2011, S. 32) - eigene Darstellung

Organisations- und Beratungswissen als untrennbare Bestandteile des Professionswissens von Lehrpersonen. Als Beratungswissen wird fachunabhängiges Wissen verstanden, das für die Kommunikation von Lehrpersonen (Professionellen) mit Lernenden, deren Eltern (Laien) Voraussetzung ist und eine adressatengerechte und themenspezifische Beratung ermöglicht (vgl. Baumert & Kunter, 2006; Rambow & Bromme, 2001). Organisationswissen folgt dem Verständnis von Shulman und bezieht sich auf Wissen über das Bildungssystem, seine rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen, der Steuerungsorganisation und deren konkrete Bedeutung und Umsetzung an der Schule (vgl. Shulman, 1987; Baumert et al., 2011).

Für diese Arbeit sind im Weiteren zunächst die Überlegungen und Erkenntnisse zu den Kernkomponenten, konkret zum Fachwissen und fachdidaktischen Wissen von besonderem Interesse. Bei COACTIV werden diese Wissensfacetten weiter ausdifferenziert (vgl. Abbildung 2.7). Das Verständnis von Baumert und Kollegen und der Gruppe um Ball bezüglich des professionellen Fachwissens unterscheidet sich in der Modellierung der Wissenskomponenten. Beide Modellierungen gehen davon aus, dass es beim mathematischen Wissen um das

Wissen geht, „das für das Verständnis vermittelnde Unterrichten notwendig ist und sich im Unterricht als fachdidaktisches Handeln manifestiert“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 494). Während bei COACTIV Mathematik als akademische Referenzdisziplin und als Fundament des professionellen Fachwissens angesehen wird, betrachtet die Gruppe um Ball (nur) „die Mathematik, die im Hintergrund des institutionalisierten Mathematikcurriculums der Grundschule steht“ (Baumert & Kunter, 2006, S.494). Fachwissen wird als eine notwendige Grundlage des „Verfügbarmachens mathematischer Inhalte“ angesehen und umfasst nach Baumert und Kunter (2006, S.495)

- akademisches Forschungswissen,
- ein profundes mathematisches Verständnis der mathematischen Hintergründe der in der Schule unterrichteten Inhalte,
- die Beherrschung des Schulstoffes auf einem am Ende der Schulzeit erreichbaren Niveau und
- mathematisches Alltagswissen von Erwachsenen.

In COACTIV wird das Fachwissen vom fachdidaktische Wissen unterschieden. Fachwissen wird als eine notwendige Grundlage für fachdidaktisches Wissen angesehen. Es stellt nach Baumert und Kunter ein „spezielles unterrichtliches und schülerbezogenes fachliches Wissen“ dar (Baumert et al., 2011, S. 37). Das fachdidaktische Wissen wird bei COACTIV in drei Dimensionen beschrieben (vgl. Brunner et al., 2006; Baumert et al., 2011):

- Verhandlungs- und Vermittlungsaspekt: Wissen über fachspezifische Instruktionsstrategien,
- Inhaltsaspekt: Wissen über das Potential des Schulstoffs,
- Schülerspekt: Wissen über fachbezogene Schülerkognitionen.

Dieses Verständnis finden wir auch bei Ball et al. (2008).

Im Unterschied zur Gruppe um Ball werden in COACTIV auch mathematikbezogene Überzeugungen (vgl. Voss, Kunter & Baumert, 2011) untersucht. Dabei werden allerdings epistemologische Überzeugungen zur Mathematik und Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik, im Unterschied zu

TEDS-M, nicht getrennt voneinander erfasst. Mit Bezug zu lerntheoretischen Vorstellungen werden sie zu *Überzeugungssyndromen* zusammengefasst und der Begriff der *lerntheoretischen Überzeugungen* eingeführt (vgl. Handal, 2003).

Ergebnisse - Analyse Fachwissen und fachdidaktisches Wissen

Wie in TEDS-M wird auch in COACTIV das Fachwissen in Abhängigkeit von der Lehramtsausbildung analysiert. Festgestellt wird, dass Lehrkräfte mit einer gymnasialen Lehramtsausbildung erwartungsgemäß bessere Leistungen im Fachwissen erreichen als Nicht-Gymnasiallehrkräfte. Lehrkräfte der Sekundarstufe, die in der ehemaligen DDR ausgebildet wurden, liegen in ihren Leistungen unter denen der Gymnasiallehrkräfte, aber über denen der Nicht-Gymnasiallehrkräfte (Kunter et al., 2006). Aufgrund der begrenzten Gesamttestzeit wurden in der Untersuchung nicht alle Bereiche des Fachwissens in erforderlichem Maße einbezogen. So gibt es, wie in TEDS-M, keine detaillierteren Erkenntnisse zum Fachwissen in Stochastik.

Unterschiede im Fachwissen, die sich in Abhängigkeit von der Lehramtsausbildung zeigten, wurden auch in der Analyse der erreichten Leistungen im fachdidaktischen Wissen sichtbar. So erreichten Gymnasiallehrkräfte aufgrund ihres höheren Fachwissens auch ein höheres fachdidaktisches Wissen im Vergleich zu den anderen Lehrkräften. Vergleicht man Lehrpersonen mit gleichem Fachwissen, dann waren die mittleren Leistungen im fachdidaktischen Wissen der Nicht-Gymnasiallehrkräfte signifikant besser als die der Gymnasiallehrkräfte und die Unterschiede zwischen den DDR-Lehrkräften und den Gymnasiallehrkräften verringern sich deutlich. Die Analyse der Testergebnisse zeigte auch, dass längere Berufserfahrung und absolvierte Fortbildungen nicht unmittelbar zu besseren Leistungen beim Fachwissen und fachdidaktischen Wissen führen (Kunter et al., 2006).

Ergebnisse - Analyse lerntheoretischer Überzeugungen

In COACTIV konnte gezeigt werden, dass die epistemologischen Überzeugungen von Lehrkräften zur Natur des mathematischen Wissens und Überzeugungen über das mathematische Lernen und Lehren in charakteristischen Überzeugungssyndromen zusammenfallen. Es wurde festgestellt, dass Lehrpersonen sowohl konstruktivistische als auch transmissive Überzeugungen haben können.

Zudem wurden in diesem Programm in einer repräsentativen Längsschnittstudie Schüler- und Lehrerdaten miteinander kombiniert. Es zeigte sich, dass Überzeugungen der Lehrkräfte bedeutsam sind für die Unterrichtsgestaltung und Schülerleistungen. Während transmissive Überzeugungen sich als nachteilig für Unterrichtsqualität und Lernerfolg erwiesen, bestand ein positiver Zusammenhang der konstruktivistischen Überzeugungen mit Unterrichtsqualität, insbesondere in der Nutzung des Potentials zur kognitiven Aktivierung und den gezeigten Schülerleistungen.

So gestalten Lehrkräfte mit transmissiven Überzeugungen ihren Unterricht vergleichsweise gering kognitiv aktivierend und unterstützend, während Lehrkräfte mit konstruktivistischen Überzeugungen bessere Unterrichtsqualität und entsprechend auch höhere Lernerfolge bei ihren Schülerinnen und Schülern zu verzeichnen hatten. (Baumert et al., 2011, S. 348).

Trotzdem wurde darauf verwiesen, dass eine funktionale Balance verschiedener Überzeugungen von Vorteil sein kann. So scheint es unter bestimmten Bedingungen und für einige Schülergruppen förderlicher zu sein, wenn auf der Basis einer konstruktivistischen Orientierung dennoch in einem gewissen Maß transmissive Überzeugungen die Unterrichtsgestaltung beeinflussen. Aus den Ergebnissen der Untersuchung wird abgeleitet, dass es wünschenswert ist, bei Lehrkräften lerntheoretische Überzeugungen aufzubauen, die empirisch in positivem Zusammenhang zu Unterrichtsqualität und Lernerfolg der Schülerschaft stehen. Ziel sollte sein, das vorherrschende transmissive Lehr-Lern-Verständnis zu vermindern (Voss et al., 2011, S. 250).

Kompetenzrahmen des DZLM

Bisher wurden Kompetenzmodellierungen in speziellen Forschungsvorhaben und Programmen der letzten 20 Jahre vorgestellt. Parallel dazu suchte man bundesweit nach Wegen Lehrerprofessionalisierung effizienter zu gestalten bzw. zu unterstützen. So wurde u. a. im Ergebnis einer Empfehlung einer Expertenkommission (Tenorth et al., 2010) durch die Telekom-Stiftung eine Institution ausgeschrieben, die einerseits eine umfassende Organisation von kontinuierlicher, professioneller Fortbildung für das Lehren von Mathematik etablieren

sollte. Andererseits sollte sie als Zentrum ein Ort der Information, Dokumentation, Qualitätssicherung, Programmentwicklung und Fortbildung sein (Kramer & Lange, 2014).

Das *Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)* wurde 2011 gegründet und arbeitet mit allen Akteuren, die im Feld der mathematischen Bildung agieren, zusammen: den Hochschulen in der Fachwissenschaft Mathematik, der Mathematikdidaktik und der Bildungsforschung, den Lehrkräften, Schulen und Netzwerken, den Bildungsadministrationen und Fortbildungseinrichtungen.

Vor diesem Hintergrund sind die theoretische Rahmung und das Kompetenzverständnis in Bezug auf Mathematik, das am DZLM entwickelt wurde, für das Anliegen dieser Arbeit zu beachten. Das DZLM ist auf den Bereich der Fortbildung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, von fachfremd Unterrichtenden, von im Elementarbereich Tätigen und von Lehrpersonen ausgerichtet. In diesem Kontext wird der Begriff der Kompetenz funktional aufgefasst und als *Fähigkeit zu einem bestimmten Handeln* beschrieben (DZLM, 2015c, S. 5):

[...] im DZLM [wird] 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.

Der Themenkatalog und die Kursformate bilden zusammen mit dem theoretischen Rahmen des DZLM die übergreifenden Grundlagen und Strukturierungselemente für die Entwicklung von DZLM-Angeboten für alle Zielgruppen (DZLM, 2015a).

Der theoretische Rahmen umfasst eine inhaltliche und eine methodische Perspektive. Inhaltlich werden Kompetenzen beschrieben, deren Aufbau und Weiterentwicklung für alle DZLM-Angebote Maßstab und Orientierung sind (vgl. Abschnitt 4.1). Dabei werden Beziehungen zu den bisher betrachteten Studien sichtbar. Mit Blick auf die Erkenntnisse zu erfolgreichen Fortbildungen wurden methodisch Gestaltungsprinzipien generiert, nach denen die DZLM-Angebote zu realisieren sind (vgl. Abschnitt 3.4.2).

Der Kompetenzrahmen (Abbildung 2.8) umfasst die Bereiche Professionswissen, Überzeugungen, Fortbildungsdidaktik- und -management und technische Fähigkeiten. Für eine Stochastik-Fortbildung von Lehrpersonen werden im

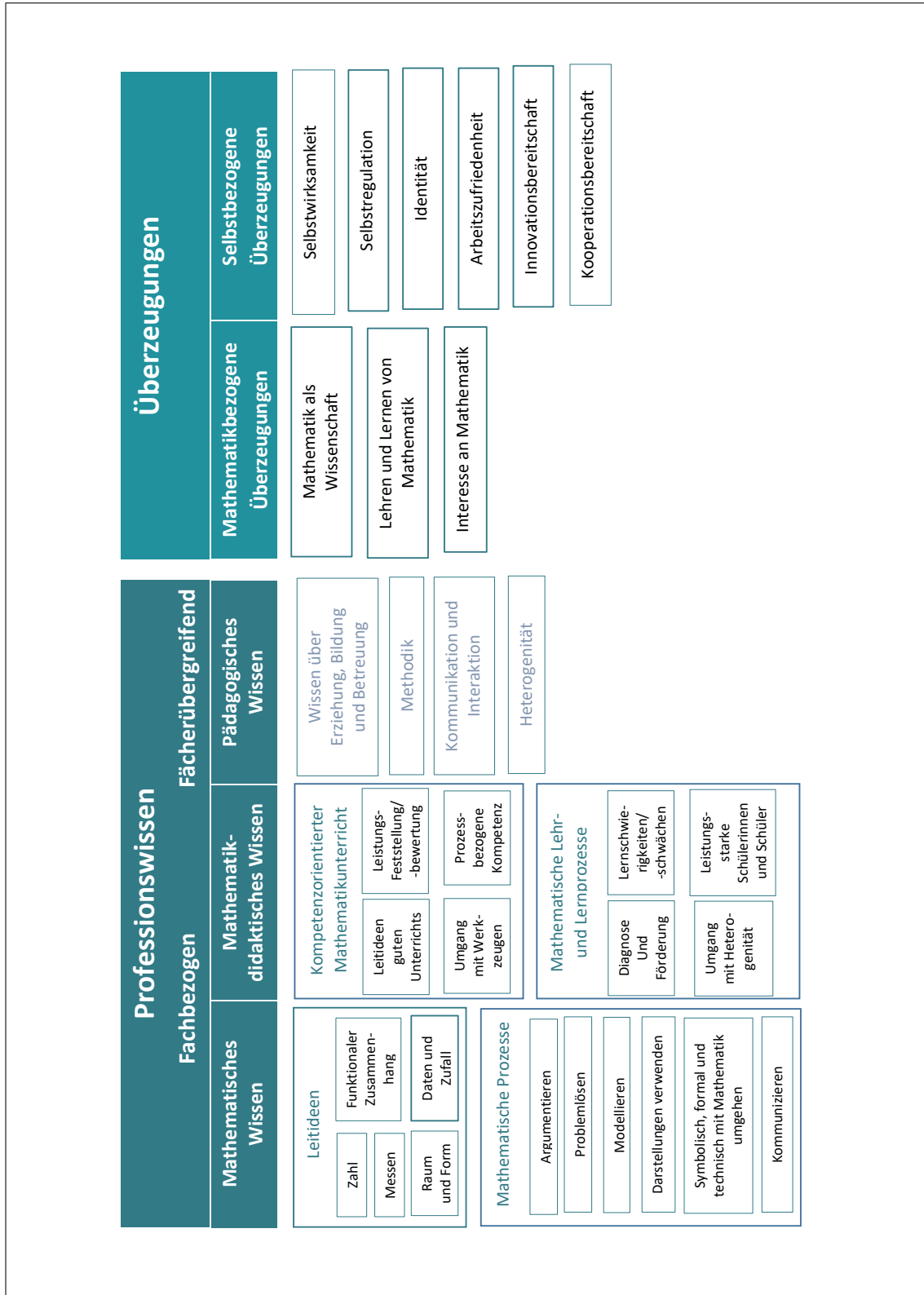


Abbildung 2.8: Kompetenzrahmen des DZLM - Professionswissen und Überzeugungen (DZLM, 2015c, S. 4) - eigene Darstellung

Weiteren nur noch Professionswissen und Überzeugungen näher betrachtet. Kompetenzentwicklung in den Bereichen Fortbildungsdidaktik und -management sind in Fortbildungen von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren anzustreben und sind aus diesem Grund nicht Gegenstand dieser Arbeit.

2.3 Facetten professioneller Kompetenzen

Bei der Professionalisierung von Lehrkräften geht es erster Linie um eine Entwicklung des fachinhaltlichen und fachdidaktischen Wissens als Kern professioneller Kompetenz. Das erfolgt auch mit dem Ziel, mathematikbezogene Überzeugungen zu beeinflussen. Fachliches und fachdidaktisches Wissen sind einerseits Grundlage für die Wahrnehmung und Interpretation von Situationen im Unterricht und andererseits müssen beide Wissensbereiche verknüpft werden, um in konkreten Unterrichtssituationen professionell zu handeln (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010).

In den bisher betrachteten Studien wurden alle mathematischen Inhaltsdomänen einbezogen, allerdings entsprechend ihrer curricularen Verankerung mit unterschiedlicher Wichtung. So wurden auch Items für die Stochastik formuliert und untersucht. Die Anteile stochastischer Items war in den Gesamterhebungen allerdings zu gering, um verlässliche Aussagen treffen zu können. In den Auswertungen werden die stochastischen Items in keiner der Studien weiter betrachtet. Auch wenn sich die Erkenntnisse zum Fachwissen auf die anderen (traditionellen) Inhaltsdomänen beziehen, kann man davon ausgehen, dass grundsätzliche Aussagen zum Fachwissen auch für den Wissensbereich Stochastik zutreffen.

Qualitative Untersuchungen der Forschungsgruppe um Ball haben ergeben, dass Mathematical Knowledge for Teaching (MKT) Auswirkungen auf den Unterricht der Lehrpersonen hat (vgl. Hill et al., 2008). Ergebnisse der internationale Vergleichsstudie TEDS-M zeigen, dass das fachspezifische Wissen von Lehrpersonen stark ausbildungsabhängig ist. Das bedeutet, dass je mehr mathematische Lerngelegenheiten eine angehende Lehrperson hat, desto besser ist ihr fachliches und fachdidaktisches Wissen (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010). Bei der Konzeptualisierung von Professionalisierung geht es um Angebote von Lerngelegenheiten und ein Fokussieren auf Bereiche, in de-

nen eine Kompetenzentwicklung anzustreben bzw. möglich ist. Dazu werden im Folgenden Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und mathematikbezogene Überzeugungen im wissenschaftlichen Diskurs und mit Blick auf den Fortbildungsschwerpunkt Stochastik in dem für die Arbeit relevanten Umfang dargestellt.

2.3.1 Professionswissen Stochastik: Fachliche Aspekte

Einleitend wird der mathematische Bereich Stochastik kurz umrissen, bevor im Weiteren dargestellt wird, welche Inhalte und Arbeitsweisen curricular im Fach Mathematik verankert sind.

Stochastik ist ein Produkt der kulturhistorischen Entwicklung der Menschheit. Im Versuch der Menschen, Ereignisse ihres Lebens und ihrer Umgebung zu erklären, entwickelte sich der Begriff und das individuelle Verständnis von Zufall. Das zeigt sich im Gebrauch der Umgangssprache, in der der Begriff fest und vielfältig etabliert ist. Das Verhältnis von Zufall und Notwendigkeit wurde immer auch aus verschiedenen Perspektiven (theologischer, philosophischer, naturwissenschaftlicher) betrachtet und erklärt (vgl. Küttig & Sauer, 2011). In diesem Prozess wurde die Wahrscheinlichkeitstheorie entwickelt.

Auch die Statistik ist kulturhistorisch geprägt. Der Wunsch Informationen zu gewinnen, um das gesellschaftliche Zusammenleben zu organisieren und zu verwalten, hat die Entwicklung über die Jahrtausende geprägt. Im 18. Jahrhundert führte Achenwall den Namen Statistik als Bezeichnung für die Behandlung seiner Staatsbeschreibung ein und begründet damit den wissenschaftlichen Charakter der Statistik (vgl. Küttig & Sauer, 2011). Es wurden in der Folge soziale und gesellschaftliche Erscheinungen gezielt untersucht, um Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und Entwicklung abschätzen zu können.

In der Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie wurden im 20. Jahrhundert neue Verfahren genutzt und somit Untersuchungsmöglichkeiten erweitert, so dass das als Beginn der mathematischen Statistik angesehen wird (vgl. Küttig & Sauer, 2011). Stochastik ist heute ein Wissenschaftsbereich, der sich mit Zufallerscheinungen auseinandersetzt. Er umfasst die Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik und deren Anwendungsgebiete (vgl. H. P. Müller, 1991; Küttig & Sauer, 2011).

Für Stochastik findet man Modelle zum Professionswissen von Lehrpersonen bei Godino, Ortiz, Roa und Wilhelmi (2011). Sie bilden grundlegende statistische Probleme ab, die mit Schlussfolgerungen und Entscheidungen unter Unsicherheit verbunden sind und schließen spezifische statistische Methoden ein. Für diese Arbeit interessiert besonders eine Studie, in der statistische Kompetenzen angehender Primarstufenlehrkräfte untersucht werden (Godino et al., 2011). Es werden die Befähigung von zukünftigen Grundschullehrkräften im Lösen von Datenanalyseprojekten betrachtet. Im Ergebnis wird festgestellt, dass zukünftigen Grundschullehrkräften, selbst wenn sie eine Begriffs- und Verfahrenskompetenz zeigen, Anwendungssachkenntnisse fehlen. Es kann angenommen werden, dass für Lehrkräfte, die bereits im Beruf tätig sind, vergleichbare Aussagen getroffen werden können. Damit ist die aus den Untersuchungsergebnissen abgeleitete Empfehlung, die Lehramtsausbildung im Bereich der Stochastik zu stärken, auch auf den Bereich der Fortbildung zu erweitern.

Eine Lehrkraft sollte von einem höheren und reflektierten Standpunkt mindestens über Wissen zu den mathematischen Inhalten verfügen, die sie voraussichtlich unterrichten wird. Diese Auffassung wurde in Abstimmungsprozessen der Vertreter der an TEDS-M teilnehmenden Länder erarbeitet. Sie hat sich in der Forschungslandschaft durchgesetzt und wird auch in Arbeiten der Michigan-Gruppe um Ball und dem COACTIV-Programm vertreten. Für Mathematik wird dabei immer wieder auf Kleins Konzeption einer *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* Bezug genommen (vgl. u. a. Kunter et al., 2011).

Grundlage für die Verankerung der Stochastik in Bildungskonzepten bilden die Empfehlungen des Arbeitskreises Stochastik der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (AK Stochastik, 2002) und die Empfehlungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV), der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) und des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU) zu den Standards von Lehrerbildung im Fach Mathematik (DMV, GDM & MNU, 2008). Die Empfehlungen des AK Stochastik der GDM zu Zielen und zur Gestaltung des Stochastikunterrichts (AK Stochastik, 2002) basieren auf einer Analyse der Lehrpläne aller Bundesländer und widerspiegeln die Ergebnisse mehrjähriger intensiver Diskussionen zum Verständnis einer stochastischen Bildung. Es wird eine

Aufwertung stochastischer Allgemeinbildung aus den gesellschaftlichen Erfordernissen begründet und daraus das heute etablierte Verständnis von stochastischer Allgemeinbildung abgeleitet.

In der Empfehlung heißt es:

Zur *stochastischen Allgemeinbildung* eines Schulabsolventen gehören grundlegende Elemente der Beschreibenden Statistik und Explorativen Datenanalyse, der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Beurteilenden Statistik in dem Maße, wie sie zur Bewältigung der damit verbundenen allgemeinen Anforderungen in seiner künftigen Ausbildung sowie seinem beruflichen, gesellschaftlichen und persönlichen Leben erforderlich sind. Eine grundlegende stochastische Bildung muss daher in Zukunft zum verbindlichen Bestandteil aller Pläne für den Mathematikunterricht von der 1. bis 12./13. Klasse gehören. (AK Stochastik, 2002, S. 1)

Für die Primarstufe wird empfohlen, dass bereits Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik verbindliche Bestandteile der Lehrpläne sein sollten. Zur Begründung wird aufgeführt, dass „Schüler in ihrem täglichen Leben bereits mit stochastischen Erscheinungen [...] konfrontiert werden und die Entwicklung einer stochastischen Allgemeinbildung ein grundlegendes und langfristig zu entwickelndes Ziel ist, das einer propädeutischen Behandlung in der Grundschule bedarf“ (AK Stochastik, 2002, S. 3).

Müller und Wittmann leiten daraus ab,

dass es nur darum gehen [kann], die stochastischen Inhalte auf intuitivem Niveau unter Verzicht auf jeden formalen Apparat einzuführen und zwar innerhalb des Kontextes einzelner (möglichst beziehungsreicher) Beispiele. Von einer solchen Basis aus kann in der S I und ggf. in der S II eine systematischere Herausarbeitung der Begriffe und Sätze erfolgen.

(G. Müller & Wittman, 1984, S. 241)

Diese Empfehlungen spiegeln sich in den Beschlüssen der Kultusministerkonferenz (KMK) zu den Bildungsstandards Mathematik (KMK, 2004a) wider (vgl. Abbildung 2.9). Innerhalb der inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen

3.5 Daten Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	
Daten erfassen und darstellen	<ul style="list-style-type: none"> ○ in Beobachtungen, Untersuchungen und einfachen Experimenten Daten sammeln, strukturieren und in Tabellen, Schaubildern und Diagrammen darstellen, ○ aus Tabellen, Schaubildern und Diagrammen Informationen entnehmen.
Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen in Zufallsexperimenten vergleichen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Grundbegriffe kennen (z. B. sicher, unmöglich, wahrscheinlich), ○ Gewinnchancen bei einfachen Zufallsexperimenten (z. B. bei Würfelspielen) einschätzen.

Abbildung 2.9: Bildungsstandards Mathematik Primarstufe - Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit (KMK, 2004a, S. 11)

wird mit der Leitidee *Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit* in der Primarstufe ein eigener Bereich ausgewiesen. Das entspricht der gewünschten Aufwertung einer stochastischen Bildung in der Grundschule. Dazu zählen neben den zu vermittelnden Inhalten (Begriffe, Konzepte) auch stochastische Arbeitsweisen. Die Bearbeitung stochastischer Problemstellungen nutzt und entwickelt alle prozessbezogenen mathematischen Kompetenzen, schult aber insbesondere Fähigkeiten zum Problemlösen und Modellieren. Der AK Stochastik (2002) empfiehlt, dass Stochastik in der Primarstufe als ein Aspekt den gesamten Mathematikunterricht durchziehen und kein eigenständiges Stoffgebiet darstellen soll. Um die Bedeutung für den Unterricht zu betonen, wird allerdings in den KMK-Bildungsstandards (KMK, 2004a) und in den Lehrplänen für Mathematik Grundschule der Länder dieser Inhaltsbereich als separates Themenfeld *Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit* ausgewiesen. Man kann davon ausgehen, dass in der Folge dieser Inhaltsbereich auch in den (traditionellen) schulinternen Planungen als eigenes Stoffgebiet erscheint und auch so im Unterricht umgesetzt wird.

Der AK Stochastik empfiehlt zudem für die Umsetzung im Unterricht, die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler zu analysieren und aufzugreifen, ver-

schiedene Lösungswege zuzulassen und ein Vorgehen auf enaktiver Ebene anzubieten (AK Stochastik, 2002). Zudem benötigen Lehrkräfte ein Verständnis vom und Hintergrundwissen zum spiralen Aufbau des Stochastik-Curriculums. Das schließt im Sinne der Sicherung des Übergangs in die Sekundarstufe das inhaltliche Verständnis der Bildungsstandards Mathematik des mittleren Schulabschlusses (KMK, 2003) ein. Die bisher dargestellten Bezüge richteten sich auf die inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler in Mathematik zu einem bestimmten Zeitpunkt der Schullaufbahn auf einem bestimmten Niveau entwickelt haben sollten.

Parallel zu den Diskussionen und Festschreibung von Lernergebnissen von Schülerinnen und Schülern in den KMK-Bildungsstandards (KMK, 2003, 2004a) liefen auch Diskussionen zu Standards für die Lehramtsausbildung. Diese wurden 2004 zunächst für die Bildungswissenschaften formuliert (KMK, 2004b). Im Auftrag der Kultusministerkonferenz waren anschließend die Fachprofile auszuschärfen. In Zusammenarbeit von Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftlern, Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern und unter Mitwirkung von Fachverbänden wurde die Vereinbarung *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung* (KMK, 2008) erarbeitet und durch die KMK beschlossen. Darin wird für alle Fächer ein grundlegendes Verständnis von fach- bzw. fachrichtungsbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften beschrieben (KMK, 2008, S. 2).

Die Kompetenzentwicklung von Lehrkräften wird explizit als Ausbildungs- und Lernaufgabe für alle Phasen der Lehramtsausbildung betont, d.h. beginnend mit dem Studium bis hinein in die Berufstätigkeit, im Sinne eines lebenslangen Lernens. Allerdings wird davon ausgegangen, dass die aufgezeigten fachbezogenen Kompetenzen vorrangig im Studium aufzubauen bzw. zu entwickeln und damit als Standards für die Lehramtsausbildung zu verstehen sind.

Fachwissen versteht man als solides und strukturiertes Verfügungswissen, als Überblickswissen und reflektiertes Wissen über das Fach. Als Metawissen ermöglicht es Lehrkräften auf wichtige wissenschaftstheoretische Konzepte zurückzugreifen. Durch Einblicke in andere Disziplinen soll zudem fach- bzw. fachrichtungsübergreifendes Wissen erworben werden (KMK, 2008, S. 3).

Darüber hinaus sollen Studienabsolventinnen und -absolventen mit den Er-

kenntnis- und Arbeitsmethoden und Medien ihrer Fächer vertraut gemacht werden und in der Lage sein, diese in zentralen Bereichen ihrer Fächer adressaten- und sachgerecht anzuwenden (KMK, 2008, S. 3).

In den Fachprofilen werden die während des Studiums zu erreichenden Kompetenzen formuliert, sowie die dazu notwendigen inhaltlichen Schwerpunkte benannt. Diese gelten in der Regel für alle Lehrämter. Teilweise wird eine Differenzierung nach Lehrämtern und Schulformen für sinnvoll erachtet und vorgenommen. So werden in Mathematik Studieninhalte für das Lehramt der Sekundarstufe I, der Sekundarstufe II oder für das Gymnasium und für das Lehramt an berufsbildenden Schulen ausgewiesen. Für das Anliegen dieser Arbeit, die die Fortbildung von Grundschullehrkräften in den Blick nimmt, geben die Festschreibungen für das Lehramt der Sekundarstufe I eine Orientierung. Im fachspezifischen Kompetenzprofil Mathematik finden wir zunächst Aussagen, die sich auf alle Themenfelder übergreifend beziehen (KMK, 2008, S. 35):

Die Studienabsolventinnen und -absolventen [...]

- können mathematische Sachverhalte in adäquater mündlicher und schriftlicher Ausdrucksfähigkeit darstellen, mathematische Gebiete durch Angabe treibender Fragestellungen strukturieren, durch Querverbindungen vernetzen und Bezüge zur Schulmathematik und ihrer Entwicklung herstellen,
- können beim Vermuten und Beweisen mathematischer Aussagen fremde Argumente überprüfen und eigene Argumentationsketten aufbauen sowie mathematische Denkmuster auf innermathematische und auf praktische Probleme anwenden (mathematisieren) und Problemlösungen unter Verwendung geeigneter Medien erzeugen, reflektieren und kommunizieren,
- können den allgemeinbildenden Gehalt mathematischer Inhalte und Methoden und die gesellschaftliche Bedeutung der Mathematik begründen und in den Zusammenhang mit Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts stellen,
- können fachdidaktische Konzepte und empirische Befunde mathematikbezogener Lehr-Lern-Forschung nutzen, um individuelle, heterogene Vorstellungen, Denkwege und Fehlermus-

ter von und bei Schülerinnen und Schülern zu analysieren, ihren Lernstand und Potenzial einzuschätzen, sie für das Lernen von Mathematik zu motivieren und bei ihren individuellen Lernwegen zu begleiten sowie individuelle Lernfortschritte zu fördern und zu bewerten,

- können differenzierenden Mathematikunterricht auf der Basis fachdidaktischer Konzepte analysieren und planen sowie auf der Grundlage erster reflektierter Erfahrungen exemplarisch durchführen,
- können auf der Grundlage ihrer fachbezogenen Expertise hinsichtlich der Planung und Gestaltung eines inklusiven Unterrichts mit sonderpädagogisch qualifizierten Lehrkräften und sonstigem pädagogischen Personal zusammenarbeiten und mit ihnen gemeinsam fachliche Lernangebote entwickeln.

Im Bereich der *Stochastik* sind für das Lehramt der Sekundarstufe I als Studieninhalte *Wahrscheinlichkeitsrechnung in endlichen Ereignisräumen* und *Grundlagen der Beschreibenden Statistik und der Schließenden Statistik* benannt.

Für die Konzipierung in Curricula wird eine Ausdifferenzierung der fachlichen Standards in vier Kategorien, wie in Abbildung 2.10 (S. 40) dargestellt, vorgeschlagen (DMV et al., 2008). In den KMK-Bildungsstandards Lehrerbildung Mathematik sind für den Themenkreis *Stochastik - Daten analysieren und Zufall modellieren* inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen festgeschrieben (vgl. Abbildung 2.11, S. 40). In ihnen spiegeln sich grundlegende Denk- und Arbeitsweisen der Stochastik, wie der Datenanalysezyklus von Wild und Pfannkuch (1999), wider. Er umfasst, ausgehend von einer Problemstellung, die Ableitung der Notwendigkeit der Planung und Durchführung einer Datenerhebung, sowie das Aufbereiten und Interpretieren der Daten mit Bezug zum Ausgangsproblem (Wild & Pfannkuch, 1999, S. 225).

<p>Die Kompetenzen betreffen die im Alltag relevante Mathematik und ihre begriffliche Beschreibung. Über diese Kompetenzen soll eine Lehrkraft verfügen, die Mathematik gleich in welcher Jahrgangsstufe unterrichtet, auch dann, wenn sie kein Fachstudium absolviert hat.</p>				
<p>Diese Kompetenzen betreffen Werkzeuge, Begriffe, Verfahren der Elementarmathematik als Mittel, die Alltagsmathematik von einem übergeordneten Standpunkt aus zu durchdringen, zu reflektieren und in ihrem Rahmen Probleme zu lösen. Über diese Kompetenzen soll eine Lehrkraft zusätzlich verfügen, die Mathematik gleich in welcher Jahrgangsstufe unterrichtet und ein stufenspezifisches Fachstudium absolviert hat.</p>				
<p>Diese Kompetenzen betreffen Werkzeuge, Begriffe, Verfahren der Elementarmathematik und die Möglichkeit, diese von einem höheren Standpunkt zu durchdringen, zu reflektieren und in ihrem Rahmen Probleme zu lösen. Über diese Kompetenzen soll eine Lehrkraft darüber hinaus verfügen, die Mathematik in den Sekundarstufen unterrichtet und ein schulformspezifisches Fachstudium absolviert hat.</p>				
<p>Diese Kompetenzen betreffen exemplarisch die Kenntnis weiterführender mathematischer Theoriebildungen mit ihren spezifischen Mechanismen und der je eigenen Leistungsfähigkeit zum Lösen inner- und außermathematischer Probleme. Über diese Kompetenzen soll eine Lehrkraft zusätzlich verfügen, die Mathematik in der Sekundarstufe II unterrichtet.</p>				

Abbildung 2.10: Empfehlungen von DMV, GDM, MNU zur curricularen Umsetzung der Standards der Lehramtsausbildung im Fach Mathematik (DMV et al., 2008, S. 2)

Bereiche	Kompetenzen bezogen auf Inhalte und Prozesse			
	Die Studierenden			
Beschreibende Statistik/ Datenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> planen statistische Erhebungen (Befragung, Beobachtung oder Experiment), führen sie durch und werten sie aus lesen und erstellen grafische Darstellungen für uni- und bivariate Daten (z.B. Kreuztabelle) und bewerten deren Eignung für die jeweilige Fragestellung 			
	<ul style="list-style-type: none"> bestimmen und verwenden uni- und bivariate Kennwerte (z.B. Mittelwerte, Streumaße, Korrelationen, Indexwerte) und interpretieren sie angemessen 			
Zufallsmodellierung	<ul style="list-style-type: none"> modellieren mehrstufige Zufallsversuche durch endliche Ergebnismengen und nutzen geeignete Darstellungen (Baumdiagramm, Mehrfeldertafel) 			
	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden Wahrscheinlichkeitsaspekte (frequentistisch, axiomatisch usw.) und beschreiben typische Verständnisschwierigkeiten im Umgang mit dem Zufallsbegriff rechnen und argumentieren mit Wahrscheinlichkeiten 			
	<ul style="list-style-type: none"> ... 			
Stochastische Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> ... 			
Neue Medien	<ul style="list-style-type: none"> verwenden Tabellenkalkulation und statistische Software zur Darstellung und explorativen Analyse von Daten simulieren Zufallsversuche computergestützt 			

Abbildung 2.11: KMK-Standards Lehramtsausbildung Mathematik: Stochastik - Daten analysieren und Zufall modellieren (KMK, 2008, S. 8)

2.3.2 Professionswissen Stochastik: Fachdidaktische Aspekte

Unterrichts- und schülerbezogenes Wissen ist notwendig, um einen Wissenszuwachs in einer fachinhaltlich orientierten Fortbildung Stochastik in unterrichtliches Handeln von Lehrkräften zu überführen. Aus diesem Grund richtet sich der Fokus nun auf das fachdidaktische Wissen.

In der ländergemeinsamen Vereinbarung zu inhaltliche Anforderungen für die Lehrerbildung (KMK, 2008) wird über alle Fächer hinweg ein grundsätzliches Verständnis von anschlussfähigem fachdidaktischen Wissen für die einzelnen Phasen der Lehramtsausbildung beschrieben:

Studienabsolventinnen und -absolventen

- haben ein solides und strukturiertes Wissen über fachdidaktische Positionen und Strukturierungsansätze und können fachwissenschaftliche bzw. fachpraktische Inhalte auf ihre Bildungswirksamkeit hin und unter didaktischen Aspekten analysieren,
- sind in der Lage, komplexe Sachverhalte adressatengerecht, auch in einfacher Sprache darzustellen,
- kennen und nutzen Ergebnisse fachdidaktischer und lernpsychologischer Forschung über das Lernen in ihren Fächern bzw. Fachrichtungen,
- kennen die Grundlagen fach- bzw. fachrichtungs- und anforderungsgerechter Leistungsbeurteilung,
- haben fundierte Kenntnisse über Merkmale von Schülerinnen und Schülern, die den Lernerfolg fördern oder hemmen können und darüber, wie daraus Lernumgebungen differenziert zu gestalten sind (KMK, 2008, S. 3f.).

Im Vorbereitungsdienst erwerben Studienabsolventinnen und -absolventen Kompetenzen, die die Unterrichtsplanung, -durchführung und Reflexion des unterrichtlichen Handelns betreffen (KMK, 2008, S. 3f.). Mit dem Eintritt in die Berufstätigkeit „sollen sich Lehrerinnen und Lehrer durch Fort- und Weiterbildung fachlich und persönlich in der Rolle als Lehrerin bzw. Lehrer weiterentwickeln“ (KMK, 2008, S. 4). Damit wird die Kompetenzentwicklung in der

Fachdidaktik über das Studium hinaus unmittelbar mit der Unterrichts- und Berufstätigkeit verknüpft und als eine stetige persönliche Entwicklungsaufgabe für Lehrkräfte angesehen.

Im Fachprofil Mathematik sind ergänzende fachdidaktische Aussagen zu finden (KMK, 2008, S. 38). Es sind die Studieninhalte, die Grundlage für die Entwicklung mathematikdidaktischer Kompetenz sind und über die jede Lehrkraft verfügen sollte, die Mathematik unterrichtet. Im Unterschied zum Fachwissen, werden in der Mathematikdidaktik keine spezifischen Studieninhalte, die sich auf einzelne Themenfelder bzw. Lehrämter beziehen, ausgewiesen. Allerdings wird davon ausgegangen, dass es für die jeweilige Schul- bzw. Jahrgangsstufe unterschiedliche Ausformungen gibt.

[Studieninhalte] Mathematikdidaktik

- Themenfelder und Standards des Mathematikunterrichts
- Mathematikbezogene Lehr-Lern-Forschung (z. B. Motivation, individuelle Vorstellungen und Fehler der Schülerinnen und Schüler, Dispositionen, typische Verläufe und Hürden in Lernprozessen, Aufbau und Wirkungen von Lernumgebungen)
- Fachdidaktische Diagnoseansätze, Lernstandbestimmung und darauf basierende Förderkonzepte
- Planung und Analyse differenzierenden Mathematikunterrichts
- Formen der Kooperation mit sonderpädagogisch qualifizierten Lehrkräften und sonstigem pädagogischen Personal bei der Planung, Durchführung und diagnostischen Reflexion inklusiven Unterrichts. (KMK, 2008, S. 40)

In den Empfehlungen von DMV, GDM und MNU (DMV et al., 2008) werden verschiedene fachdidaktische Kompetenzbereiche unterschieden, in denen sich die oben genannten Studieninhalte wiederfinden: fachbezogene Reflexionskompetenz, mathematikdidaktische Basiskompetenzen, mathematikdidaktische diagnostische Kompetenzen und unterrichtsbezogene Handlungskompetenzen in Mathematik. Die Kompetenzbereiche werden noch weiter ausdifferenziert und gelten für alle Themenfelder und Lehrämter. Auf diese Darstellung wird an dieser Stelle verzichtet.

Für eine Einschätzung von Unterrichtsentwicklungsprozessen kann auf eine in COACTIV vorgenommene Beschreibung des fachdidaktischen Wissens zurückgegriffen werden (Kunter et al., 2011, S. 37f.):

- Wissen über das didaktisch und diagnostische Potential, die kognitiven Anforderungen und impliziten Wissensvoraussetzungen von Aufgaben, ihre didaktische Sequenzierung und die langfristige curriculare Anordnung von Stoffen,
- Wissen über Vorstellungen (Fehlkonzeptionen, typische Fehler, Strategien) und Diagnostik von Schülerwissen und Verständnisprozessen,
- Wissen über multiple Repräsentations- und Erklärungsmöglichkeiten.

Damit ist auch auf Erkenntnisse zum stochastischen Verständnis von Grundschulkindern einzugehen. Im Unterricht sind Zugänge zu finden, um Auffassungen der Kinder sichtbar werden zu lassen und Szenarien zu planen, um sich mit typischen Fehlvorstellungen bewusst auseinanderzusetzen. Das sollte mit dem Ziel erfolgen, bestehende Fehlvorstellungen zu verändern bzw. zumindest zu erschüttern.

Ein Blick in die Forschung zum stochastischen Denken zeigt, dass lange eine entwicklungspsychologische Perspektive (z. B. Piaget & Inhelder, 1951; Fischbein, 1975; Fischbein, Sainati Nello & Scilis Marino, 1991) dominierte. In den letzten drei Jahrzehnten entwickelte sich zunehmend auch eine mathematikdidaktische Perspektive (vgl. u.a. Hawkins & Kapadia, 1984; Wollring, 1994, 2007; Martignon & Wassner, 2005; Lindmeier & Reiss, 2014).

Im Zentrum fachdidaktischer Forschung zum stochastischen Denken im Grundschulalter standen in den letzten Jahrzehnten besonders Fehlvorstellungen von Kindern zu einzelnen Phänomenen sowie deren Auftreten in verschiedenen Altersgruppen (Fischbein, 1975; Green, 1983; Fischbein & Schnarch, 1997). Fischbein (1975) beschreibt frühe Fähigkeiten durch intuitives (primäres) Wissen, das auf Erfahrungen basiert und keine systematische Grundlage hat. Mit Sekundärintuitionen bezeichnet er das aus diesem intuitivem Wissen umgewandelte formale Wissen, das u. a. durch Unterricht erworben werden kann. In den Studien wurde wiederholt beobachtet, dass manche Fehlvorstellungen mit dem Alter zunehmen und nicht, wie man es erwarten würde, zurückge-

hen. Als Erklärung wird angenommen, dass im Mathematikunterricht inadäquate Sekundärintuitionen aufgebaut werden, z.B. durch eine Überbetonung deduktiv-deterministischer Denkweisen (vgl. u.a. Fischbein, 1975).

Neuere Studien (vgl. Shtulman & Carey, 2007; Zhu & Gigerenzer, 2006) deuten daraufhin, dass bei Kindern, bei geeigneter Wahl der Problempräsentation, schon sehr frühe stochastische Kompetenzen beobachtet werden können. Es wäre eigentlich erforderlich, diese näher zu untersuchen, um eine sachbezogene Grundlage für die Implementation stochastischer Inhalte im Unterricht der Grundschule zu haben, wie sie in den KMK-Bildungsstandards (KMK, 2004a) gefordert werden.

In Bezug auf Stochastik handelt es sich bei Grundschulkindern in der Regel um emotional erworbenes Erfahrungswissen, das u. a. aus Spielen vor dem Schuleintritt erworben wird. Die auf diese Art und Weise entwickelten (Fehl)Vorstellungen sind sehr stabil ausgeprägt (vgl. Hawkins & Kapadia, 1984; Martignon & Wassner, 2005; Wollring, 1994). In ihren Einschätzungen beziehen sich Kinder immer wieder auf ihre häufig erlebten Erfahrungssituationen. So werden die Ergebnisse der wenigen selbst durchgeführten (Spiel)Versuche als repräsentativ für die allgemeine Häufigkeitsverteilung angesehen.

Studien belegen auch, auf welcher vielfältigen Art und Weise stochastisches Verständnis durch die jeweiligen Situationsbedingungen mitbestimmt sein kann (vgl. Hawkins & Kapadia, 1984; Martignon & Wassner, 2005; Wollring, 1994). Die Untersuchungen liefern allerdings uneinheitliche Befunde, so dass sie im Detail hier nicht näher betrachtet werden. Gemeinsam sind ihnen aber folgende Erkenntnisse:

- Die Kinder besitzen bereits bei Schuleintritt frühe Vorläuferfähigkeiten stochastischer Kompetenz (vgl. u.a. Martignon & Wassner, 2005).
- Frühe stochastische Kompetenzen werden in der Schule zu wenig gefördert bzw. so vorhanden, können sie sogar eher geschwächt werden bzw. sogar verloren gehen (vgl. u.a. Hawkins & Kapadia, 1984; Wollring, 2007).

Bisher ging es in den Ausführungen um den Kern professioneller Kompetenz von Lehrkräften, um die Facetten fachinhaltlichen und fachdidaktischen Wissens, die für die Behandlung stochastischer Problemstellungen im Mathema-

tikunterricht der Grundschule relevant sind. Das erfolgte auch mit dem Ziel, Lerngelegenheiten zu erkennen und zu nutzen, um auf mathematikbezogene Überzeugungen der Lehrkräfte einzuwirken.

2.3.3 Mathematikbezogene Überzeugungen

Seitdem die theoretische und empirische Forschung sich mit Überzeugungen von Lehrkräften beschäftigt, wird über deren Entwicklung bzw. Veränderbarkeit kontrovers diskutiert (vgl. Nisbett & Ross, 1980; Pajares, 1992).

Einigkeit besteht darin, dass sich Überzeugungen im Laufe eines Sozialisationsprozesses ausbilden (vgl. u. a. Calderhead & Robson, 1991; Feiman-Nemser & Remillard, 1995). Jüngeren Untersuchungen zufolge werden Überzeugungen zunehmend als domänen- und kontextabhängig betrachtet (vgl. Buehl & Alexander, 2001; Hammer & Elby, 2002; Schommer-Aikins & Duell, 2013) oder als flexibel angesehen (vgl. Bromme, Clarebout, Elen & Stahl, 2011).

In dieser Arbeit wird der Begriff *Überzeugungen* durch Rückgriff auf seine Definition in den auf Mathematik bezogenen Studien MT21, TEDS-M und COACTIV beschrieben. Überzeugungen werden verstanden „als implizite oder explizite subjektiv für wahr gehaltene Konzeptionen, welche die Wahrnehmung der Umwelt und das Handeln beeinflussen“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 497). In den Modellen zur Handlungskompetenz von Lehrkräften wird in den genannten Studien zwischen Wissen und Können (knowledge), Werthaltungen (value commitments) und Überzeugungen (beliefs) unterschieden. In diesem Kompetenzverständnis werden mit beliefs fach-, unterrichts-, professions- und selbstbezogene Überzeugungen erfasst. Diese sind zum größten Teil unbewusster Natur und es besteht damit die methodische Herausforderung, diese zu identifizieren und sichtbar werden zu lassen (vgl. Buehl & Alexander, 2001).

Die grundlegende Annahme ist, dass Wissen nur dann eine handlungsleitende Funktion erhält, wenn es in den subjektiven Überzeugungsbestand der Lehrerinnen und Lehrer übernommen wird. (Blömeke et al., 2008).

Vergleichsstudien zeigen, dass Überzeugungen und motivationale Orientierungen von Lehrkräften handlungsrelevant sind (vgl. Blömeke et al., 2008; Grigutsch, Raatz & Törner, 1998; Kunter & Baumert, 2011; Staub & Stern, 2002).

Damit kann davon ausgegangen werden, dass sie den Lehr-Lern-Prozess von Kindern beeinflussen (vgl. Ball et al., 2008; Kunter & Baumert, 2011; Staub & Stern, 2002; Weinert, 2001). In Bezug auf die Gruppe der Mathematiklehrkräfte besteht ein weitgehender Konsens über die Ausdifferenzierung ihrer epistemologischen Überzeugungen (vgl. Hofer & Pintrich, 2002; op t'Eynde, de Corte & Verschaffel, 2002; Baumert & Kunter, 2006; Blömeke et al., 2008; Sullivan & Wood, 2008; Goldin, Rösken & Törner, 2009). So werden folgende Überzeugungsdimensionen unterschieden:

- Überzeugungen in Bezug auf die Struktur von Mathematik,
- Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik.

Diese werden im Folgenden näher betrachtet.

Überzeugungen zur Struktur von Mathematik

Überzeugungen zum Wesen der Mathematik werden durch eine komplexe „Erfahrungs- und Handlungswelt“ der Mathematik bestimmt (vgl. Grigutsch et al., 1998). Durch Grigutsch und Törner (1994) wurde das im Begriff *mathematisches Weltbild* abgebildet. Sie identifizierten vier Aspekte der Mathematik, die sich voneinander unterscheiden und das Bild von Mathematik charakterisieren: Schema-Aspekt, Formalismus-Aspekt, Prozess-Aspekt und Anwendungs-Aspekt. Der *Schema-Aspekt* beschreibt Mathematik als ein „Werkzeugkasten und Formelpaket“ (Grigutsch et al., 1998, S.19). Der *Formalismus-Aspekt* erfasst Mathematik als ein formales System, gekennzeichnet durch „Strenge, Exaktheit und Präzision auf der Ebene der Begriffe und der Sprache, im Denken, in den Argumentationen, Begründungen und Beweisen von Aussagen sowie der Systematik der Theorie“ (Grigutsch et al., 1998, S.17). Unter dem *Prozess-Aspekt* wird der Erkenntnisprozess in der Mathematik als kreative Tätigkeit verstanden. Das bedeutet, dass man sich mit Mathematik aktiv auseinandersetzen kann, im Sinne von (aus)probieren, nachvollziehen und entwickeln, um Neues zu entdecken. Der *Anwendungs-Aspekt* betont die Relevanz und praktische Nützlichkeit von Mathematik für das Bewältigen von Herausforderungen im alltäglichen Leben (Grigutsch et al., 1998, S. 18). Diese vier Aspekte beeinflussen sich gegenseitig. Dennoch können sie als unabhängige Dimensionen innerhalb eines mathematischen Weltbilds betrachtet werden (vgl. Blömeke et al., 2008).

Die Ergebnisse der TEDS-M Studie zeigen, dass der Umfang der Mathematikausbildung entscheidenden Einfluss auf die Überzeugungen von Lehrkräften zur Struktur der Mathematik hat (Felbrich et al., 2010, S. 323). Die differenzierte Analyse statischer Überzeugungen zur Struktur der Mathematik belegt, dass sich signifikante Unterschiede jeweils zwischen den Ausbildungsgängen mit bzw. ohne Mathematik als Schwerpunktfach ergeben. Auch in der differenzierten Analyse zur dynamischen Perspektive unterschieden sich die Primar- und Sekundarstufenlehrkräfte in ihrer Zustimmung in Abhängigkeit von ihrem Ausbildungsgang. Lehramtsabsolventen der Ausbildungsgänge mit Schwerpunktfach Mathematik stimmen der dynamischen Perspektive auf Mathematik signifikant stärker zu als die der Gruppe ohne Mathematik (Felbrich et al., 2010, S. 313)(vgl. auch Abschnitt 2.2.3).

Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik

Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik werden in der empirischen Forschung wiederkehrend in Transmission (knowledge transmission) und Konstruktion (cognitive construction) unterschieden (vgl. Kunter et al., 2011; OECD, 2010; Peterson, Carpenter & Fennema, 1989; Staub & Stern, 2002). Lernen wird nach der transmissiven Überzeugung als Aufnahme von objektiv gegebenen Wissenseinheiten und Lehren als Transfer dieses Wissens betrachtet. Der Lehr-Lern-Prozess wird mit einem Sender-Empfänger-Modell verglichen, in dem die Lehrkraft die Lerninhalte liefert und die Schülerinnen und Schüler diese aufnehmen.

Das konstruktivistische Lehr-Lern-Verständnis geht auf Arbeiten von Piaget (1931, 1977) zurück. Lernen wird als eine aktive und eigenständige Wissenskonstruktion und Lehren als eine Unterstützung dieser Konstruktionsprozesse beschrieben (vgl. Kunter et al., 2011; OECD, 2010; Peterson et al., 1989; Staub & Stern, 2002).

Betrachtet man die Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik, zeigen sich auch hier wieder Unterschiede zwischen angehenden Lehrkräften in Abhängigkeit des Umfangs und der Art ihrer mathematischen und mathematikdidaktischen Ausbildung (vgl. Felbrich et al., 2010). Stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte ohne Mathematik als Unterrichtsfach stimmen transmissionsorientierten Überzeugungen am stärksten und konstruktivistisch orien-

tierten Überzeugungen am schwächsten zu. Reine Primarstufenlehrkräfte bzw. Primar- und Sekundarstufen I-Lehrkräfte mit Mathematik als Unterrichtsfach vertreten dagegen deutlich stärker konstruktivistische Überzeugungen und lehnen transmissionsorientierte Überzeugungen besonders stark ab (vgl. Felbrich et al., 2010, S. 324).

Im Rahmen der COACTIV-Studie können Voss et al. (2011) einen Zusammenhang zwischen den Lehrkräfteüberzeugungen, der Gestaltung des Unterrichts und der Mathematikleistung der Schülerinnen und Schüler feststellen. Demnach erweisen sich konstruktivistische Überzeugungen der Lehrkräfte als günstig für die Gestaltung kognitiver Aktivierung im Unterricht. Das wirkt sich wiederum positiv auf die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler aus (vgl. auch Abschnitt 2.2.3).

Faktoren zur Entwicklung von Überzeugungen

Überzeugungen zum Lehren und Lernen lassen sich generell nur schwer verändern, da sie sich „at the core of teachers world view“ befinden (vgl. Pajares, 1992, S. 311). Nisbett und Ross (1980) betrachten Überzeugungen als höchst stabil gegenüber Veränderungen. Um neu gewonnene Überzeugungen von Lehramtsstudierenden, die sich im Rahmen ihrer Ausbildung entwickeln, zu stabilisieren, scheint eine aktive Auseinandersetzung und Reflexion der Überzeugungen erforderlich zu sein (vgl. Blömeke, 2002; Blömeke et al., 2008; Blömeke, Suhl & Kaiser, 2011).

Für die Gestaltung von Lernprozessen ist zudem ein Ausprägungsgrad von Überzeugungen zu beachten. Schommer-Aikins (2002) betont, dass Personen mit *reiferen Überzeugungen* davon überzeugt sind, dass es über das bestehende Wissen hinaus noch zu entdeckendes Wissen gibt. Personen mit eher *unausgereiften naiven Überzeugungen* sind der Auffassung, dass bestehendes Wissen als bereits erschlossen betrachtet werden kann. In diesem Verständnis unterstützen reifere Überzeugungen eine Flexibilität im Denken sowie eine Reflexion alter bzw. eine Aufnahme neuer Ideen (vgl. Schommer-Aikins, 2002).

Veränderungsprozesse von Überzeugungen werden häufig in Zusammenhang mit Theorien des Konzeptwechsels diskutiert (vgl. Dole & Sinatra, 1998; Vosniadou, 2001; Limón & Mason, 2002). Als Konzeptwechsel werden dabei Veränderungen in der Wissensstruktur von Lernenden verstanden, die den Übergang

von naiven Vorstellungen zu wissenschaftlichen Erklärungen und fachgerechten Beschreibungen der Sachverhalte darstellen (conceptual change) (vgl. Blömeke et al., 2008, S. 225). In diesem Modell geht man davon aus, dass eine unangenehm empfundene kognitive Dissonanz zwischen den vorherrschenden Überzeugungen und den neuen, davon abweichenden Informationen zur Veränderung epistemologischer Überzeugung anregt. Hydn (2001) vertritt die Auffassung, dass es sogar notwendig sei, Lernende in den Zustand der kognitiven Dissonanz zu bringen, um einen Konzeptwechsel zu erreichen. Eine Veränderung der Überzeugung kann dann zu einer Reduktion der Dissonanz führen (vgl. Bendixen & Rule, 2004; Kienhues, Bromme & Stahl, 2008).

Darüber hinaus ist zu bedenken, dass auch Persönlichkeitsmerkmale wie die Selbstwirksamkeitserwartungen, der Grad des Selbstvertrauens und die Kontrollüberzeugungen bezüglich des eigenen Lernprozesses, Einfluss auf diese Veränderung haben (vgl. Pintrich, 1999). In Bezug auf Lehrpersonen ist diese Aussage von doppelter Bedeutung. Auf der einen Seite in Bezug auf die Gestaltung von individuell erfolgreich erlebtem Lernen einer Lehrkraft, das das Selbstkonzept dieser Person stärkt. Das ist andererseits wieder grundlegend für ein Vertrauen in die Selbstwirksamkeit als Lehrkraft bezüglich der Gestaltung von schülerbezogenen Lernprozessen. Mit Bezug zum Anliegen dieser Arbeit im Folgenden einige Ausführungen dazu.

2.3.4 Selbstbezogene Überzeugungen: Selbstwirksamkeitserwartungen

Selbstwirksamkeitserwartung wird verstanden als die subjektive Gewissheit, herausfordernde Situationen, die Anstrengung und Ausdauer erfordern, auf Grund eigener Kompetenz bewältigen zu können (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002). Dieses Verständnis beruht auf der sozial-kognitiven Theorie von Bandura (1992, 1997, 2001). Es wird davon ausgegangen, dass subjektive Überzeugungen kognitive, motivationale, emotionale und aktionale Prozesse steuern, um das für bestimmte Resultate notwendige Handeln zu ermöglichen (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002). In Anforderungssituationen ist immer wieder die *persönliche Verfügbarkeit von Handlungen* zu beurteilen (Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 36). In diesem Verständnis ist die Einschätzung der eigenen

Handlungsmöglichkeiten als eine zentrale Komponente der Wahrnehmung von Selbstwirksamkeit anzusehen. Dieses Konzept wurde auf verschiedene gesellschaftliche Bereiche und Handlungsfelder übertragen und empirisch untersucht (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002). Die weiteren Ausführungen beschränken sich auf die für diese Arbeit relevanten Bereiche und Handlungsfelder der Bildung.

Im Zusammenhang mit Bestrebungen Schule zu reformieren, wurde das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartungen auf das Gesamtsystem Schule und seine Akteure übertragen. Es wurde das Lern- und Leistungsverhalten, die Stressbewältigung bzw. das Gesundheitsverhalten von Lehrkräften und Schülerinnen und Schüler untersucht (vgl. Jerusalem, 1998; Jerusalem & Schwarzer, 1999a, 1992, 1999b; Schunk, 1995; Schwarzer, 1992; Schwarzer & Schmitz, 1999; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Schwarzer & Warner, 2014; Zimmermann, 2000). Die mit Blick auf das Gesamtsystem durchgeführten empirische Untersuchungen (vgl. Brockmeyer & Edelstein, 1997; Edelstein, 1995, 1998, 2002; Jerusalem & Satow, 1999) belegen, dass optimistische Kompetenz- oder Selbstwirksamkeitserwartungen eine Grundbedingung dafür darstellen, dass Herausforderungen angenommen und bewältigt werden.

Ein in diesem Sinne kompetenter Umgang mit schulischen Anforderungen stellt sowohl für Lehrer als auch für Schüler eine wichtige Voraussetzung für hohe Motivation und hohes Leistungsniveau, für psychisches und körperliches Wohlbefinden und für hohe Berufs- und Lebenszufriedenheit dar. (Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 36)

Mit Blick auf Erkenntnisse der Schulentwicklungsforschung und der Bedeutung von Lehrkräftekooperation (vgl. Horster & Rolff, 2001; Schmitz & Schwarzer, 2002; Helmke, 2014) interessieren neben individuellen auch kollektive Selbstwirksamkeitserwartungen. Schmitz und Schwarzer (2002, S. 205) gehen in diesem Zusammenhang folgenden Fragen nach: „Fühlt sich jemand vor allem als Einzelner kompetent oder eher als Mitglied einer Gruppe? Dominiert die individuelle gegenüber der kollektiven Selbstwirksamkeitserwartung oder umgekehrt?“. Bandura versteht unter kollektiver Selbstwirksamkeitserwartung „die von einer Gruppe geteilte Überzeugung in ihre gemeinsamen Fähigkeiten, die notwendigen Handlungen zu organisieren und auszuführen, um bestimmte Ziele zu erreichen“ Bandura (1997, S. 476).

Selbstwirksamkeit ist eine wichtige Voraussetzung für Selbst- und Handlungsregulation von Lehrkräften. Für die Entwicklung und Förderung derartiger Fähigkeiten benennt Bandura (1997) vier wesentliche Quellen, die entsprechend ihres Einflusses geordnet werden können :

- Handlungsergebnisse in Gestalt eigener Erfolge und Misserfolge,
- stellvertretende Erfahrungen durch Beobachtung von Verhaltensmodellen
- Sprachliche Überzeugungen (z.B. Fremdbewertung oder Selbstinstruktion) und
- Wahrnehmungen eigener Gefühlsregung.

Handlungsergebnisse - Es ist unbestritten, dass erfolgreiches Arbeiten das Selbstwertgefühl, das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit stärkt (vgl. Bandura, 1997; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Schmitz & Schwarzer, 2002). Auch Misserfolge gehören zu Handlungsergebnissen. Bezüglich des Unterrichts sind Lehrkräfte zu befähigen, erlebten (vermeintlichen) Misserfolg nachzubereiten. Es besteht die Herausforderung, Lehrkräften die Logik von Fehlern, Irrtümern und Umwegen bewusst zu machen, damit sie erkennen können, dass diese chancenreiche Teile eines Lernprozesses sind (vgl. Bandura, 1997; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Schmitz & Schwarzer, 2002). Die Reflexion über einen derartigen Prozess, insbesondere der Umgang mit und die Bewältigung von Schwierigkeiten kann das Selbstvertrauen und damit auch das Selbstwertgefühl stärken. Eine entsprechende Reflexionskultur sollte sich an den Schulen entwickeln.

Stellvertretende Erfahrungen durch Beobachtung von Verhaltensmodellen - Von den Erfahrungen anderer können Lehrpersonen durch Beobachtungen bei gegenseitigen Unterrichtsbesuche profitieren. Sie erleben Verhaltensmodelle anderer Lehrpersonen und können sich dazu austauschen. In Fortbildungssituationen kann auf bereits vorhandene Erfahrungen der einzelnen Lehrkräfte zurückgegriffen und diese den anderen zugänglich gemacht werden. Auch die didaktische Gestaltung der Lernprozesse in einer Fortbildung und die Reflexion dazu bieten Chancen, ein Unterrichtsmodell exemplarisch darzustellen.

Sprachliche Überzeugungen - In Lehr- und Lernprozessen ist der Austausch mit anderen wichtig, um von den eigenen Fähigkeiten bzw. deren Entwicklung überzeugt zu sein. In diesem Zusammenhang können Rückmeldungen von anderen Lehrpersonen als kritisches, aber konstruktives Feedback angesehen werden und helfen eigene Entwicklungsressourcen wahrzunehmen.

Wahrnehmungen eigener Gefühlserregung - Gefühlszustände bestimmen die Beurteilung der eigenen Kompetenzen bei der Bewältigung einer Situation mit. Das sind einerseits die Erregung im Vorfeld von Anforderungen und andererseits die bei der Problembearbeitung tatsächlich erlebten Gefühle (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002). Freudige Erwartungen vor bzw. in einer Anforderungssituation sind Ausdruck für ein Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit. Gefühlserregungen, die mit Ängsten verbunden sind, können ein Hinweis auf Zweifel an den eigenen Kompetenzen zur Problembewältigung sein.

In diesem Zusammenhang wird in Bezug auf Mathematik das Phänomen *Mathematikangst* als ein gesamtgesellschaftliches Thema wahrgenommen und ist nicht allein auf Deutschland beschränkt. International wird dieses Phänomen als eine Hauptursache dafür angesehen, dass es in den einzelnen Ländern nicht genügend Absolventen in den naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Bereichen gibt (vgl. Porsch, Strietholt, Macharski & Bromme, 2015). Für diese Arbeit interessieren im Weiteren nur noch Studien, die sich mit Mathematikangst von Lehrpersonen beschäftigen. Einen Überblick von Forschungsansätzen, Konzeptualisierungen und Messung dieses Phänomens findet man bei Porsch et al. (2015, S. 3ff.).

Im anglo-amerikanischen Raum gibt es eine Reihe von Studien, die Mathematikangst bei angehenden Mathematiklehrkräften untersucht haben (vgl. Brown, Westenskow & Moyer-Packenham, 2011; Boyd, Foster, Smith & Boyd, 2014; Gresham, 2007, 2018; Novak & Tassell, 2017; Ramirez, Hooper, Kersting, Ferguson & Yeager, 2018; Reid, Reid & Hewitt, 2018). Im Ergebnis zeigt sich, dass Mathematikangst vom Umfang der Mathematikausbildung abhängt und insbesondere bei angehenden Elementar- bzw. Grundschullehrkräften auf einem hohen Niveau ausgeprägt ist. Diese kann sich zwar mit der Berufserfahrung verringern, aber u. a. Brown et al. (2011) schätzen ein, dass es einer längerfristigen berufsbegleitenden Unterstützung bedarf, damit Lehrkräfte Mathematikangst reduzieren können (vgl. auch Boyd et al., 2014; Gresham, 2007, 2018; Novak

& Tassell, 2017; Reid et al., 2018). Damit das gelingt, sind Ursachen, Faktoren und Kontexte, die im Zusammenhang mit diesem Phänomen stehen, zu analysieren, um eine geeignete berufsbegleitende Unterstützung zu ermöglichen. Das erweist sich als um so notwendiger, da in verschiedenen empirischen Studien nachgewiesen wurde, dass Mathematikangst von Lehrkräften einen negativen Einfluss auf die Mathematikleistung ihrer Schülerinnen und Schüler hat (vgl. Ashcraft & Moore, 2009; Hembree, 1990; Ma, 1999; Ramirez et al., 2018).

Die Konstrukte der kollektiven bzw. der individuellen Selbstwirksamkeitserwartungen von Lehrkräften haben aus Sicht der Forschung vor allem für folgende drei Bereiche eine funktionale Bedeutung: Prävention von Burnout, Unterstützung von Schulreformbewegungen, systemische Schulberatung (vgl. Schmitz & Schwarzer, 2002, S. 209). Das ist um so mehr beachtenswert, da sich diejenigen Schulen in der Ausbildung ihrer Schülerinnen und Schüler am erfolgreichsten erwiesen, deren Lehrerschaft kollektiv von ihrer Fähigkeit überzeugt war, erfolgreich unterrichten zu können (vgl. Schmitz & Schwarzer, 2002).

2.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Bezüglich des Anliegens der Arbeit war zunächst der zentrale Begriff *professionelle Kompetenz von Lehrpersonen* zu klären. Sie umfasst die kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten und die Motivation, den Willen und eine soziale Bereitschaft, um in berufsspezifischen Problemsituationen erfolgreich und verantwortungsvoll zu handeln (Klieme et al., 2007, S. 72). Alle dazu betrachteten Struktur-Modelle bilden zentrale Voraussetzungen ab, die für die erfolgreiche Bewältigung der beruflichen Aufgaben von Lehrkräften notwendig sind. Zu diesen gehören Professionswissen, professionelle Überzeugungen, motivationale Merkmale und selbstregulative Fähigkeiten der Lehrkräfte (vgl. Baumert et al., 2011; Döhrmann et al., 2012). Im Kompetenzrahmen des DZLM (DZLM, 2015a) werden diese wesentlichen Kompetenzbereiche für Mathematik konkretisiert.

Bei der Professionalisierung von im Mathematikunterricht tätigen Lehrkräften durch eine Stochastik-Fortbildung geht es im Kern um die Entwicklung des fachinhaltlichen und fachdidaktischen Wissens bezüglich dieses Themen-

bereichs. Das erfolgt auch mit dem Ziel, relevante mathematikbezogene Überzeugungen zu beeinflussen.

Durch Erkenntnisse renommierter Studien (TEDS-M, COACTIV) zum Fachwissen und die Standards für die Lehramtsausbildung (KMK, 2008) wird ein Rahmen für die Auswahl der Ziele für eine Stochastik-Fortbildung abgesteckt. Beim Fachwissen geht es um inhalts- und prozessbezogene Kompetenzentwicklung in der Wahrscheinlichkeitsrechnung (in endlichen Ereignisräumen) und Grundlagen der Beschreibenden und der Schließenden Statistik (KMK, 2008). Die Ausdifferenzierung dieser Standards in Kompetenzstufen durch den AK Stochastik (2002) sind Empfehlungen und Orientierung für eine curriculare Umsetzung. Entsprechend des Anliegens dieser Arbeit kann das für die Entwicklung eines Konzepts einer Stochastik-Fortbildung genutzt werden. Gegenstandsbezogen können Ziele abgeleitet und Inhalte ausgewählt werden.

Bezüglich des fachdidaktischen Wissens in Mathematik gibt es Vorgaben durch die Standards für die Lehramtsausbildung (KMK, 2008). Mit Blick auf Unterrichtsentwicklungsprozesse wird in dieser Arbeit auf die Struktur und Beschreibung des fachdidaktischen Wissens in der COACTIV-Studie zurückgegriffen. In einer Stochastik-Fortbildung für Lehrkräfte, die Mathematik in der Grundschule unterrichten, steht ein Verständnis des stufenspezifischen Zugangs zu stochastischen Denk- und Arbeitsweisen im Mittelpunkt. Hier wird der Empfehlung des AK Stochastik (2002) gefolgt, der für die Primarstufe einen propädeutischen Zugang zur Stochastik begründet und beschreibt.

Der Zusammenhang zwischen Überzeugungen und Unterrichtshandeln von Lehrkräften (vgl. Hartinger, Kleickmann & Hawelka, 2006; Richardson, 1996) ist bei der Entwicklung von Lehrkräftefortbildungen zu bedenken. Überzeugungen sind individuelle Interpretations- und Handlungsschemata der Lehrkräfte, die sich im Berufsalltag bewährt haben und auf die im alltäglichen Unterrichtshandeln zurückgegriffen werden kann (vgl. Grigutsch et al., 1998). In einer Stochastik-Fortbildung besteht die Herausforderung, bestehende Überzeugungen der Lehrkräfte sichtbar werden zu lassen und Unsicherheiten und Ängste zu erkennen. Durch kognitive Aktivierungen und adäquate Impulse sollen Veränderungsprozesse im Verständnis von Mathematik und konstruktivistische Vorstellungen von Lehr-Lern-Prozessen beispielhaft für die Stochastik angeregt werden.

Kapitel 3

Professionalisierung von Lehrpersonen

Nachdem geklärt wurde, was unter professioneller Kompetenz von Lehrpersonen zu verstehen ist, wird im Weiteren der Frage nachgegangen, wie sich professionelle Kompetenz entwickeln kann. Dazu ist auf die gesamte berufliche Entwicklung von Lehrpersonen zu schauen. Das ist allerdings ein derartiges komplexes und vielschichtiges Feld, dass in der Regel nur Teilbereiche des beruflichen Agierens von Lehrpersonen betrachtet werden. So kann berufliche Entwicklung die (institutionelle) Berufslaufbahn meinen, d. h. durchlaufene Ausbildungsphasen, die Berufstätigkeit, Familienphasen und Funktionsübernahmen in der Schule und darüber hinaus. Geht es um eine erfolgreiche Bewältigung beruflicher Anforderungen, richtet sich der Fokus eher auf inhaltliche Aspekte der beruflichen Entwicklung. In diesem Zusammenhang interessieren die beruflichen Kernaufgaben. Dazu zählt Terhart (1998) in erster Linie die Gestaltung des Unterrichts und des Klassenmanagements, die Kommunikation und Kooperation im und mit dem Schulkollegium und den Eltern. Um die komplexen beruflichen Herausforderungen erfolgreich meistern zu können, benötigen Lehrpersonen, wie bereits ausgeführt, eine berufsspezifische professionelle Kompetenz (siehe Kapitel 2). Das umfasst fachliches, fachdidaktisches und pädagogisch-psychologisches Wissen, persönliche Überzeugungen zum Verständnis und dem Lernen von Mathematik, die berufliche Motivation und die Fähigkeit zur Selbstregulation (Terhart, 1998). In diesem Verständnis wird berufliche Entwicklung im Berufsfeld und den damit verbunden allgemeingültigen

Anforderungen verankert. Diskussionen zur Professionalisierung von Lehrpersonen setzen an dieser Stelle an und betrachten die subjektive Bewältigung beruflicher Anforderungen durch die Lehrperson.

In diesem Zusammenhang wird von Ausprägung der Profession bzw. Professionalität einer Lehrperson gesprochen. Lehrkräfte interpretieren unterrichts- und schulbezogene Situationen vor ihrem Ausbildungshintergrund und ihrem Berufsverständnis. Professionalität wird durch das in der Ausbildung erworbene Wissen und die Fähigkeiten und Fertigkeiten geprägt, die einen formalen Zugang zum Beruf sichern, aber individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Darüber hinaus wird sie durch die zunehmenden Erfahrungen beeinflusst. Neben den personellen Voraussetzungen sind es individuelle und externe Faktoren, die den Aufbau und die Entwicklung berufsbezogener professioneller Kompetenzen beeinflussen. Tenorth (2006) zieht daraus den Schluss, dass man Professionalität nur in einem lang andauernden Prozess der Konstruktion und Selbstkonstruktion des Berufs erwirbt.

Im folgenden Kapitel werden nun Prozesse der Professionalisierung von Lehrpersonen detaillierter betrachtet. Dabei treffen verschiedene Interessen und Sichtweisen aufeinander. Das sind in erster Linie ideologisch besetzte Interessen und normative Vorgaben der Bildungsadministration (Abschnitt 3.1), darüber hinaus theoretische Ansätze und Erkenntnisse der Professionalisierungs-, Schulentwicklungs- und Lehr-Lern-Forschung (Abschnitt 3.2). Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen Lernprozesse von Lehrkräften (Abschnitt 3.3) im Zusammenhang mit Professionalisierung von Lehrkräften durch Fortbildungen (Abschnitt 3.4).

3.1 Forderungen und Interessen der Bildungsadministration

Ein gemeinsames Verständnis der Länder zur Professionalisierung von Lehrpersonen wird in den Anforderungen für die Lehramtsausbildung (KMK, 2008) beschrieben. Aus den Anforderungen des Berufsfeldes werden die inhaltlichen Anforderungen an ein fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Lehramtsstudium abgeleitet. Als Kompetenzen werden die Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen verstanden, über die eine Lehrkraft zur Bewälti-

gung ihrer Aufgaben im Hinblick auf das jeweilige Lehramt verfügen muss. Für den Kompetenzerwerb werden Phasen und ihre Aufgaben beschrieben (KMK, 2008, S. 3):

Diese Kompetenzen werden während der verschiedenen Phasen der Lehrerbildung und in unterschiedlichen Bildungseinrichtungen erworben:

1. Grundlegende Kompetenzen hinsichtlich der Fachwissenschaften, ihrer Erkenntnis- und Arbeitsmethoden sowie der fachdidaktischen Anforderungen werden weitgehend im Studium aufgebaut.
2. Die Vermittlung mehr unterrichtspraktisch definierter Kompetenzen ist hingegen vor allem Aufgabe des Vorbereitungsdienstes; zahlreiche Grundlagen dafür werden aber schon im Studium gelegt bzw. angebahnt.
3. Schließlich ist die weitere Entwicklung in der beruflichen Rolle als Lehrerin oder Lehrer Aufgabe der Fort- und Weiterbildung.

Fort- und Weiterbildungen wird eine Schlüsselstellung als Lerngelegenheiten in der Berufstätigkeit zugewiesen. Das widerspiegelt sich auch in den Bildungsgesetzen der Länder. So heißt es beispielsweise im *Schulgesetz Berlin* (Berlin-Abgeordnetenhaus, 2004):

SchulG Berlin - § 67 Aufgaben und Stellung der Lehrkräfte

(6) Die Lehrkräfte sind verpflichtet, sich regelmäßig insbesondere in der unterrichtsfreien Zeit fortzubilden.

Gegenstand der Fortbildung sind auch die für die Selbstgestaltung und Eigenverantwortung der Schule erforderlichen Kompetenzen. Die schulinterne Fortbildung hat dabei Vorrang.

Die Fortbildung wird durch entsprechende Angebote der Schulbehörden ergänzt.

Mit dieser administrativen Festschreibung erhalten sowohl die schulinternen Fortbildungen als auch das ergänzende Angebot der Schulbehörden eine ex-

ponierte Stellung im Rahmen von berufsbegleitender Qualifizierung von Lehrpersonen. Daraus kann eine Verantwortung der Bildungsadministration abgeleitet werden, die sich auf die Sicherung der Qualität der Angebote, auf einen Transfer von neuen Forschungserkenntnissen bezieht und eine Steuerungsfunktion des Fortbildungssystems zur Unterstützung der Professionalisierung von Lehrkräften einschließt. Das bedeutet, dass durch Fortbildungen ein berufsbegleitendes Lernen für Lehrpersonen in wesentlichen Kompetenzbereichen - fachliches, fachdidaktisches, pädagogisch-psychologisches Wissen - zu sichern ist. Ein Blick in die Realität zeigt, dass Daten zu schulinternen Fortbildungen nicht erfasst werden bzw. nicht zugänglich sind. Es ist nur bekannt, dass im Rahmen von Schulvisitationen schulinterne Fortbildungen eingeschätzt werden. Aus diesen Gründen können an dieser Stelle keine Aussagen zu inhaltlichen Schwerpunkten und Wirkung dieser Fortbildungsform getroffen werden. Über Veröffentlichungen auf ländereigenen Fortbildungsdatenbanken bzw. Bildungsservern erhält man einen Einblick in Fortbildungsschwerpunkte und -themen. Das Fortbildungsangebot in der Verantwortung der Schulbehörden trägt vorrangig aktuellen bildungspolitischen Schwerpunktsetzungen Rechnung, wird ergänzt oder erweitert durch Angebote der mit der Fortbildungsaufgabe betrauten Fortbildnerinnen und Fortbildner, Fachberaterinnen und Fachberater bzw. Multiplikatorinnen und Multiplikatoren und durch Veranstaltungen von Schulbuchverlagen.

Betrachtet man konkret das Angebot für Lehrpersonen, die Mathematik in der Grundschule unterrichten, dann findet man mathematikdidaktische Themen, die vorrangig dem Verständnis und der Entwicklung von prozessbezogenen mathematischen Kompetenzen dienen, außerdem fachübergreifende und allgemeinpädagogische Themen. Zudem unterschieden sich die Angebote der einzelnen Ländern inhaltlich und im Umfang. Das deckt sich mit den Erkenntnissen aus der Ländervergleichsstudie 2011 zu Fortbildungen in Mathematik für Lehrpersonen in der Primarstufe (vgl. Stanat et al., 2012).

Fachwissenschaftlich ausgerichtete Fortbildungen zu mathematischen Themenbereichen, die Lehrpersonen an Grundschulen eine Auffrischung, Vertiefung bzw. Erweiterung mathematischen Fachwissens ermöglichen, gab es für Grundschullehrkräfte nur in Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Kurtzmann, 2017).

3.2 Anliegen der Forschung

Parallel zu den Aktivitäten der Bildungsadministration richtete sich in den letzten Jahren auch der Fokus der Forschung in den Erziehungswissenschaften und Fachdidaktiken zunehmend auf die Professionalisierung von Lehrkräften. Erkenntnisse der Bildungsforschung können aufgrund der institutionellen Verortung unmittelbar in die Lehramtsausbildung eingebunden werden. Eine Herausforderung besteht in der Implementierung von Erkenntnissen aus der Lehr-Lern-Forschung und der Schulentwicklungsforschung in das Bildungssystem (Abschnitt 3.2.1). Von besonderer Bedeutung sind Ansätze und Ergebnisse der Forschung, die die Facetten des Professionswissens (fachliches, fachdidaktisches, pädagogisches) untersuchen, deren gezielte Veränderung betrachten und einen Zusammenhang mit Lernzuwächsen von Schülerinnen und Schülern aufzeigen (vgl. Ball, Hill & Bass, 2005; Kunter et al., 2013; Carpenter, Fennema, Franke, Levi & Empson, 2000). Für diese Arbeit interessieren insbesondere die Professionalisierungsprozesse (Abschnitt 3.2.2).

3.2.1 Erkenntnistransfer

In der Lehr-Lern-Forschung wird immer wieder auf die Kluft zwischen Forschung und Innovationen im Bildungsbereich hingewiesen (vgl. u. a. Reimann, 2005; Gräsel, 2010). Die Problematik des Transfers von lerntheoretischen Erkenntnissen in praxistaugliche Innovationen ist bekannt und wird als Theorie-Praxis-Problem beschrieben (vgl. Stark, 2004; Einsiedler, 2010). Mit Blick auf die Heterogenität der im Mathematikunterricht an Grundschulen Tätigen ist das ein noch komplexeres Feld (vgl. Abschnitt 3.3.3). Aus der Sicht der Forschung sollten Lehrpersonen auch nach Abschluss ihrer Ausbildung an neuen Erkenntnissen in der Lehr-Lern-Forschung interessiert sein. Sie sollten die Qualität ihres in der Ausbildung erworbenen professionellen Wissens, seine Veränderung in der Berufspraxis hinterfragen und einschätzen können, inwieweit dadurch das professionelle Agieren im Unterricht bestimmt wird. Lehrkräfte sollten auch selbstreflexiv schauen, inwieweit sich die eigenen auf Mathematik bezogenen bzw. selbstbezogenen Überzeugungen und Motivationen in der Berufstätigkeit verändert haben. Es ist davon auszugehen, dass die Belastungen und Herausforderungen des schulischen Alltags Lehrkräften kaum Zeit und

Raum lassen, darüber nachzudenken (vgl. Einsiedler, 2010).

Wenn es um den Transfer neuer Erkenntnisse geht, dann geht es auch immer darum, wie diese den Lehrkräften zugänglich gemacht werden können und inwieweit sie von der Lehrperson als relevant für das eigen Handeln wahrgenommen und auch als Lernanlass angesehen werden. Damit ist zu klären, vor welchem forschungstheoretischen Hintergrund systemische Lerngelegenheiten zu konzipieren und anzubieten sind, damit ein Transfer neuer Erkenntnisse der Lehr-Lern-Forschung ermöglicht wird (vgl. Reimann & Vohle, 2012). Erkenntnistransfer ist somit untrennbar mit Prozessen verbunden, die das Ziel Professionalisierung von Lehrkräften haben. Im Weiteren wird darauf eingegangen.

3.2.2 Professionalisierungsprozesse

Für diese Arbeit interessieren Zugänge zu Professionalisierungsprozesse von Lehrpersonen. Dazu werden Modellierungen betrachtet, die die Komplexität dieser Prozesse strukturiert abbilden und der Blick auf Darstellungen gerichtet, die die Kompetenz von Lehrkräften in einzelnen Facetten und in ihrer Bedingtheit zueinander zeigen.

Drei-Tetraeder-Modell

Für die Konzipierung und Untersuchung von berufsbegleitenden Maßnahmen, die die Professionalisierung von Lehrkräften unterstützen sollen, ist das *Drei-Tetraeder-Modell der gegenstandsspezifischen Professionalisierungsforschung* (vgl. Abbildung 3.1), das am Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) entwickelt wurde, zu durchdenken. Es greift Diskussionen zur Nutzung und Erweiterung des didaktischen Dreiecks für die Integration pädagogisch-psychologischer und fachdidaktischer Lehr-Lern-Forschung (vgl. Reusser, 2009) auf und bindet Erkenntnisse zur Bedeutung von Lehr- und Lernmitteln als Determinanten von Lernprozessen im Unterricht ein (vgl. Gräsel, 2010; Kahlert, 2010; Sandfuchs, 2010; Prediger et al., 2017). Durch die Einbindung der unterstützenden Materialien und Medien wird es zunächst zu einem Tetraeder-Modell erweitert, das einen umfassenden Blick auf Unterricht ermöglicht. Durch die Übertragung dieses Strukturmodells von der Unterrichtsebene

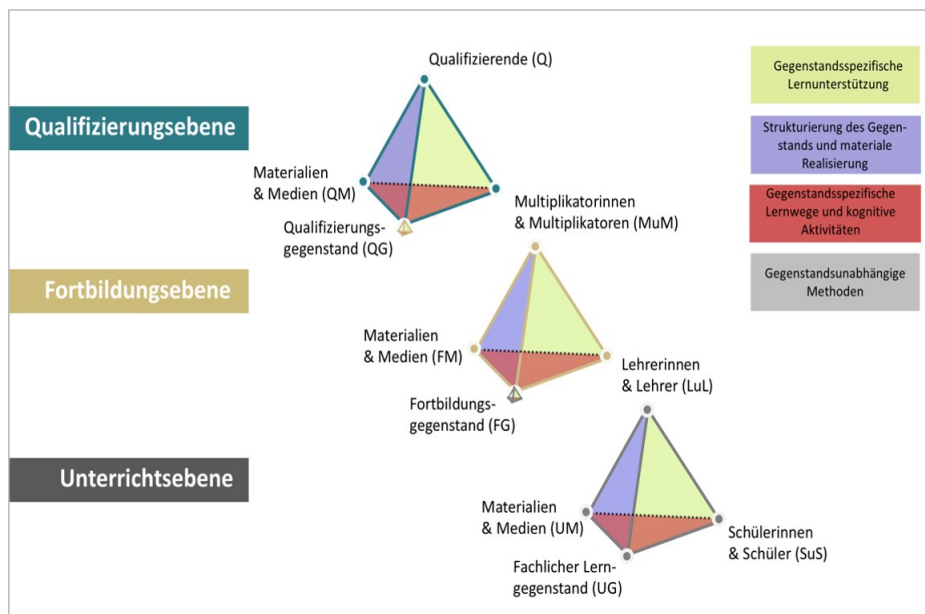


Abbildung 3.1: Drei-Tetraeder-Modell der gegenstandsspezifischen Professionalisierungsforschung (Prediger et al., 2017, S. 160)

auf weitere systemische Professionalisierungsebenen werden diese mit gleichem Strukturansatz betrachtet, aber in ihrer Spezifik ausgeschärft und können in ihrer Beziehung zueinander dargestellt werden. Für die Fortbildungsebene bedeutet dieses Modell (Prediger et al., 2017, S. 162):

- Gegenstandsspezifische Lernunterstützung (rechte Seitenfläche), damit sich die fortzubildenden Lehrkräfte dem Fortbildungsgegenstand nähern können.
- Strukturierung des Gegenstands sowie materiale und mediale Realisierung (linke Seitenfläche): Kern des Fortbildungsgegenstand benennen, in Sinnzusammenhängen strukturieren und mit Materialien und Medien aufbereiten.
- Gegenstandsspezifische Lernwege und kognitive Aktivitäten (untere Seitenfläche) lassen sich durch geeignete Materialien und Medien sowie Lernunterstützung anstoßen und fördern.
- Gegenstandsunabhängige Methoden (hintere Seitenfläche) sind erwachsenpädagogische und fortbildungsmethodische Möglichkeiten zur gegenstandsunabhängigen Gestaltung der Fortbildung.

Mit dem Drei-Tetraeder-Modell werden über die gegenstandsspezifische Professionalisierungsforschung hinaus wesentliche Impulse für eine lernprozessfokussierende und designbezogene Perspektive in der Entwicklung von Fortbildungen gegeben, die die Unterrichtsebene im Blick behält.

Kompetenzentwicklungsmodell - COACTIV

In der COACTIV-Studie gibt es ein theoretisches Modell zur Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften. Es kann als eine Erweiterung des Blömeke-Gustafsson-Modells (vgl. Abbildung 2.1, S. 8) interpretiert werden. Es wird die professionelle Kompetenz der Lehrkräfte in das Bedingungsgefüge, das für die Entwicklung relevant ist, eingeordnet (vgl. Abbildung 3.2).

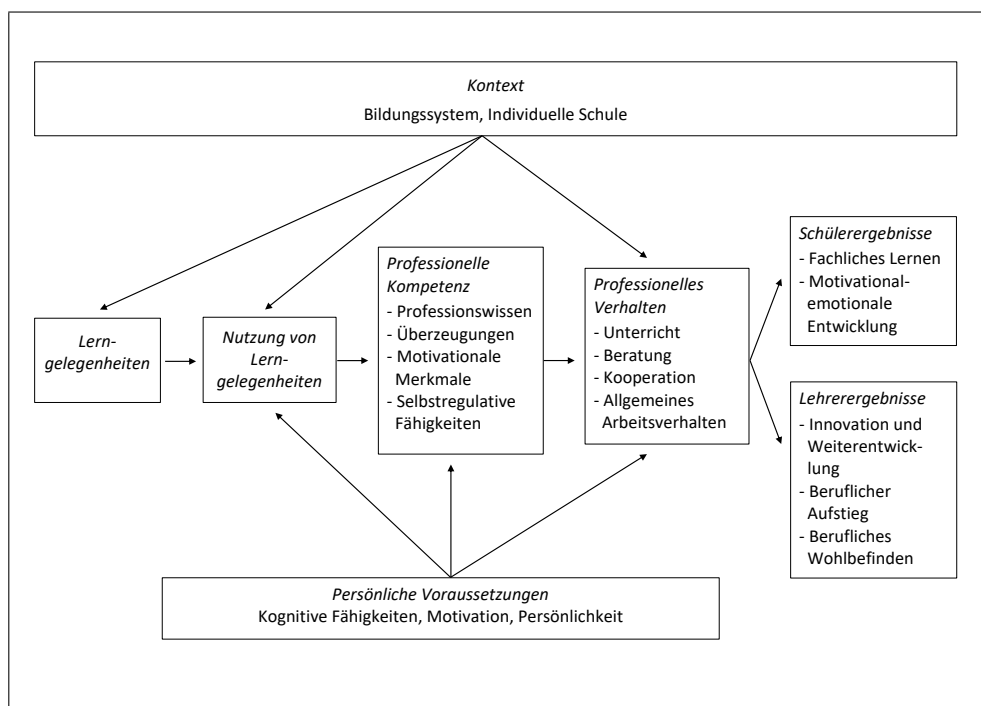


Abbildung 3.2: COACTIV - Modell der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenzen von Lehrkräften (Baumert et al., 2011, S. 59) - eigene Darstellung

Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen zeigt sich in ihrem *professionellen Verhalten*, das sich über *Ergebnisse* von Schülerinnen und Schülern und Lehrkräften einschätzen lässt. Der Rahmen der Entfaltung und Entwicklung

der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen wird durch den *Kontext* (Bildungssystem, individuelle Schule) maßgeblich mitbestimmt. In der beruflichen Entwicklung von Lehrkräften werden in diesem Modell die *Lerngelegenheiten* betrachtet, die durch und im Bildungssystem und der Einsatzschule bestimmt und angeboten werden. Mit der Beachtung der *persönlichen Voraussetzungen* werden individuelle Ausprägungen der professionellen Kompetenz und des professionellen Verhaltens und auch deren möglicher Einfluss auf die Nutzung von Lerngelegenheiten beachtet.

3.3 Lernen von Lehrpersonen

Berufliches Lernen von Lehrern schließt neben der Konstruktion von deklarativem Wissen auch eine nachhaltige Modifikation von Einstellungen, Überzeugungen und handlungspraktischen Kompetenzen ein (vgl. Lipowsky, 2014). Als wesentliche Voraussetzungen für diese Veränderungen sieht Lipowsky ein Angebot von vielfältigen und herausfordernden Lerngelegenheiten, die den Aufbau eines breiten, flexibel anwendbaren Handlungsrepertoires unterstützen. Sie sollen der Lehrkraft die Möglichkeit geben, „die Wirksamkeit eigenen Handelns und die Reichweite eigener Überzeugungen zu erkennen, die es ihr erlauben, erworbene Kompetenzen in vielfältiger Weise zu trainieren und anzuwenden und auf ihre Wirkungen zu überprüfen“ (Lipowsky, 2014, S. 522). Stern (2009) vertritt die Auffassung, dass dem Bewusstmachen und der Reflexion expliziter und impliziter Wissens- und Könnensanteile beim Lernen von Lehrpersonen eine Schlüsselrolle zukommt.

Betrachtet man Lernprozesse aus der Sicht unterschiedlicher Lerntheorien, kann möglicherweise differenzierter eingeschätzt werden, welche Faktoren in Lernprozessen besonders bedeutsam sind. Je nach Blickwinkel gibt es unterschiedliche Ansätze. *Behavioristische Modelle* erklären Lernen als Ergebnis von klassischen und operanten Konditionierungen (vgl. Piaget & Inhelder, 1951; Piaget, 1967). Allerdings stellt u. a. Bandura (1997) fest, dass das Erlernen komplexerer Verhaltensweisen dadurch nicht umfassend erklärt werden kann. Mit seiner *sozial-kognitiven Theorie* des Beobachtungslernens vertritt er die Auffassung, dass Lernen abhängig von den kognitiven Voraussetzungen und individuell erfahrenen Umweltgegebenheiten ist. *Informationsverarbeitungstheo-*

rien konzentrieren sich auf die dem Lernen zugrunde liegenden Mechanismen und die dafür notwendigen kognitiven Voraussetzungen und Kapazitäten (vgl. Atkinson & Shiffrin, 1968). *Konstruktivistische Theorieansätze* rücken die Lernenden selbst in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen. Es wird davon ausgegangen, dass Lernen im sozialen Austausch erfolgt. Dabei setzen sich Lernende mit Ideen und Auffassungen anderer auseinander. Die in diesem Zusammenhang erlebten Dissonanzen werden als bedeutsam für den Wunsch nach einer Erweiterung des Wissens und für das Hinterfragen der eigenen Unterrichtspraxis angesehen (vgl. Ball & Cohen, 1999; Lipowsky, 2014). Auf diesem konstruktivistischen Ansatz bauen die weiteren Darlegungen auf.

3.3.1 Lernen von Erwachsenen

Vergleicht man aus der konstruktivistischen Perspektive das Lernen von Kindern und Jugendlichen und das Lernen von Erwachsenen, so findet man strukturelle Ähnlichkeiten (vgl. Bransford, Brown & Cocking, 2000; Lipowsky, 2014). Erwachsene Lerner unterscheiden sich von Kindern und Jugendlichen durch ihr umfangreicheres Wissen, ihre weitergehenden Fähigkeiten und ihre Erfahrungen. Das Lernen Erwachsener erfolgt in der Regel freiwillig und ist auf Lerninhalte ausgerichtet, von denen ein persönlicher Nutzen erwartet wird. Erwachsene können beim Lernen auf Routinen zurückgreifen, die es erleichtern, gegebenenfalls aber auch erschweren können (vgl. Stern, 2006; Lipowsky, 2014). Lernangebote für Lehrkräfte sollten deren Erfahrungen aufgreifen und daran anschließen (vgl. Reusser, 2005; Lipowsky, 2014). Alte und neue Erfahrungen sollten hinterfragt werden, um Lehrkräfte zu einer Selbstreflexion anzuregen. Auf diese Art und Weise können die Bereitschaft und die Fähigkeit der Lehrkräfte entwickelt werden, sich stets aufs Neue zu vergewissern, was den Kern und die Wirkung des beruflichen Handelns ausmacht (vgl. Küffer, 2000). Das ist auch eine Voraussetzung dafür, dass durch die Lehrpersonen eigener Lernbedarf erkannt und benannt werden kann. Lipowsky (2014) verweist darauf, dass der *cognitive apprenticeship-Ansatz* in diesem Zusammenhang erfolgversprechend erscheint, da die aus der Lehrkräfteausbildung bekannte Struktur (Modeling, Coaching, Scaffolding, Fading, Articulation, Cooperation, Reflection) aufgegriffen und für das Lernen im Beruf genutzt werden kann (vgl. auch Collins, Brown & Newman, 1989).

3.3.2 Lerngelegenheiten: Rolle von Aufgaben

Lernprozesse werden wesentlich durch Aufgaben gestaltet (vgl. Wittman, 1998; Wollring, 2007; Ruwisch & Peter-Koop, 2013). Freudenthal (1983) verweist dabei auf *didaktisch phänomenologische Analysen*. Sie helfen zu erkennen, welche Art von Mathematik und welche konkreten Phänomene das Potenzial bietet, das beabsichtigte mathematische Wissen und Verständnis zu entwickeln (vgl. Freudenthal, 1983; van de Heuvel-Panhuizen, 2013). Aufgaben sind in diesem Gesamtzusammenhang des Lehr-Lern-Prozesses einzubetten. Es geht um aussteuerbare Aufgabenformate und Lernumgebungen (vgl. Wittman, 1998; Wollring, 2009). Sie ermöglichen dem Lernenden unmittelbaren Zugang zur Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten. Die Bearbeitung ermöglicht Einblicke in (Vor)Wissen, Vorerfahrungen der Teilnehmenden und ihre Herangehensweisen. Der Austausch zu Lösungswegen, die Reflexion zum Arbeitsprozess unterstützen das Herausstellen grundlegender mathematischer Begriffe und Konzepte. Mit Aufgaben kann somit auch ein Verständnis von Mathematikunterricht operationalisiert werden. Damit können Aufgaben nicht nur als Steuerungsinstrument von Unterricht betrachtet werden, sondern sind auch für die Gestaltung von Fortbildungen relevant. Sie können Lernprozesse der Teilnehmenden stimulieren und gleichzeitig mit ihrer fachdidaktischen Einbettung in die Fortbildung exemplarisch ein Bild von kompetenzorientiertem Mathematikunterricht vermitteln.

3.3.3 Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonen- gruppen

Die Professionalisierung von Lehrpersonen hat vor dem Hintergrund der heterogenen Lehrerschaft im Mathematikunterricht der Grundschule eine große Bedeutung. Der zunehmende Bedarf an Lehrkräften führt dazu, dass die Länder Quereinsteigenden den Zugang in die Bildungseinrichtungen öffnen. Das ist in der Regel mit speziellen zusätzlichen verpflichtenden Qualifizierungen für diesen Personenkreis verbunden. Die Personalsituation und das vorherrschende Klassenlehrerprinzip führen an den Grundschulen dazu, dass auch Quereinsteigende bereits Mathematik vor einer auf dieses Fach bezogenen Qualifizierung unterrichten.

Bezüglich der Heterogenität von Lehrpersonen wird in der Regel zunächst formal in Lehrpersonen, die über eine fachliche und fachdidaktische Qualifikation in Mathematik verfügen, und Lehrpersonen, die Mathematik fachfremd unterrichten, unterschieden. Betrachtet man diese verschiedenen Gruppen einzeln, so sind sie zudem in sich heterogen (vgl. IPN, 2004; Blömeke, Seeber et al., 2010; Baumert et al., 2011; Porsch, 2016; Bosse, 2014; Eichholz, 2017). Auch ausgebildete Lehrkräfte unterscheiden sich bezüglich ihres mathematischen und mathematikdidaktischen Ausbildungsstandes und ihrer allgemeinen und mathematikbezogenen Berufserfahrung (vgl. Blömeke, Seeber et al., 2010; Baumert et al., 2011; Porsch, 2016).

Die Aussage von Terhart (2000, S. 247), dass *Lehrer-Werden* und *Lehrer-Bleiben* als ein lebenslanger Prozess zu verstehen ist, muss vor dem Hintergrund der aktuellen Lehrkräftesituation in Mathematik Grundschule konzeptionell und im inhaltlichen Verständnis erweitert werden. Im Sinne eines lebenslangen Lernens besteht die bildungspolitische Herausforderung, für alle im Beruf tätigen Lehrkräfte formelles und informelles (Weiter)Lernen zu ermöglichen, zu initiieren, zu gestalten, zu begleiten, zu unterstützen und zu sichern. Spezielle Qualifizierungsangebote für fachfremd Unterrichtende und Quereinsteigende sind und können dabei immer nur zeitlich begrenzte Maßnahmen sein. Es besteht also die Aufgabe, die Berufstätigkeit begleitende Fortbildungsangebote für alle im Mathematikunterricht Tätigen zu konzipieren, zu implementieren, zu evaluieren und gegebenenfalls anzupassen. Referentinnen und Referenten müssen sich bewusst auf die Heterogenität der Teilnehmenden einstellen und damit umgehen.

Im Rahmen der Professionalisierung interessieren für Lehrpersonen mögliche und von ihnen genutzte Lerngelegenheiten. Mit Blick auf das Anliegen dieser Arbeit geht es um Lerngelegenheiten, die sich im Rahmen eines administrativ geregelten Systems ergeben. Der Angebotsumfang und die Inhalte von Fort- und Weiterbildungen können sich aus den Bedarfen von Lehrkräften und Schulkollegien ergeben und auch aus Notwendigkeiten abgeleitet werden, die mit bildungspolitischen Vorgaben verbunden sind. Ebenso können Einrichtungen der Lehramtsausbildung aus der Forschung bzw. den Entwicklungen in wissenschaftlichen Kernbereichen Schwerpunkte für Fort- und Weiterbildung ableiten und anmelden (vgl. Lipowsky, 2014).

3.4 Professionalisierung von Lehrpersonen durch Fortbildung

Berufliche Professionalisierung wird vorrangig mit Fort- und Weiterbildung verbunden. In Bildungsgesetzen der Länder werden beide Begriffe voneinander abgegrenzt. Fortbildung ist die „Wiederaufnahme organisierten Lernens nach Abschluss einer [...] ersten Bildungsphase“ (vgl. Daschner, 2004, S. 291) und zielt auf die Erhaltung der Qualifikation. Weiterbildung führt zu einer „formale[n] Erweiterung beruflicher Qualifikation“ (vgl. Fussangel, Rürup & Gräsel, 2016, S. 329), die auch besoldungsrechtliche Konsequenzen haben kann.

Es gibt verschiedenste Lerngelegenheiten für Lehrpersonen während der Berufstätigkeit. Die Schulgesetze der Länder fokussieren auf Lehrkräftefortbildungen und die Bildungsadministration sieht in ihnen einen Schlüsselzugang zur Qualitätssicherung in der Bildung und Professionalisierung von Lehrpersonen (siehe Abschnitt 3.1).

Wenn die Entwicklung von Lehrkräfte-Professionalität nicht nur als individueller Entwicklungsprozess, sondern auch mit Blick auf Veränderungen im System betrachtet wird, ist das Konzept der EPIK-Arbeitsgruppe von Interesse (vgl. Schratz et al., 2008). EPIK steht für *Entwicklung von Professionalität im internationalen Kontext*. Diese Arbeitsgruppe beschreibt Professionalität von Lehrpersonen in fünf Dimensionen: Reflexivität und Diskursfähigkeit, Professionsbewusstsein, Kollegialität, Differenzfähigkeit und Personal Mastery. Diese einzelnen Bereiche sind „komplexe[...] Bündel[...] von Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen.“ (Schratz et al., 2008, S. 129). Sie bilden in der Gesamtheit nicht nur die Lehrperson als professionelles Individuum ab, sondern beschreiben auch deren professionelle Praxis (vgl. Schratz et al., 2008, S. 130ff.).

Lehrkräftefortbildung ist somit nicht allein als Anwendung von Theorie auf Praxis zu verstehen, „sondern konstituiert sich geradezu in der Auseinandersetzung mit der Praxis“ (Niklaus, 1979, S. 463). Wissenschaftliche Ergebnisse sind deshalb in der Regel nicht geeignet, als unmittelbare Handlungsanweisungen zu dienen (vgl. Peter, 1996). Diesem Verständnis folgt die Autorin.

Diese Arbeit fokussiert auf ein Fortbildungsangebot zur Stochastik für Lehrkräfte, die Mathematik an einer Grundschule unterrichten. Aus diesem Blickwinkel interessieren zunächst Erkenntnisse dazu, welche Wirkungen Fortbil-

dungen (Abschnitt 3.4.1) erreichen können und welche Erkenntnisse aus der Gestaltung erfolgreicher Lehrkräftefortbildungen (Abschnitt 3.4.2) in das Konzept einer Stochastik-Fortbildung einfließen sollten. Mit Blick auf Qualitätssicherung ist zu überlegen, inwieweit Unterrichtsentwicklungsprozesse (Abschnitt 3.4.3) unterstützt werden können. Mit Bezug auf die Adressaten der Fortbildung ist der Umgang mit der möglichen Heterogenität bezüglich der fachlichen Qualifikation der Kursgruppe zu durchdenken (Abschnitt 3.3.3).

3.4.1 Erkenntnisse zur Wirkung von Fortbildungen

Eine systematische Erforschung von Wirkungsprozessen in Fortbildungen ist ein sehr komplexes Vorhaben (vgl. Reinhold, 2016). Jede Fortbildung ist adressatenbezogen, verfolgt bestimmte Ziele und ist damit auch mit bestimmten Wirkungserwartungen verbunden. Für das Erfassen und Analysieren von Wirkungen wurden verschiedene Modelle entwickelt, die Wirkungsebenen bzw. -dimensionen beschreiben (vgl. Peter-Koop, 1999; Lipowsky, 2004; Ingvarson, Meiers & Beavis, 2005; Meiers, 2007; Zehetmeier, 2008). Folgende Ebenen sind in diesen Modellen zu finden (Lipowsky & Rzejak, 2012, S. 3ff.) :

- Akzeptanz der Fortbildungsveranstaltung in der Wahrnehmung der teilnehmenden Lehrkräfte,
- Auswirkungen auf die professionellen Kompetenzen von Lehrkräften,
- Konsequenzen in der unterrichtlichen Praxis,
- Veränderungen auf der Ebene der Schülerinnen und Schüler.

In den einzelnen Forschungsprogrammen werden in den konkreten Modellen nicht alle der aufgeführten Ebenen, teilweise auch noch andere bzw. einige differenzierter abgebildet. So untersuchte Peter (1996) die Wirkung eines australischen Fortbildungsprogramms und beschrieb als eine weitere Wirkungsdimension *Veränderung der Erwartungen und Vorstellungen von Lehrkräften bezüglich effektiver Fortbildung*. Veränderungen auf der Ebene der Schülerinnen und Schülern (Leistungen, Interessen, Einstellungen) wurden in dieser Untersuchung nicht in Betracht gezogen.

fest, dass es auch Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Bereichen gibt, die Entwicklungsprozesse initiieren bzw. beeinflussen. Das Clarke-Peter-Modell (vgl. Abbildung 3.3) greift die Analysebereiche der Modellierungen von Guskey (1985) und Clarke (1991) auf und erweitert sie um die Wechselbeziehungen zwischen den Bereichen. *Personal Domain* umfasst hier das Wissen und die Überzeugungen der Lehrkräfte. *Domain of Practice* beinhaltet im umfassenden Sinne Unterrichtspraxis. *External Domain* meint die im beruflichen Kontext gegebenen Möglichkeiten zur Fortbildung, Austauschmöglichkeiten und Unterstützungsangebote. Unter *Domain von Consequence* werden die Veränderungen gefasst, die u. a. in den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler, in einer effektiven Unterrichtsplanung und Arbeitszufriedenheit sichtbar sind. Die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Domänen sind durch Pfeile dargestellt. Durchgehende Pfeile veranschaulichen Transferprozesse durch Aktionen (Handlungen), gestrichelte Pfeile symbolisieren den Transfer auf der Grundlage oder im Ergebnis von Reflexionsprozessen.

Betrachtet man diese Prozesse, so sind im Ergebnis verschiedene Wirkungen zu beachten. Es können geplante, d. h. erwartete oder angestrebte und weitere als ungeplant bezeichnete Wirkungen auftreten. Für die Einordnung der Fortbildung sind die unmittelbaren Wirkungen bedeutsam. Im Sinne von Qualitätssicherung sind langfristige, nachhaltige Wirkungen von Fortbildungen anzustreben.

Fortbildungen und deren Wirkungen sind immer auch im beruflichen Kontext zu betrachten. Lipowskys *Erweitertes Angebots-Nutzungsmodell* ist ein geeignetes Konstrukt, um berufliches Lernen von Lehrpersonen im Rahmen von Fortbildungen zu veranschaulichen (vgl. Abbildung 3.4). Es widerspiegelt relevante Einflussfaktoren für das berufliche Lernen von Lehrpersonen, die bei der Konzipierung und Durchführung von Fortbildungen bedacht werden müssen, um auch Transferprozesse in die schulische Praxis anzuregen.

Es geht zuallererst natürlich um die *Qualität des Fortbildungsangebots*, das durch inhaltliche Schwerpunkte, didaktische und strukturelle Merkmale bestimmt wird. Für die Umsetzung spielt einerseits die *Expertise der Referierenden* eine entscheidende Rolle. Andererseits sind die *Voraussetzungen, Erwartungen, Motivation der Teilnehmenden* von Bedeutung, da diese die *Wahrnehmung und Nutzung des Angebots* entscheidend beeinflussen.

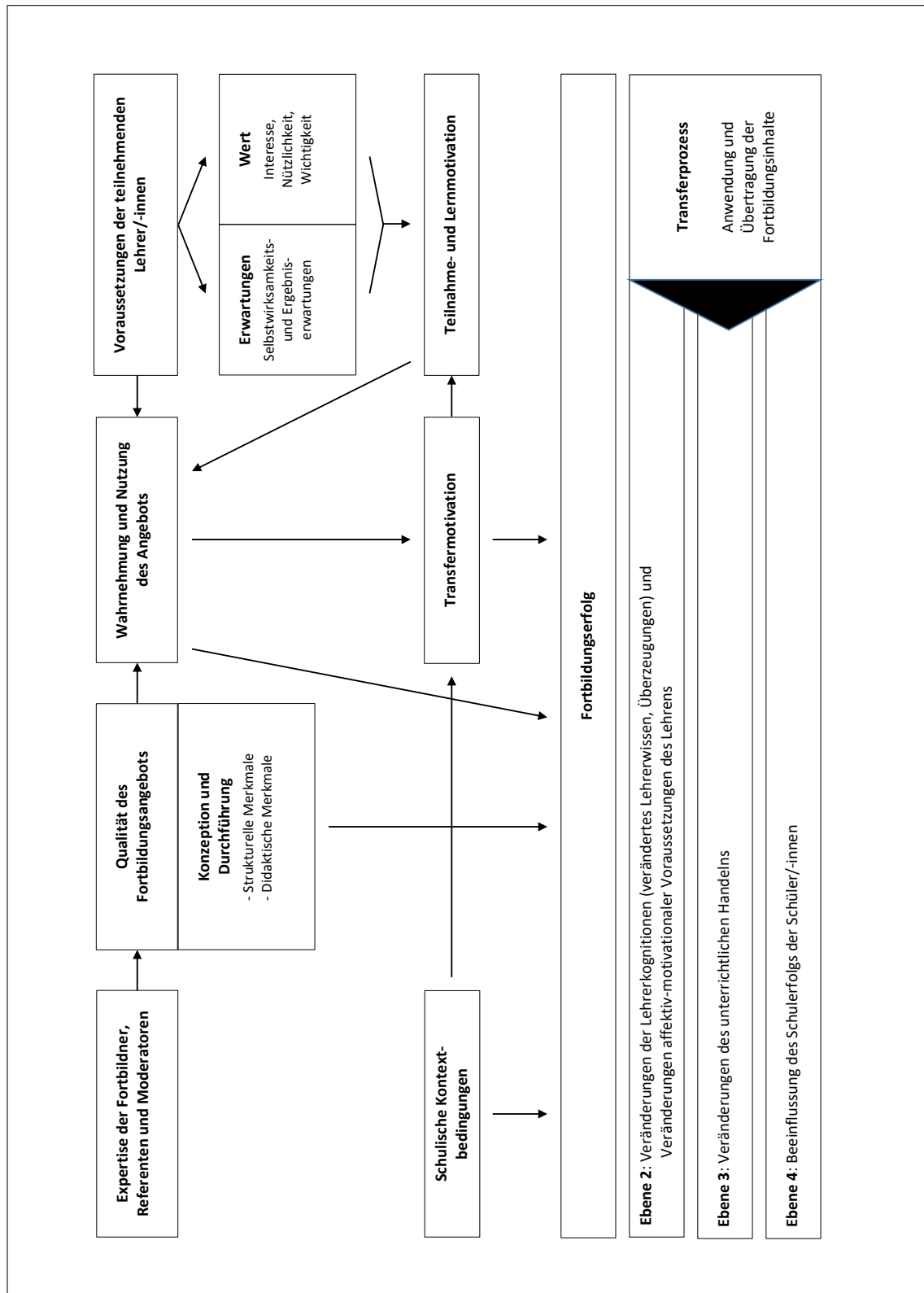


Abbildung 3.4: Erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell (Lipowsky, 2014, S. 515) - eigene Darstellung

Schulische Rahmenbedingungen bestimmen bereits die *Teilhabe an der Fortbildung*, aber auch die *Motivation für Transferprozesse* während und nach der Fortbildung. Dieses Modell geht davon aus, dass Fortbildungen natürlich auf der ersten Wirkungsebene einen Erfolg zeigen, d. h. dass Lehrkräfte, entsprechend ihren Erwartungen, konkrete Anregungen für den eigenen Unterricht erhalten (vgl. Jäger & Bodensohn, 2007). *Transferprozesse*, die im Rahmen der Professionalisierung von Lehrkräften und Qualitätssicherungsprozessen notwendig sind, setzen erst ein, wenn Ziele der Fortbildung Wirkungen mindestens auf der Ebene 2 anstreben.

3.4.2 Gestaltungsprinzipien

Neben inhaltlichen werden strukturelle und didaktische Merkmale als Qualitätskriterien für Fortbildungen angesehen, die Motivation und Lernverhalten der teilnehmenden Lehrkräfte beeinflussen (vgl. Lipowsky, 2014). Fortbildungen, die auf das fachliche Lernen und Lehren der Lehrpersonen ausgerichtet sind, werden als wirksamer bezüglich einer Veränderung des Unterrichtshandelns eingeschätzt als solche, die pädagogische bzw. psychologische Themen aufgreifen (vgl. Garet, Porter, Desimore, Birman & Yoon, 2001; Staub, 2001; Brunner et al., 2006; Timperley, Wilson, Barrar & Fung, 2007; Lipowsky, 2010).

Die Effektivität von kurzzeitigen Fortbildungen, so genannten One-Shot-Fortbildungen wird international und national in Zweifel gezogen (vgl. Gräsel, Fussangel & Parchmann, 2006; Lipowsky, 2014). Man geht davon aus, dass sich Handlungsroutinen und Überzeugungen von Lehrpersonen, die sich in der Berufstätigkeit langfristig aufgebaut haben, sicher nicht durch kurzfristige Interventionen aufbrechen und verändern lassen (vgl. Lipowsky, 2014, S. 518). Längerfristig angelegte mehrphasige Fortbildungen scheinen eher geeignet, Veränderungen im Unterricht zu bewirken (vgl. Wahl, 2002; Zech, Gause-Vega, Bray, Secules & Goldman, 2000; Timperley et al., 2007; Bonsen, 2010; DZLM, 2015a). Diese sollten einerseits mehrere Präsenzzeiten umfassen. Andererseits sollte die Zeit zwischen den Präsenzen als Teil der Fortbildung verstanden werden und den Lehrkräften die Möglichkeit geben, das Gelernte im Unterricht zu erproben und mit Blick auf die Lernprozesse und -ergebnisse der Schülerinnen und Schüler zu reflektieren.

Im Ergebnis eines Reviews des Forschungsstandes zur Lehrkräftefortbildung im Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) wurden zudem nachfolgende Gestaltungsprinzipien generiert und durch Beispiele illustriert (vgl. Barzel & Selter, 2015, S. 267ff.).

Kompetenzorientierung: Eine Orientierung an den [...] zu erwerbenden inhaltlichen und methodischen Kompetenzen ist eine entscheidende Vorbedingung zu deren didaktischer und organisatorischer Gestaltung. [...] 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: [...] Fortbildungen [müssen] 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. [...] Die Teilnehmenden werden [...] als aktive Lerner eingebunden.

Lehr-Lern-Vielfalt: [...] den Teilnehmenden [wird] ausreichend Zeit gewährt [...], sich auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Settings neue Kompetenzen anzueignen bzw. zu vertiefen. [...] [Eine] Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen [...] [mit dem Ziel, dass] die Teilnehmenden selbst mitgestalten, ihre Selbstwirksamkeit erleben und Transferleistungen erbringen.

Fallbezug: [...] die Orientierung an den Praxiserfahrungen der Teilnehmenden [als] einen wesentlichen Bezugspunkt für die Gestaltung der Fortbildungen.

Kooperationsanregung: [...] die Teilnehmenden zur Kooperation anregen.[...] Ein besonderer Stellenwert wird dabei in der Kooperation in professionellen Lerngemeinschaften gesehen.

Reflexionsförderung: [...] Aktionen in der Unterrichts- bzw. Fortbildungspraxis und anschließend Reflexionen über diese [...] Die Teilnehmenden lernen

[...] 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.

Diese Prinzipien sind konzeptionell in einer Fortbildung zu verankern und in der Gestaltung umzusetzen.

3.4.3 Unterrichtsentwicklungsprozesse unterstützen

In Fortbildungen geht es zunächst um einen gegenstandsbezogenen Wissenszuwachs der Lehrpersonen (unmittelbare Wirkung) als Teil von Qualitätssicherung aber auch um eine nachhaltige Wirkung im Unterricht. Ziel von Fortbildungen sollte es also auch sein, Lehrpersonen die Folgen veränderten unterrichtlichen Handelns zu verdeutlichen (vgl. Timperley et al., 2007; Lipowsky, 2014). Es kann davon ausgegangen werden, dass es einen Einfluss auf die Motivation der Lehrkräfte, aber auch Überzeugungen und Einstellungen hat, wenn Lehrpersonen erkennen, welchen Veränderungen in Folge ihres unterrichtlichen Handelns auf Seiten der Schülerinnen und Schüler sichtbar werden (vgl. auch Guskey, 1985; Lipowsky, Rzejak & Dorst, 2011). Timperley et al. (2007) sehen darin ein Schlüsselmerkmal erfolgreicher Fortbildungen.

In den Gestaltungsprinzipien (Abschnitt 3.4.2) liegt ein Fokus auch auf der Förderung der Kooperation von Lehrkräften. Sie kann auch über den Rahmen der Fortbildung hinaus genutzt werden, wenn in der Fortbildung bewusst Impulse für Unterrichtsentwicklungsprozesse gegeben werden, die auch Anregungen für Fachgruppen der Schulen sein können.

Dazu gibt es eine Reihe von Erfahrungen und Erkenntnissen aus Unterrichtsentwicklungsprogrammen. Für den Mathematikunterricht wird an dieser Stelle auf die SINUS-Programme (1998-2013) der Sekundarstufe und der Grundschule verwiesen (vgl. Ostermeier, Prenzel & Duit, 2010; Fischer, Rieck, Döring & Köller, 2014). Das unter dem Kürzel *SINUS* bekannte Modellversuchsprogramm zur *Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts* zielte auf kooperative Unterrichtsentwicklung und professionelle Qualitätssicherung. Die Programmphilosophie von SINUS basiert konzeptionell auf dem Verständnis von *Professioneller Lerngemeinschaft* (PLG).

PLGen werden als eine bedeutsame Form der kollegialen fachbezogenen Un-

terrichtsentwicklung angesehen. Sie setzen unmittelbar an der unterrichtlichen Praxis der Lehrpersonen an und fördern Kooperations- und (Selbst)Reflexionsfähigkeiten von Lehrpersonen (vgl. Rolff, 2001; Rolff, Rhinow & Röhrich, 2009; Bonsen & Rolff, 2006; DZLM, 2015b).

Das PLG-Konzept des DZLM (DZLM, 2015b) zielt auf die Qualifizierung von Begleiterinnen und Begleitern für fachbezogene Unterrichtsentwicklungsprozesse an Schulen und in Schulamtsbereichen. In diesem Konzept werden über Arbeitsbausteine und Entwicklungsschwerpunkte theoriebasierte und praxisorientierte Ansätze zusammengeführt (vgl. Abbildung 3.5).

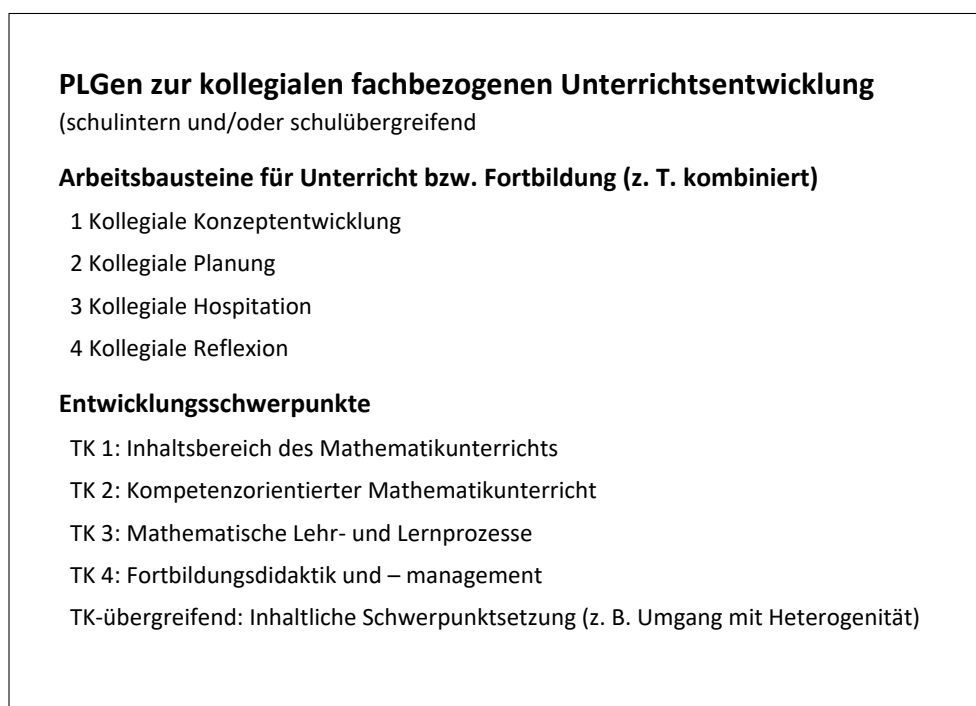


Abbildung 3.5: DZLM - PLG-Konzept (DZLM, 2015b, S. 4)

Das Anliegen dieser Arbeit ist dem Entwicklungsschwerpunkt TK 1 *Inhaltsbereiche des Mathematikunterrichts* zuzuordnen. Im Weiteren ist zu überlegen, inwieweit im Fortbildungskonzept die SINUS-Philosophie aufgegriffen und Arbeitsbausteine des PLG-Konzepts eingebunden werden können.

3.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde der Prozess der Professionalisierung von Lehrpersonen näher betrachtet. Dazu wurde zunächst der Kontext beschrieben, in dem Maßnahmen zur Professionalisierung eingebunden sind. Dabei wurde konkret auf Forderungen und Interessen von Bildungsadministration eingegangen.

Im Anschluss wurden zunächst Modelle betrachtet, die einen Zugang zu einem strukturellen und inhaltlichen Ansatz eines Professionalisierungskonzepts liefern (Drei-Tetraeder-Modell, Kompetenzentwicklungsmodell COACTIV). Im Weiteren wurden Modellierungen aufgegriffen, die Lernprozesse von Lehrkräften aus konstruktivistischer Sicht betrachten und Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren berücksichtigen (Lipowsky, 2014). Beim Blick auf die Lernprozesse wurde auf die Besonderheiten des Lernens von Erwachsenen, insbesondere von Lehrkräften eingegangen. Zudem wurde die für das Lernen von Mathematik bedeutsame Rolle von Aufgaben für die Gestaltung von Lernprozessen beleuchtet. Adressaten von Professionalisierungsmaßnahmen für den Mathematikunterricht an der Grundschule wurden benannt und das Lernen in qualifikationsheterogenen Lerngruppen thematisiert.

Entsprechend des Schwerpunkts dieser Arbeit wurde dann nur noch auf die Professionalisierung von Lehrpersonen durch Fortbildungen eingegangen und Erkenntnisse zur Wirksamkeit und zur Gestaltung erfolgreicher Fortbildungen beschrieben. Mit dem Anspruch, Nachhaltigkeit dieser Fortbildung anzustreben, wurde die Notwendigkeit der Unterstützung von Unterrichtsentwicklungsprozesse thematisiert. Auf dieser Grundlage kann nun das Design der Fortbildung entwickelt werden.

Kapitel 4

Design der Fortbildung - Stochastik in der Grundschule

Berufsbegleitende Fortbildungen sind nach den Ausbildungsphasen als wichtigste Qualifizierungsmöglichkeit für Lehrkräfte anzusehen (vgl. Abschnitt 3.1). Im Rahmen dieser Arbeit werden das Konzept und die Umsetzung einer Stochastik-Fortbildung für Grundschullehrkräfte dargestellt, die auf den fachbezogenen Standards für Lehrerbildung (KMK, 2008) basieren. Der Entwicklung und Umsetzung liegen ein psychologisch-kompetenzorientiertes Verständnis von Professionalität von Lehrpersonen (vgl. Baumert & Kunter, 2006, 2013; Tepner et al., 2012) (vgl. Kapitel 2) und damit verbunden ein konstruktivistisches Lehr-Lern-Verständnis (vgl. Piaget, 1977; Peterson et al., 1989; Staub & Stern, 2002; Kunter et al., 2011) (vgl. Abschnitt 2.3.3) zugrunde. Lehrpersonen werden als Expertinnen und Experten von Unterricht angesehen (vgl. Abschnitt 2.2.1). Die Entwicklung professioneller Kompetenzen, insbesondere die domänenspezifische Expertise, Aspekte des lern- und leistungsrelevanten Unterrichtshandelns und die Entwicklung von Einstellungen und Überzeugungen von Lehrpersonen werden im Zusammenhang gesehen (vgl. Abschnitt 2.2.1). In der Fortbildung umfasst das die Auswahl der Inhalte, erstreckt sich auf die Festlegung und Operationalisierung der Ziele, umfasst die didaktisch-methodische Gestaltung der Maßnahme und beinhaltet die Aufgabe, den Teilnehmenden die Beziehungen zwischen Veränderungen in ihrem eigenen Handeln und Veränderungen auf Seiten der Lernenden bewusst zu machen. Dafür ist ein Angebot an vielfältigen Gelegenheiten für den Erwerb, die Anwendung und Erprobung

neuen Wissens und neuer Handlungskompetenzen notwendig. In diesem Kapitel wird zunächst auf die Entwicklung der Fortbildung „Stochastik in der Grundschule“ im Kontext des DZLM eingegangen (Abschnitt 4.1). Im Anschluss werden die Ziele und inhaltlichen Schwerpunkte abgeleitet (Abschnitt 4.2) und der Aufbau und die Gestaltung der Fortbildung (Abschnitt 4.3) dargestellt.

4.1 Entwicklung im Kontext Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)

Der Kurs „Stochastik in der Grundschule“ ist Teil einer Fortbildungsreihe zu den mathematischen Leitideen der KMK-Bildungsstandards Mathematik Primarstufe (KMK, 2004a), die am DZLM entwickelt wurden. Grundlage und Orientierung für die Konzeptentwicklung sind der theoretische Rahmen des DZLM, der Themenkatalog und die Kursformate als Strukturierungselemente (DZLM, 2015a). Der theoretische Rahmen enthält mit dem Kompetenzrahmen (vgl. Abschnitt 2.2.3) Vorgaben für inhaltliche Schwerpunkte und mit den Gestaltungsprinzipien (vgl. Abschnitt 3.4.2) Orientierungen für die Umsetzung der Fortbildung.

Im Kompetenzrahmen (vgl. Abbildung 2.8, S. 31) ist der Kurs bezüglich des mathematischen Wissens der Leitidee *Daten und Zufall* zuzuordnen. Die aufgeführten *mathematischen Prozesse* sind in die Lerngelegenheiten in der Fortbildung eingebunden mit dem Ziel, die *prozessbezogenen Kompetenzen* der Teilnehmenden weiterzuentwickeln und darüber zu reflektieren. Dadurch und durch eine Ausrichtung an *Leitideen guten Unterrichts* wird exemplarisch in der Fortbildung ein Bild von kompetenzorientiertem Mathematikunterricht realisiert. In den *mathematischen Lehr-Lern-Prozessen* liegt der Schwerpunkt auf dem *Umgang mit heterogenen Lerngruppen*. Im Bereich der *mathematikbezogenen Überzeugungen* steht das Lehren und Lernen von Stochastik in der Grundschule im Mittelpunkt. Bezüglich dieses mathematischen Inhaltsbereiches wird angestrebt, *selbstbezogene Überzeugungen* positiv zu beeinflussen, insbesondere die Selbstwirksamkeit von Lehrpersonen zu stärken und die Kooperationsbereitschaft anzuregen.

Die Umsetzung dieser Ansprüche erfordert ein Kursformat, das Präsenz- und

Distanzphasen verbindet und in der Umsetzung den DZLM-Gestaltungsprinzipien entspricht (vgl. Abschnitt 3.4.2). Im Folgenden werden nun die Ziele und Inhalte der Stochastik-Fortbildung konkretisiert und die Struktur und der Ablauf des Kurses dargestellt.

4.2 Ableitung der Ziele und Inhalte der Fortbildung

Die Standards für die Lehramtsausbildung (KMK, 2008) und die KMK-Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe und den mittleren Schulabschluss (KMK, 2004a, 2003) bilden den Rahmen für die Ableitung der Ziele und Inhalte der Fortbildung. Entsprechend der Empfehlungen des AK Stochastik (2002) sind dabei Zusammenhänge zwischen den Kompetenzprofilen und relevanten mathematischen Inhalten der Lehramtsausbildung herzustellen und der Unterricht von der ersten Klasse bis zu den verschiedenen Schulabschlüssen als fortlaufender Prozess zu betrachten (DMV et al., 2008, Präambel).

Im Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmenden der Fortbildung an einer sechsjährigen Grundschule tätig sind. Das berücksichtigt einerseits, die sich wiederholenden Diskussionen zur Verlängerung der Grundschulzeit und andererseits eine sechsjährige Grundschule in den Ländern Berlin und Brandenburg. Mit diesem Ansatz besteht zudem die Chance in Ländern mit einer vierjährigen Grundschule, thematisch den Übergang Primarstufe-Sekundarstufe in die Fortbildung einzubinden.

Bei der Auswahl der Inhalte war einzuschätzen, welche so grundlegend sind, dass sie im Rahmen einer Stochastik-Fortbildung für Lehrkräfte an Grundschulen bearbeitet werden müssen und können, um einen fachlichen Wissenszuwachs bei den Teilnehmenden zu erreichen. Zudem musste überlegt werden, über welches Professionswissen Lehrkräfte verfügen müssen, um stochastische Denk- und Arbeitsweisen von Kindern wahrzunehmen, um sie anzuregen und um insbesondere auch typische Fehlvorstellungen zu erkennen und angemessen darauf reagieren zu können.

4.2.1 Normative Vorgaben

Ziele und Inhalte werden aus den Standards für die Lehramtsausbildung in Mathematik, Themenkreis *Stochastik - Daten analysieren und Zufall modellieren*, abgeleitet (KMK, 2008). Die Kompetenzbeschreibungen sind in vier Kategorien ausdifferenziert, die unterschiedliche Ausbildungsniveaus angehender Lehrkräfte beschreiben. Da es in der Stochastik-Fortbildung um eine grundlegende Qualifizierung von Mathematiklehrkräften in der Grundschule geht, werden nur die Ausdifferenzierung der Kompetenzen, bezogen auf Inhalte und Prozesse, der ersten und zweiten Kategorie betrachtet (vgl. Abschnitt 2.3.1, Abbildung 2.11, S. 40):

Beschreibende Statistik/Datenanalyse

Die Studierenden

- planen statistische Erhebungen [...], führen sie durch und werten sie aus,
- lesen und erstellen grafische Darstellungen für uni- und bivariate Daten [...] und bewerten deren Eignung für die jeweilige Fragestellung,
- bestimmen und verwenden uni- und bivariate Kennwerte [...] und interpretieren sie angemessen.

Zufallsmodellierungen

Die Studierenden

- modellieren mehrstufige Zufallsversuche durch endliche Ergebnismengen und nutzen geeignete Darstellungen [...],
- unterscheiden Wahrscheinlichkeitsaspekte [...] und beschreiben typische Verständnisschwierigkeiten im Umgang mit dem Zufallsbegriff,
- rechnen und argumentieren mit Wahrscheinlichkeiten.

Diese ausgewählten Kompetenzen sind in den Zielen der Fortbildung abzubilden.

4.2.2 Umsetzung in der Fortbildung

Mit den folgenden Zielformulierungen werden grundlegende fachwissenschaftliche Vorgaben der Bildungsstandards für eine Fortbildung in Mathematik für Lehrpersonen an Grundschulen, einschließlich fachfremd Unterrichtender, aufgegriffen (vgl. Küttig & Sauer, 2011; Neubert, 2012; Eichler & Vogel, 2012). Mit den Zielformulierungen werden den Teilnehmenden Orientierungen gegeben, was Lehrpersonen können sollten, um Stochastik propädeutisch in der Grundschule erfolgreich unterrichten zu können.

Statistik

In der Statistik liegt der inhaltliche Schwerpunkt in der Grundschule auf der *beschreibenden Statistik*. Die Lernziele für die Fortbildung werden in Form von Kompetenzerwartungen aus der Sicht der Lehrperson formuliert. Für die Statistik lauten sie:

- Ich kann Datenerhebungen planen und durchführen.
- Ich kann Daten grafisch darstellen.
- Ich kann arithmetisches Mittel, Modalwert, Median, Spannweite interpretieren, ermitteln und angemessen einsetzen.
- Ich kann vorliegende Diagramme lesen, interpretieren und typische Fehler in grafischen Darstellungen erkennen.

In dieser Fortbildung werden bewusst inhaltliche Schwerpunkte ausgewählt, die in der Umsetzung beispielhaft ein Durchlaufen eines Daten-Analyse-Prozesses veranschaulichen und Strategien des empirischen Arbeitens nutzen (vgl. Wild & Pfannkuch, 1999). Die Teilnehmenden planen eine Datenerhebung in Bezug zur Gruppe und führen sie durch. Diese Arbeitsphase gibt einen Einblick in die Vorkenntnisse und Vorerfahrungen der Teilnehmenden und liefert Datenmaterial, das im weiteren Arbeitsprozess genutzt werden kann. Das Arbeiten wird in Bezug auf Planung und Durchführung einer Datenerhebung zielbezogen reflektiert und ein zusammenfassender bzw. ergänzender Input gegeben, um wesentliche und zentrale Ideen hervorzuheben.

Im Weiteren erschließen sich die Teilnehmenden den Informationswert von Daten selbst und ermitteln Kennwerte zu ihrer Datenerhebung. Der Schwerpunkt liegt auf der Ermittlung statistisch sinnvoller Kennwerte, die in der Grundschule thematisiert werden können: Minimum/Maximum, arithmetisches Mittel, Modalwert, Median, Spannweite, Streuung. Neben diesen Fachbegriffen ist auch auf den Gebrauch von üblichen umgangssprachlichen Bezeichnungen einzugehen, die von den Kindern für die Beschreibung von Kenngrößen genutzt werden können. Dabei ist es unerlässlich, die Bedeutung von stochastischen Begriffen, wie z. B. *wahrscheinlich* in der Umgangssprache zu klären und Grenzen und Probleme bei der Verwendung aufzuzeigen.

Die Teilnehmenden kennen in der Regel nur den Algorithmus zur Ermittlung des arithmetischen Mittels (Mittelwert). Es wird auf weitere Verfahren (Umstapeln, Ausgleichen) eingegangen, um ein inhaltliches Verständnis von arithmetischem Mittel auch bei Grundschulkindern zu erreichen, insbesondere vor der Einführung des Algorithmus. Mitte und Median sind keine traditionellen Inhalte von Grundschullehrwerken. Es wird davon ausgegangen, dass die Begriffe der Mehrzahl der Lehrkräften nicht bekannt sind. Es werden die Möglichkeiten und Grenzen der Interpretation von Daten mithilfe von arithmetischem Mittel und Median erläutert. In diesem Zusammenhang wird die übliche Praxis der Ermittlung von Notendurchschnitten kritisch hinterfragt und die Nutzung des Medians für eine auch pädagogisch sinnvollere Interpretation einer Notenübersicht diskutiert.

Beispielhaft werden Darstellungen von Daten so verändert, dass andere Interpretationen möglich sind. Es werden die Notwendigkeiten, Chancen und Möglichkeiten, eines derartigen Arbeitens auch in der Grundschule aufgezeigt, mit dem Ziel Kinder zum kritischen Umgang mit Daten zu erziehen.

Kombinatorik

Aussagen über Unsicherheiten und mögliche Ausgänge von Vorgängen bilden einen Zugang zu Vorstellungen über Zufall und Wahrscheinlichkeit. In der Regel sind kombinatorische Überlegungen notwendig, um den Ergebnisraum von Zufallsversuchen zu ermitteln und Wahrscheinlichkeiten zu bestimmen und sie sind grundlegend für das Verständnis von Modellierungen stochastischer Vorgänge. Das Durchdringen von kombinatorischen Aufgabenstellungen und das

grundschulspezifische Lösen derartiger Problemstellungen ist ein spezifisches Thema, das zunächst separat bearbeitet werden sollte. Aus diesem Grund ist bewusst vor dem Zugang zu Zufall und Wahrscheinlichkeit ein Exkurs Kombinatorik eingefügt. Als Lernziele werden für diesen Bereich folgende Kompetenzerwartungen aus der Sicht der Lehrpersonen beschrieben:

- Ich kann Besonderheiten kombinatorischer Aufgabenstellungen beschreiben.
- Ich kenne unterschiedliche Darstellungs- und Lösungswege für kombinatorische Aufgabenstellungen.
- Ich kann kombinatorische Aufgabenstellungen identifizieren und mit selbst gewählten Mitteln lösen.
- Ich kann die Potenziale kombinatorischer Aufgabenstellungen für die Entwicklung allgemeiner mathematischer Kompetenzen erläutern.

Die Teilnehmenden lösen kombinatorische Problemstellungen. Es werden unterschiedliche Darstellungs- und Lösungswege gesucht. Das Arbeiten wird zielbezogen reflektiert und ein zusammenfassender bzw. ergänzender Input gegeben, um wesentliche und zentrale Ideen hervorzuheben. Im Weiteren analysieren die Teilnehmenden die Struktur kombinatorischer Aufgabenstellungen und lernen kombinatorische Figuren kennen. Sie lernen Aufgabenstellungen, denen Permutation, Variation und Kombination zugrunde liegen, mit angemessenen Mitteln zu lösen. Sie erwerben ein inhaltliches Verständnis für Formeln, die zur Berechnung genutzt werden können.

In Bezug auf die Umsetzung im Unterricht besteht für Grundschullehrkräfte die Herausforderung, die Struktur kombinatorischer Figuren in stochastischen Problemstellungen zu erkennen und grundschulgerechte Bearbeitungsstrategien zu nutzen, um ein inhaltliches Verständnis dieser Figuren bei Kindern auf den Weg zu bringen.

Zufall und Wahrscheinlichkeit

Mit den Themen *beschreibende Statistik* und *Kombinatorik* sind Grundlagen geschaffen, sich mit dem Phänomen *Zufall und Wahrscheinlichkeit* auseinan-

derzusetzen. Für dieses Modul werden folgende Kompetenzerwartungen formuliert:

- Ich kann Vorgänge, in denen der Zufall eine Rolle spielt, erkennen und analysieren.
- Ich kann Wahrscheinlichkeiten für wiederholbare reale Vorgänge in der Natur oder der Gesellschaft sicher interpretieren.
- Ich kann Beziehungen zwischen zufälligen Erscheinungen und dazu vorliegenden Daten und Begriffen/Zusammenhängen auf der Modellebene herstellen.
- Ich kann die Wahrscheinlichkeit bei zusammengesetzten (mehrstufigen) Vorgängen mithilfe von Baumdiagrammen und Pfadregeln berechnen und interpretieren.

Zunächst sind den Teilnehmenden ihre eigene „(Be)Gefangenheit“ bezüglich des Phänomens Zufall und ihr Verständnis von Wahrscheinlichkeit bewusst zu machen. Unsicherheiten und Fehlvorstellungen der Lehrkräfte beeinflussen erfahrungsgemäß den Umgang mit dieser Thematik im Unterricht. Im Folgenden erweitern die Lehrpersonen ihr inhaltliches Verständnis vom Wahrscheinlichkeitsbegriff (klassischer und statistischer). Sie ermitteln, interpretieren und schätzen Wahrscheinlichkeiten auf der Grundlage von absoluten und relativen Häufigkeiten. Das Arbeiten wird in den einzelnen Phasen jeweils zielbezogen reflektiert und ein zusammenfassender bzw. ergänzender Input gegeben, um wesentliche und zentrale Ideen hervorzuheben. Stochastische Problemstellungen bieten den Zugang, um auf typische Fehlvorstellungen von Kindern und Erwachsenen einzugehen. Die Notwendigkeit einer Einbindung von experimentellen und eine Entwicklung von stochastischen Arbeitsweisen in den Unterricht wird als Voraussetzung herausgearbeitet, um typische Fehlvorstellungen von Kindern idealerweise zu überwinden, oder zumindest zu erschüttern.

4.2.3 Wissen zur Gestaltung von Unterrichtsentwicklungsprozessen

In dieser Fortbildung geht es um eine konzeptionelle Verbindung einer vorrangig fachinhaltlich orientierten Fortbildung mit Unterrichtsentwicklungsprozessen.

zessen. In diesem Verständnis schließt das Konzept neben einer Erweiterung von fachinhaltlichem und fachdidaktischem Wissen zur Stochastik auch eine Vermittlung grundlegenden Wissens zur Gestaltung von Unterrichtsentwicklungsprozessen ein. Der Kurs orientiert sich dazu am PLG-Konzept (vgl. Abschnitt 3.4.3). Die Einbindung erfolgt *integrativ* als Gestaltungsaspekt (vgl. Abschnitt 4.3.3), indem kollegiale Zusammenarbeit gefordert und in der Kursgruppe ermöglicht wird, um mit und von anderen zu lernen. Dazu analysieren die Teilnehmenden ihre persönliche Ausgangssituation bezüglich des fachlichen Schwerpunkts. Sie finden und benennen ein persönliches bzw. ein für die Gruppe relevantes Problem ihres Mathematikunterrichts. Sie entwickeln dazu gemeinsam Lösungsansätze in Form von Aufgaben bzw. Unterrichtsreihen. Diese werden erprobt, das Vorgehen wird dokumentiert, reflektiert und die Ergebnisse allen Kursteilnehmenden zur Verfügung gestellt. Damit können diese Lehrpersonen Veränderungen im eigenen Unterricht realisieren und Impulse für Unterrichtsentwicklung in der eigenen Fachgruppe geben. Zudem werden diese Herangehensweisen mit den Kursteilnehmenden reflektiert, sowie Hemmnisse und Gelingensbedingungen für Lehrkräftekooperation herausgestellt. Entsprechend werden Inhalte des PLG-Konzepts *additiv* in die Ausbildung eingebunden. Die Lehrkräfte werden aufgefordert, die Anregungen aus den Diskussionen im beruflichen Alltag an ihren Schulen auszuprobieren, darüber zu reflektieren und sich mit anderen Lehrpersonen auszutauschen. Mit diesem Ansatz kann Unterrichtsentwicklung angeregt und auch Impulse für Schulentwicklung gegeben werden.

4.3 Aufbau und Gestaltung der Fortbildung

Neben der Auswahl der Inhalte sind Fragen der Gestaltung der Fortbildung für qualifikationsheterogene Lerngruppen konzeptionell zu beantworten. Die Gestaltungsprinzipien des DZLM (vgl. Abschnitt 3.4.2) geben Orientierung für die Entwicklung des Kurses. In der methodischen Umsetzung werden die Gestaltungsprinzipien in den Fortbildungsabschnitten in ihrer Vernetzung sichtbar. Darüber hinaus rücken weitere Gestaltungsschwerpunkte, die im nachfolgenden erläutert werden, in den Mittelpunkt.

4.3.1 Modularer Kursaufbau

Die Fortbildung ist für ein Schulhalbjahr konzipiert, modular aufgebaut und greift integrativ die DZLM-Gestaltungsprinzipien auf. Zu jedem der inhaltlichen Schwerpunkte (vgl. Abschnitt 4.2) wird ein Modul gestaltet. Es umfasst jeweils Inhalte und grundlegende Konzepte, deren Verständnis für das Unterrichten in der Grundschule relevant sind (*kompetenzorientiert*). Jedes Modul ist als Präsenztage, mit anschließender Praxisphase organisiert und schließt eine Austausch- und Reflexionsphase zu Beginn des folgenden Präsenztages ein. (*fallbezogen, reflexionsfördernd*) (vgl. Abbildung 4.1).

	Inhalte
Vorbereitung	Vorab-Befragung (online)
1. Präsenztage	Einführung in die Qualifizierung – Stochastik in der Grundschule
	Statistik
	Vorbereitung Praxisphase
Praxisphase	Fachliche Aufgabe zur Vertiefung; Erprobung der Fachinhalte im Unterricht
2. Präsenztage	Austausch zur und Reflexion der Unterrichtserprobung
	Kombinatorik
	Vorbereitung Praxisphase
Praxisphase	Fachliche Aufgabe zur Vertiefung; Erprobung der Fachinhalte im Unterricht
3. Präsenztage	Austausch zur und Reflexion der Unterrichtserprobung
	Zufall und Wahrscheinlichkeit
	Vorbereitung Praxisphase
Praxisphase	Fachliche Aufgabe zur Vertiefung; Erprobung der Fachinhalte im Unterricht
4. Präsenztage	Austausch zur und Reflexion der Unterrichtserprobung
	Leitidee Daten und Zufall – Linienführung (1-6)
	Überlegungen zur Umsetzung an der Schule/im Netzwerk
	Abschluss der Qualifizierung

Abbildung 4.1: Modularer Kursaufbau

Die Reihenfolge der Module ist bewusst gewählt. *Statistik* ist als Einstiegsmodul aus zwei Gründen besonders geeignet. Lehrpersonen an Grundschulen verfügen in der Regel über Unterrichtserfahrungen in diesem Bereich, da in unterschiedlichen Kontexten, insbesondere auch im Sachunterricht, mit Daten umgegangen wird (vgl. u. a. LISUM, 2017). Dieses erfahrungsbasierte Vorwissen der Lehrpersonen hilft zudem, mögliche Hemmungen beim Einstieg in eine Stochastik-Fortbildung zu reduzieren (*teilnehmendenorientiert*). Ein Modul *Kombinatorik* wird, wie im vorhergehenden Abschnitt 4.2 begründet, dem Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* vorangestellt. Zum Abschluss des Kur-

ses wird im Modul *Leitidee Daten und Zufall* der propädeutische Charakter der Auseinandersetzung mit Stochastik und der spirale Aufbau eines entsprechenden schulinternen Curriculums in der Grundschule thematisiert und diskutiert. Ausgehend von Wünschen der Teilnehmenden kann an diesem Tag auf ausgewählte Inhalte vertiefend eingegangen und es können übergreifende Themen bezüglich der Stochastik betrachtet oder auch aktuelle bildungspolitische Schwerpunkte unter fachlicher Perspektive bearbeitet werden (*teilnehmendenorientiert, fallbezogen*).

Am *Präsenztag* wechseln Phasen der individuellen Auseinandersetzung mit dem Thema mit kollaborativen Arbeitsweisen zu zweit bzw. in Kleingruppen und plenaren Phasen. Input-, Austausch- und Reflexionsphasen ergänzen einander (*teilnehmendenorientiert, fallbezogen, kooperationsanregend*). Zwischen den Präsenztagen sind *Praxisphasen* geplant. Sie beinhalten verpflichtende Selbststudienanteile, eine Bearbeitung von Fachaufträgen, die Erprobung von Inhalten des Kurses im eigenen Unterricht, das Ermöglichen von kollegialen Unterrichtsbesuchen und eine Reflexion dazu. In dieser Form ist der Kurs kompetenz- und teilnehmendenorientiert, fallbezogen, kooperationsanregend und reflexionsfördernd ausgerichtet.

4.3.2 Rollen und Perspektivwechsel:

Lernende - Lehrende

Bei der Konzipierung der Fortbildung wurde geschaut, welche didaktischen Beziehungen in der Fortbildung angesprochen werden (vgl. Abbildung 4.2). Die *Fortbildungsebene* ist durch einen modularen Aufbau des Kurses abgebildet und durch die Gestaltung der Module bestimmt (Strukturierung des Fortbildungsgegenstands, gegenstandsspezifische Lernunterstützung, Lernwege und kognitive Aktivitäten, gegenstandsunabhängige Methoden). Auf dieser Ebene sind die Teilnehmenden *Lernende* in zweifacher Hinsicht.

Zunächst arbeiten die Lehrpersonen in den einzelnen Veranstaltungsphasen immer in der Rolle der *Mathematik-Lernenden*. Es werden Aufgaben bereitgestellt, die die Teilnehmenden herausfordern, sich selbst mit zentralen Ideen des inhaltlichen Schwerpunkts auseinanderzusetzen. Nach der Klärung möglicher Verständnisfragen bearbeiten die Teilnehmenden zunächst selbstständig eine

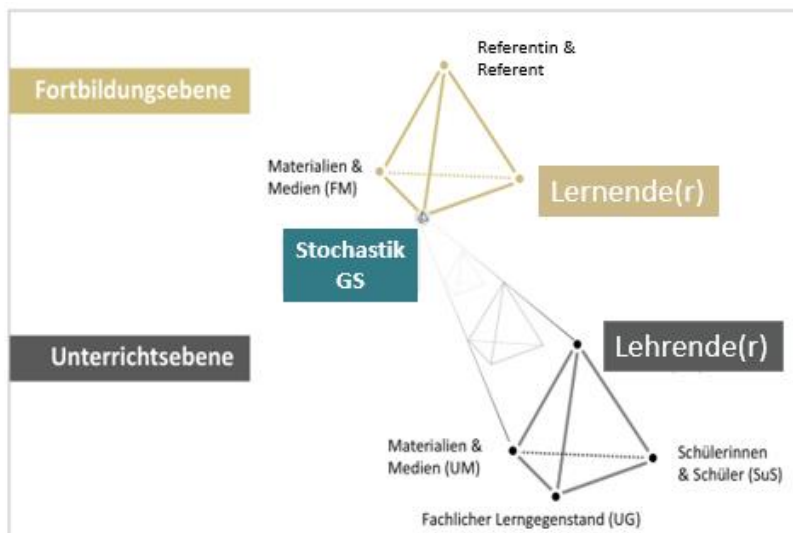


Abbildung 4.2: Fortbildungskonzept - Adaption des Drei-Tetraeder-Modells der gegenstandsspezifischen Professionalisierungsforschung (Prediger et al., 2017)

Problemstellung, um sich anschließend zu Herangehensweisen und Lösungen mit anderen Lehrkräften auszutauschen. Im Weiteren wird das Arbeiten zielbezogen reflektiert und ein Input gegeben, um die wesentlichen und zentralen Ideen hervorzuheben. Vor dem Hintergrund einer heterogenen Kursgruppe bietet die Rolle der *Mathematik-Lernenden* den Teilnehmenden die Möglichkeit, individuelle Zugänge zum Fortbildungsgegenstand zu finden und den Fortbildenden die Chance, einen Einblick in Vorwissen, vorhandene Fähigkeiten und Fertigkeiten der Teilnehmenden zu erhalten und eine individuelle Begleitung und Unterstützung zu ermöglichen.

Ziel ist es, die Teilnehmenden als *Mathematik-Lernende* für das folgende Rollenverständnis zu sensibilisieren:

- Ich lasse mich darauf ein, selbst Mathematik zu betreiben.
- Wenn ich im Anschluss über mein Arbeiten reflektiere, finde ich heraus, was ich kann (meine Stärken) und erkenne mögliche fachliche Schwerpunkte, die aufzuarbeiten sind (weiterer Lern-/Fortbildungsbedarf).

Die Reflexion über das selbst erlebte Lernen von Mathematik ist eine Brücke zum Nachdenken über Lehr-Lern-Prozesse der Schülerinnen und Schüler. In dieser Phase wird für die Teilnehmenden bewusst der Rollenwechsel von (*Mathematik*)*Lernenden* zu (*lernenden*)*Lehrenden* vollzogen. Dieser Perspektiv-

und Rollenwechsel ist zielgerichtet in der Gestaltung der Fortbildung angelegt und wird auch den Teilnehmenden von Beginn an bewusst gemacht. Das erfolgt mit dem Ziel, Phasen des eigenen fachlichen Lernens von der fachdidaktischen Aufbereitung der Inhalte für die Arbeit mit den Kindern abzugrenzen.

Mit dem Rollen- und Perspektivwechsel wird in der Fortbildung das Tor zur *Unterrichtsebene* geöffnet (vgl. Abbildung 4.2). Es werden auch hier ausgehend vom fachlichen Lerngegenstand die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen (Strukturierung des Fortbildungsgegenstands, gegenstandsspezifische Lernunterstützung, Lernwege und kognitive Aktivitäten, gegenstandsunabhängige Methoden) eingebunden. Zunächst werden die fachlichen Inhalte in Bezug zu den curricularen Anforderungen der Jahrgangsstufen 1 bis 6 gestellt. Die Aufgaben der eigenen Lernphase liefern den mathematischen Kerninhalt, um Aufgaben anforderungsbezogen für die Jahrgangsstufen 1/2, 3/4 und 5/6 zu entwickeln. Die Teilnehmenden sind gefordert, einen Unterrichtseinsatz zu planen, ihre Lösungserwartungen anzugeben, zu erwartende Schwierigkeiten zu benennen und ihre Reaktionen darauf zu beschreiben.

Die Arbeitsergebnisse sind auf der einen Seite Grundlage für einen jahrgangsstufenbezogenen Austausch zwischen den Teilnehmenden. Andererseits bietet der Austausch über die Jahrgangsstufen hinweg die Möglichkeit, die Umsetzung der fachlichen Leitidee von Jahrgangsstufe 1 bis 6 herauszuarbeiten. Im Sinne eines kumulativen Lernens sind fachliche Inhalte für verschiedene Lernniveaus aufzubereiten. In diesem Zusammenhang werden Möglichkeiten für Aufgabenvariationen ergründet, Aufgabenstellungen den Anforderungen für verschiedene Jahrgangsstufen und Lernniveaus angepasst, sowie ein Spektrum von Gestaltungswegen aufgezeigt. Ziel dieser Arbeitsphase ist es, dass die Teilnehmenden durch ihre Arbeitsergebnisse Anregungen für die Unterrichtserprobung in der Praxisphase erhalten.

Darüber hinaus bietet die didaktische Gestaltung der fachlichen Fortbildung und die Reflexion darüber Chancen, exemplarisch ein Modell von kompetenzorientiertem Mathematikunterricht darzustellen. Aufgaben haben in diesem Zusammenhang eine zentrale Stellung als Lerngelegenheiten für die Teilnehmenden, um sich den Fortbildungsgegenstand zu erschließen und im Weiteren

Aufgaben als Steuerungsinstrument für den eigenen Unterricht zu erkennen und zu nutzen (vgl. Abschnitt 3.3.2). Dieser Ansatz geht von der Annahme aus, dass, wenn diese Herangehensweise durch Lehrpersonen als erfolgversprechend für sich wahrgenommen wird, es eine mögliche Anregung bzw. auch Vorbild für die eigene Unterrichtsgestaltung sein kann (vgl. Abschnitt 2.3.4).

4.3.3 Kooperation anregen und Nachhaltigkeit sichern

Um Impulse für Kooperation und Zusammenarbeit von Lehrpersonen über den Kurs hinaus auch in Kollegien zu geben, wird der Kurs für Lehrkräftetandems von Grundschulen ausgeschrieben. In der Präsenzzeit besteht die Möglichkeit, im Austausch mit anderen Lehrpersonen, insbesondere innerhalb des Tandems, die Umsetzung des inhaltlichen Schwerpunkts im Unterricht vorzubereiten. Dafür kann ein stochastisches Problem gewählt werden, zu dem die Lehrkraft bereits Unterrichtserfahrungen besitzt bzw. das in der nächsten Zeit schulintern geplant ist. Andererseits können die in der Fortbildung eingesetzten Beispiele genutzt bzw. adaptiert oder auch weiter selbst entwickelt werden. Dem Nachdenken über und dem Konzipieren eigener Unterrichtsentwürfe folgt die Aufforderung, diese in der Praxisphase im eigenen Unterricht zu erproben und Lernprozesse und Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler sowie das eigene Lehren zu reflektieren. Es wird zudem angeregt, dafür auch Möglichkeiten der kollegialen Hospitation zu nutzen. Ergänzend wird ein Auftrag für eine fachinhaltliche Nachbereitung erteilt und neben Literaturhinweisen auch in DZLM-Selbstlernplattformen für Grundschullehrkräfte u. a. *primakom* (primakom.dzlm.de) eingeführt. Das erfolgt mit dem Ziel, individuelles Weiterlernen anzuregen und zu unterstützen. Für die Kommunikation innerhalb der Gruppe wird eine elektronische Arbeitsplattform (DZLM-Moodle) eingerichtet, auf der auch Fortbildungsmaterialien und Arbeitsergebnissen gespeichert werden können.

Zu Beginn des folgenden Präsenztages erfolgt ein Austausch zur fachinhaltlichen Nachbereitung, der Unterrichtserprobung und der Arbeit im Tandem während der Distanzzeit. Eine fachdidaktische Reflexion der Beiträge der Unterrichtserprobungen fokussiert auf Rolle und Entwicklung prozessbezogener mathematischer Kompetenzen. Im Plenum werden Diskussionsschwerpunkte zusammengetragen und Merkmale eines kompetenzorientierten Mathematik-

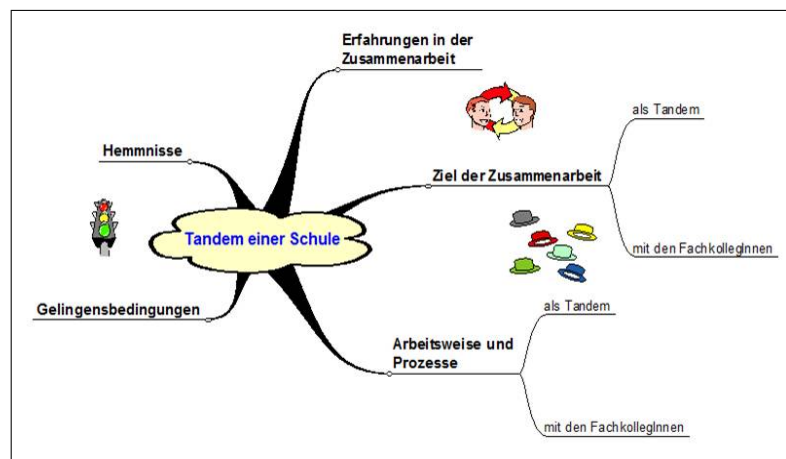


Abbildung 4.3: Professionelle Lerngemeinschaft - Bestandsaufnahme Arbeit im Tandem

unterrichts (Meyer, 2004) herausgestellt. Mit diesem Vorgehen wird der Annahme gefolgt, dass das Erleben der Konsequenzen des unterrichtlichen Handelns (vgl. Abschnitt 2.3.4 und 3.4.1) die Selbstwirksamkeit der Lehrpersonen stärkt. Dieses Vorgehen akzeptiert die Lehrkraft als Experten bzw. Expertin des eigenen Unterrichts und gibt die Verantwortung für die Umsetzung im Unterricht an die ab, die sie wahrzunehmen haben (vgl. Abschnitt 2.2.1).

In der Reflexionsphase wird auch bewusst der Fokus auf die eigenen Arbeitsprozesse und die Zusammenarbeit im Tandem und in der Schule gelenkt. Die Fortbildung will über die Nachhaltigkeit bei der einzelnen Lehrkraft hinaus Impulse für die Fachgruppe Mathematik der Schule geben. Dazu sollen die Teilnehmenden zunächst bestehende Arbeitszusammenhänge an ihrer Schule in den Blick nehmen (vgl. Abbildung 4.3). Aussagen dazu sind Brücke zur und Einstieg in zyklische Reflexionsphasen mit den Tandems zu Beginn des jeweils folgenden Präsenztages. Es werden immer wieder Arbeitsprozesse in den Blick genommen, Gelingensbedingungen und Hemmnisse für Lehrerkoope- ration herausgestellt und Wege zur Ausgestaltung aufgezeigt und diskutiert. Merkmale erfolgreich erlebter Lehrkräftekooperation werden festgehalten. Sie sind Ausgangspunkt, um sich im Weiteren über Wege zur bzw. über eine wei- tere qualitative Ausgestaltung der Zusammenarbeit von Lehrpersonen (PLG) zu verständigen.

Kapitel 5

Synthese und Forschungsfragen

In den Kapiteln zuvor wurden die theoretischen Grundlagen zu den Bereichen Kompetenzmodellierung, Professionalisierung, dem Fortbildungsgegenstand und das Design einer Stochastik-Fortbildung für Grundschullehrkräfte dargestellt. Im Folgenden geht es darum, den Forschungsgegenstand einzugrenzen. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels (5.1) werden die Kernaussagen der Kapitel 2 und 3 in einer Synthese zusammengeführt und mit Bezug zum Fortbildungskonzept (vgl. Kapitel 4) ein zentraler Forschungsgegenstand dieser Arbeit abgeleitet. Das Forschungsziel wird durch Forschungsfragen im Abschnitt 5.2 konkretisiert.

5.1 Forschungsgegenstand: Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen

Die Lehrerprofessionalisierungsforschung zeigt, dass die Erstausbildung von Lehrpersonen alleine keine hinreichende Qualifizierung für den Beruf gewährleisten kann (u. a. Tenorth, 2006) (vgl. Abschnitt 2.2.3). Lehrerfortbildungen haben das Ziel, die Funktion und die Aufgabe, die berufliche Kompetenz der Lehrperson zu erhalten und weiterzuentwickeln (KMK, 2008) (vgl. Abschnitt 3.1). Ziel dieser Arbeit ist es, einen Einblick in Lernprozesse einer qualifikationsheterogenen Lerngruppen von Lehrkräften in der vorrangig fachinhaltlich orientierten Fortbildung „Stochastik in der Grundschule“ zu erhalten. Das nimmt zwei Bereiche in den Blick, zu denen es nur punktuell fachbezogene Forschungserkenntnisse gibt.

Fachfortbildungen zum mathematischen Inhaltsbereich Stochastik für Grundschullehrkräfte wurden bisher nur in Mecklenburg-Vorpommern angeboten und untersucht. Die Teilnehmenden dieser Kurse verfügten über eine grundschulspezifische Mathematikausbildung. Aufgrund der Studieninhalte und Ausbildungsanteile in Mathematik wurden sie in der Untersuchung von Kurtzmann (2017) als fachfremd bezüglich Stochastik angesehen. Der Fokus der Begleitforschung lag vorrangig auf der Entwicklung einer entsprechenden Fachfortbildung Stochastik Grundschule. Ein Wissenzuwachs der Teilnehmenden wurde für die Fortbildungsinhalte nachgewiesen (Kurtzmann, 2017). Lernprozesse und Impulse für Unterrichtsentwicklung wurden von der Autorin nicht weiter untersucht.

Es gibt darüber hinaus Erkenntnisse aus der Begleitforschung zu speziellen Qualifizierungsmaßnahmen für fachfremd Unterrichtende, die im Mathematikunterricht an Grundschulen tätig sind (vgl. Eichholz, 2017). Hier geht es um eine grundlegende vorrangig fachdidaktisch ausgerichtete Qualifizierung, in der Untersuchungen zu Überzeugungen zum Bild von Mathematik sowie dem Lehren von Mathematik im Vordergrund standen. Bestandteil der Qualifizierung waren auch Module zu den einzelnen Inhaltsbereichen der Mathematik, die in ihrem Umfang den Lehrpersonen einen Einblick in die Bereiche ermöglichten. Eine nachhaltige und grundlegende fachinhaltliche Qualifizierung der Lehrkräfte ist in dieser Form nicht möglich (vgl. Eichholz, 2017).

Ein Fortbildungsangebot Stochastik für alle im Mathematikunterricht einer Grundschule Tätigen zu konzipieren, und den Blick auf Lernprozesse von unterschiedlich qualifizierten Lehrpersonen zu richten, ist bisher nicht erfolgt. Mit dieser Arbeit soll ein Beitrag zur Gestaltung von Lernprozessen in fachinhaltlichen Fortbildungen für alle Lehrpersonen, die im Mathematikunterricht an Grundschulen bzw. in der Eingangsstufe der Sekundarstufe tätig sind, geleistet werden. Mit dieser Erweiterung der Zielgruppe wird berücksichtigt, dass es in den Ländern Berlin und Brandenburg eine sechsjährige Grundschule gibt. Es werden Möglichkeiten und Grenzen eines derartigen Angebots aufgezeigt, um die Etablierung eines derartigen Fortbildungsangebots begründen zu können.

Die Ausführungen in Kapitel 3 zeigen, dass es sich bei dem Feld der Professionalisierungsforschung, speziell auch der Fortbildungsforschung, um einen

sehr komplexen Gegenstand handelt. Er erfordert einen detaillierten und fachbezogenen Zugang. Wie bereits beschrieben, gibt es eine Reihe von Faktoren, die in Bezug auf Lehrerfortbildungen als wirkungsbegünstigend herausgestellt werden konnten (vgl. Lipowsky, 2014). Diese sind zum einen mit einem normativen Blick aus systemischer, mathematikdidaktischer und individuell-kognitionspsychologischer Perspektive ableitbar, zum anderen können diese auch durch empirische Studien belegt werden (vgl. Peter, 1996; Bonsen & Rolff, 2006; Meiers, 2007; Ostermeier et al., 2010; Lipowsky et al., 2011; Lipowsky, 2014; Fischer et al., 2014). Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von wirkungsbeeinflussenden Faktoren (vgl. Lipowsky, 2014). Aus erfolgreichen Qualifizierungen wurden die Gestaltungsmerkmale von Fortbildungen des DZLM generiert, denen in diesem Zusammenhang eine entscheidende Bedeutung zukommt (vgl. Abschnitt 3.4.2). Da die konzipierte Stochastik-Fortbildung viele der genannten Faktoren gleichzeitig erfüllt, bleibt die Frage offen, ob bei einer fachinhaltlichen Ausrichtung bestimmte Gestaltungsmerkmale bzw. Gestaltungsschwerpunkte (vgl. Abschnitt 4.3) das Lernen in einer qualifikationsheterogenen Kursgruppe unterstützen.

In der bisherigen Forschung hat sich herausgestellt, dass eine fachdidaktische Ausrichtung und die Anregung von Kooperation in der Fortbildung sehr bedeutsame Faktoren für die Fortbildungswirkung sind (vgl. Garet et al., 2001; Bonsen, 2009; Lipowsky, 2014; Reinhold, 2016). Eine Verknüpfung dieser Ansätze dient in der konzipierten Stochastik-Fortbildung der Unterstützung des fachinhaltlichen Lernens von Lehrpersonen. Um eine derartige Fortbildung einschätzen zu können, sind mehrere Kurse unter möglichst vergleichbaren Bedingungen zu realisieren und Wirkungen auf unterschiedlichen Ebenen zu betrachten (Lipowsky & Rzejak, 2012, S. 3ff.):

- Akzeptanz der Fortbildungsveranstaltung in der Wahrnehmung der teilnehmenden Lehrkräfte,
- Auswirkungen auf die professionellen Kompetenzen von Lehrkräften,
- Konsequenzen in der unterrichtlichen Praxis,
- Veränderungen auf der Ebene der Schülerinnen und Schüler.

Da eine Betrachtung von Wirkungen auf allen Ebenen den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde, wird der Blick vorrangig auf die ersten beiden gerichtet. Zudem wird versucht, auch die Ebene der *Konsequenzen in der unterrichtlichen Praxis* auszuloten.

Für diese Arbeit bedeutet das im Einzelnen, dass der Wissenszuwachs in den Bereichen der Stochastik, die Fortbildungsgegenstand sind, zu untersuchen ist. Darüber hinaus interessieren die Akzeptanz einer derartigen Fortbildung und eine Veränderung von Überzeugungen, da sie als notwendige Bedingungen für Wirkungen auf den weiteren Ebenen angesehen werden und somit zentrale Schnittstellen im Wirkungsprozess sind (Bonsen, 2009, S. 4). Erprobungen der Fortbildungsinhalte im eigenen Unterricht, die Dokumentationen der Lehrpersonen dazu, der Austausch mit anderen Lehrpersonen und die Reflexion darüber geben einen exemplarischen Einblick in die unterrichtliche Praxis der Lehrpersonen.

Um Aussagen zum Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppen treffen zu können, werden die Zusammensetzung der Kursgruppen, Lernprozesse und -ergebnisse sowie die Umsetzung der Fortbildung betrachtet. Der Blick auf einzelne Lehrpersonen unterschiedlicher Qualifikation ermöglicht den Zugang zu individuellen Veränderungsprozessen während der Fortbildung.

5.2 Forschungsfragen

5.2.1 Forschungsfragen im Kontext der Evaluation der Fortbildung

Um Veränderungsprozesse in einer Gruppe von unterschiedlich qualifizierten Lehrpersonen zu erkennen und beschreiben zu können, werden diese zunächst auf der Ebene des Kurses betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass eine fachinhaltlich orientierte Fortbildung in Stochastik, welche eine fachdidaktische Ausrichtung einschließt und dem PLG-Ansatz folgt, einen Wissenszuwachs bei den Mitgliedern der qualifikationsheterogenen Lerngruppe erreicht und Impulse aus der Fortbildung im Unterricht umgesetzt werden.

Zur Untersuchung dieser Annahmen werden die folgenden Forschungsfragen formuliert:

bezüglich des Wissenszuwachs

- FF 1. In welchen Bereichen der Stochastik wird ein Wissenszuwachs in der Fortbildung erreicht?
- FF 2. Welche Gestaltungsprinzipien und -schwerpunkte werden von Lehrpersonen als besonders bedeutsam für ihren Wissenszuwachs in einer Stochastik-Fortbildung angesehen?

bezüglich der Tätigkeit als Lehrpersonen

- FF 3. Welche Denkprozesse und Handlungen unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen können in der Erprobung der Fortbildungsinhalte und in der Reflexion identifiziert werden?

5.2.2 Forschungsfragen mit Blick auf Lernprozesse in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen

Untersuchungen auf der Ebene der Gruppe lassen eher nur grundsätzliche Aussagen zu den Bereichen Wissenszuwachs, Gestaltung der Fortbildung und Arbeiten in PLGen zu. Ein detaillierter Einblick in und ein Rückschluss auf individuelle berufliche Veränderungsprozesse und sie beeinflussende Bedingungen und Faktoren ist nicht möglich. Dazu wird die Fortbildung aus einer anderen Perspektive, d. h. Fortbildung als externe Anregung für Lernprozesse von Lehrpersonen, betrachtet. Bei Rückgriff auf das Clark-Peter-Modell (vgl. Abschnitt 3.4.1) interessieren die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Domänen. So wird der gegenseitige Einfluss der im beruflichen Kontext gegebenen Lerngelegenheiten und Unterstützungsangebote und dem Wissen und den Überzeugungen der Lehrkräfte betrachtet. Diese wiederum werden in ihrer Wechselwirkung zur Unterrichtspraxis und den erfassten Veränderungen angeschaut. Das wird u. a. in Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler und in einer effektiven Unterrichtsplanung und Arbeitszufriedenheit der Lehrpersonen sichtbar. In diesem Zusammenhang werden Reflexionen und/oder Aktionen (Handlungen) als entscheidend für die Übertragung von Veränderungsprozessen von einem Bereich auf einen anderen angesehen (Peter, 1996).

Um das näher zu untersuchen, werden im Folgenden die Forschungsfragen (vgl. Abschnitt 5.2.1) auf der individuellen Ebene wieder aufgegriffen:

bezüglich des Wissenszuwachs

- FF i1. Wie schätzen unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen ihren Wissenszuwachs in Bezug auf die einzelnen Module der Stochastik-Fortbildung ein?
- FF i2. Welche Kriterien sind Grundlage für eine retrospektive Einschätzung?
- FF i3. Was beschreiben Lehrpersonen als bedeutsam für ihren Lernprozess in dieser Stochastik-Fortbildung?

bezüglich der Tätigkeit als Lehrpersonen

- FF i4. Welche Veränderungen in ihren Denkprozessen und Handlungen durch eine Stochastik-Fortbildung beschreiben unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen?

Lernprozesse in der Fortbildung werden von der bisherigen berufsbiografischen Entwicklung geprägt (Lipowsky, 2014). Es gilt herauszufinden, ob sich Fachpersonen und fachfremd Unterrichtende in der Wahrnehmung dieses Lernprozesses unterscheiden. Insbesondere interessiert, was für diese Lehrkräfte in Bezug auf das eigene Lernen besonders bedeutsam ist.

Kapitel 6

Untersuchungsdesign

Der Forschungsgegenstand (vgl. Abschnitt 5.1) und die Konkretisierung des Untersuchungsziels in Forschungsfragen (vgl. Abschnitt 5.2) bestimmen die Ausgestaltung des Untersuchungsdesigns. Ausgehend von den Forschungsfragen ist auszuwählen und zu entscheiden, welches Vorgehen dem Forschungsinteresse und der Beantwortung der aufgeworfenen Fragen dient (Seipel & Rieker, 2003; Bortz & Döring, 2006).

Seit den achtziger Jahren gibt es verstärkte Bemühungen Lehrkräftefortbildungen zu institutionalisieren und zu professionalisieren. In diesem Zusammenhang wurden Fragen zur Wirksamkeit von Fortbildungen (vgl. Abschnitt 3.4.1) gestellt und Möglichkeiten der Evaluation diskutiert. In dieser Arbeit wird Evaluation als Teil eines Entwicklungsprozesses angesehen und versucht das komplexe Bedingungsgefüge von Planung, Implementation und Reflexion widerzuspiegeln. In der Literatur findet man verschiedene Ebenen der Evaluation, die für eine praktische und theoretische Analyse von Lehrerfortbildungen bedeutsam sind (vgl. u. a. Peter, 1996). In einer praxisorientierten Evaluation steht die Verbesserung des berufsrelevanten Handelns der Lehrpersonen im Mittelpunkt (Peter, 1996). In dieser Form liegt eine Evaluation u. a. im Interesse der Bildungsadministration (vgl. Abschnitt 3.1). Eine entwicklungsorientierte Evaluation ist auf die Optimierung einer Bildungsmaßnahme ausgerichtet. Darüber hinaus orientiert sich eine theoriegeleitete Evaluation am Forschungsinteresse und kann Einblicke in Entwicklungsprozesse geben. Bezogen auf das konkrete Forschungsvorhaben wird im Folgenden die Gestaltung des methodischen Vorgehens abgeleitet.

6.1 Begründung des methodischen Vorgehens

Für die Evaluation einer Lehrveranstaltung arbeiten Kuckartz, Dresing, Rädiker und Stefer (2008, S. 17) drei wesentliche Evaluationsziele heraus: Umsetzung der Inhalte, didaktische Gestaltung und messbarer Lernerfolg. Dafür bietet sich eine Kombination aus quantitativen und qualitativen Methoden an (vgl. Flick, 2004).

In dieser Arbeit wird aus der Theorie heraus und auf der Grundlage bereits vorliegender Forschungsergebnisse abgeleitet, welche inhaltlichen und gestalterischen Elemente sich in einer Stochastik-Fortbildung mit einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe als wirksam erweisen könnten (vgl. Kapitel 3). Darauf aufbauend wurde ein Konzept einer entsprechenden Qualifizierung entwickelt (vgl. Kapitel 4), das es nun zu untersuchen gilt.

6.1.1 Evaluation der Kursdurchführung

Zunächst werden das Erreichen der Ziele des Kurses bzw. der einzelnen Module (vgl. Abschnitt 4.2) und die Wahrnehmung der Gestaltungsprinzipien (vgl. Abschnitt 4.3) quantitativ erfasst. Eine erfolgreiche Umsetzung der Fortbildungsinhalte kann zudem durch die individuelle Einschätzung der Teilnehmenden evaluiert werden. Dabei wird der Frage nachgegangen, ob die Teilnehmenden die Ziele als für sich erfolgreich umgesetzt ansehen, d. h. inwieweit ein persönlicher Wissenszuwachs wahrgenommen wurde. Ein zentraler Indikator für die Akzeptanz der Veranstaltung ist die Einschätzung des Nutzens und der Relevanz der Veranstaltung für die eigene Tätigkeit im schulischen Kontext (vgl. Lipowsky, 2014).

6.1.2 Untersuchung individueller Lernprozesse

Aussagen und Erklärungen zu individuellen Veränderungs- und Entwicklungsprozessen, können aus den quantitativen Daten nicht abgeleitet werden. Dafür ist es nötig, ein stärker explorativ ausgerichtetes Untersuchungsdesign zu wählen (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 50). Dabei geht es darum, in einem wenig erforschten Umfeld Erkenntnisse zu generieren und mögliche Zusammenhänge und Strukturen zu erkennen. Im Rahmen dieses Ansatzes empfiehlt sich ein qualitatives Vorgehen, welches durch eine ausreichende Offenheit die

Möglichkeit gibt, neue Erkenntnisse über den Untersuchungsgegenstand zu gewinnen (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 357). Die qualitativen Betrachtungen folgen der Intention, individuelle Lernprozesse nachzuvollziehen, um Wirkungsprozesse dieser fachinhaltlich ausgerichteten Fortbildung verstehen zu können. Darüber hinaus wird während der Fortbildungen versucht, Anzeichen für Veränderungen im Bereich der professionellen Überzeugungen zu erkennen und zu beobachten. Ziel ist es, mögliche Zusammenhänge zwischen den Fortbildungsmerkmalen und den Überzeugungsveränderungen zu finden, sowie charakteristische Veränderungsprozesse zu beschreiben.

Mit Blick auf die heterogene Zusammensetzung der Kursgruppe interessieren individuelle Lernprozesse unterschiedlich qualifizierter Lehrkräfte. Eine Möglichkeit, um das geschilderte Forschungsinteresse zu stillen und nähere Erkenntnisse über Details eines Wirkungsprozesses zu gewinnen, ist eine Analyse in Form von Fallstudien (vgl. Seipel & Rieker, 2003, S. 84ff.).

6.1.3 Kombination der Untersuchungsmethoden

Eine Kombination unterschiedlicher Forschungsmethoden ist grundsätzlich auf verschiedene Weisen möglich und orientiert sich grundsätzlich an der Ausrichtung der Forschungsfragen. Seipel und Rieker (2003, S. 236ff.) unterscheiden verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. In dieser Arbeit wird für die Verbindung der Forschungsmethoden eine quantitative Untersuchung der Fortbildung als Ausgangspunkt genutzt. Die qualitativen Betrachtungen werden dann mit dem Ziel durchgeführt, Erklärungsansätze für die Erkenntnisse der quantitativen Erhebungen zu finden bzw. detailliertere Einsichten in Entwicklungsprozesse unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen zu bekommen. In diesem Sinne wird schrittweise eine Samplestruktur festgelegt (vgl. Flick, 2004). Das bedeutet, dass im Prozess der Untersuchung entschieden wird, was als nächstes betrachtet wird und im weiteren Vorgehen die größten Aufschlüsse liefert. Anstatt der Repräsentativität steht damit die Relevanz der Daten im Mittelpunkt (vgl. Flick, 2004).

In dieser Kombination quantitativer und qualitativer Methoden ergänzen sich die Ergebnisse der einen durch die Ergebnisse der anderen und lassen einen detaillierteren Einblick und tieferes Verstehen von Lernprozessen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe zu (vgl. Flick, 2004; Morgan, 2014).

6.2 Beschreibung der Stichprobe

Die konzipierte Fortbildung wurde ab dem Schuljahr 2013/2014 unter dem Titel „Stochastik in der Grundschule: Daten, Häufigkeiten, Wahrscheinlichkeit“ im Land Berlin regulär über das Fortbildungsnetz der Senatsschulverwaltung angeboten. Sie richtete sich an alle Lehrpersonen, die Mathematik an einer sechsjährigen Berliner Grundschule unterrichten und wurde für Lehrkäfte-Tandems ausgeschrieben, um Austauschprozesse und Kooperation von Lehrpersonen einer Schule bereits im Kurs anzuregen (vgl. Abschnitt 4.3.3).

In dieser Untersuchung werden Fortbildungskurse in fünf aufeinanderfolgenden Schuljahren (2013/2014 - 2017/2018) betrachtet. Die Teilnehmenden meldeten sich in der Regel freiwillig für die Maßnahme an. Dadurch kann die Stichprobe nicht als zufällig angesehen werden. Mit dieser Form der Ausschreibung kann aber davon ausgegangen werden, dass die Gruppen in den einzelnen Kursen in der Zusammensetzung mit regulären Fortbildungen vergleichbar sind.

In einer Vorabbefragung wurden jeweils vor Kursbeginn Informationen über die Teilnehmenden zur Berufsbiografie, der aktuellen Tätigkeit im Mathematikunterricht und Vorerfahrungen zum inhaltlichen Schwerpunkt der Fortbildung eingeholt.

Tabelle 6.1: Ausbildung der Teilnehmenden

	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
	Kurs 1	Kurs 2	Kurs 3	Kurs 4	Kurs 5
MfuL	40%	20%	54%	38%	25%
LP GS	30%	38%	38%	54%	65%
LP Sek I/II	30%	42%	8%	8%	10%

MfuL: Mathematik fachfremd unterrichtende Lehrpersonen

LP GS: Grundschullehrkräfte mit unterschiedlichem Ausbildungsanteil in Mathematik

LP Sek I/II: Lehrpersonen Mathematik Sek I/II, auch Dipl.-LP (DDR)

Wie die Tabelle 6.1 zeigt, wurden mit der Ausschreibung in allen Kursen Teilnehmende mit unterschiedlichen Qualifikationen erreicht, wobei sich die einzelnen Kurse anteilig unterschiedlich zusammensetzten. Die absolute Zahl der Teilnehmenden betrug 120 Lehrkräfte und schwankte in den einzelnen Kursen

zwischen 32 und 18. Die Lehrpersonen verfügten über ganz unterschiedliche Unterrichtserfahrungen in Mathematik. Das bildete sich in allen Kursen ab (vgl. Tabelle 6.2).

Tabelle 6.2: Unterrichtserfahrungen in Mathematik

	Kurs 1	Kurs 2	Kurs 3	Kurs 4	Kurs 5
Teilnehmende	32	28	19	18	23
bis zu 5 Jahren	6	6	3	2	9
6 - 15 Jahre	8	4	2	7	5
16 - 25 Jahre	8	6	5	0	1
mehr als 25 Jahre	7	10	5	7	4

In allen Kursen waren zudem die Teilnehmenden in Mathematik in verschiedenen Klassenstufen eingesetzt, wodurch Unterrichtserprobungen in allen Jahrgangsstufen (1 bis 6) möglich wurden. In zwei Kursen gab es Lehrpersonen, die darüber hinaus gleichzeitig auch in den Jahrgangsstufen 7 bis 10 tätig waren. Diese Teilnehmenden kamen von Gemeinschaftsschulen, einem Verbund aus Sekundarschule und Grundschule bzw. aus Förderzentren.

Die Lehrkräfte wurden vorab auch zu ihren unterrichtlichen Vorerfahrungen zum inhaltlichen Schwerpunkt der Fortbildung befragt (vgl. Tabelle 6.3).

Tabelle 6.3: Unterrichtserfahrungen zum Fortbildungsgegenstand

	1	2	3	4	5	6
Kurs 1	10	6	6	4	2	0
Kurs 2	5	4	3	1	0	0
Kurs 3	0	9	0	2	0	0
Kurs 4	0	2	2	3	0	0
Kurs 5	3	7	7	2	0	0

1: keine Erfahrungen bis 6: weitreichende Erfahrungen

Bei der Betrachtung der Tabellen fällt eine Differenz zwischen den Antworten zur Frage und der Summe der Teilnehmenden der einzelnen Kurse auf. Eine mögliche Erklärung ist, dass Lehrpersonen diese Frage bewusst nicht beantwortet haben. Das Themenfeld *Daten und Zufall* ist zwar seit 2004 verbindlich

im Lehrplan verankert, es wird vermutet, dass fachliche Unsicherheiten bei den Lehrpersonen bestehen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die Vorgaben des Rahmenlehrplans nicht in vollem Umfang durch alle Lehrpersonen im Unterricht realisiert werden. Das lässt sich aus Antworten auf die offene Frage zu den Erwartungen an die Fortbildung ableiten bzw. bestätigten Lehrkräfte auf Nachfrage. Fachliche und fachdidaktische Unsicherheiten wurden als Gründe angegeben. Es wird vermutet, dass der Anteil der Lehrkräfte, die keine oder nur geringe Unterrichtserfahrungen zum Fortbildungsgegenstand haben, noch größer ist.

Um einen detaillierteren Einblick zu bekommen und Lernprozesse in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe besser zu verstehen, wurde aus der Gesamtstichprobe eine Teilgruppe ausgewählt. Es wurden Teilnehmende mit unterschiedlicher Qualifikation und Berufserfahrung angefragt, die eine Stochastik-Fortbildung teilweise gleichzeitig und auch zu verschiedenen Zeitpunkten durchlaufen haben. Auf der einen Seite wollte man mit ihnen über die Gestaltung und Optimierung dieser fachlich orientierten Fortbildung ins Gespräch kommen und andererseits in diesem Zusammenhang auch den Blick auf ihren eigenen Entwicklungsprozess richten (qualitatives Design).

Von den 15 angefragten Personen waren 11 zu einem weiteren Austausch bereit. Mit neun dieser Lehrkräfte konnten Interviews geführt werden, die auch audioaufgezeichnet werden durften. Sechs Lehrkräfte waren Teilnehmende des ersten Kurses (vgl. Tabelle 6.4). Sie haben verschiedene Lehramtsabschlüsse und sind unterschiedlich lange im Schuldienst tätig. Davon unterrichten drei Teilnehmende Mathematik fachfremd. Die anderen drei Lehrpersonen sind Teilnehmende aus nachfolgenden Wiederholungskursen. Alle unterrichten Mathematik fachfremd.

Von den neun interviewten Lehrkräften gaben acht ihr Einverständnis, alle zu ihrer Person vorhandene Daten aus den verschiedenen Erhebungen im jeweiligen Kurs weitergehend für eine Fallstudie zu nutzen. Das war dann nur für drei Teilnehmende möglich. Grund dafür ist, dass sowohl in der Vorabbefragung als auch in allen anderen Erhebungen nicht zu allen Teilnehmenden Daten erfasst bzw. zugeordnet werden konnten. Dieser Datenverlust resultiert aus Abwesenheit von Lehrkräften am Erhebungszeitpunkt aufgrund schulorganisatorischer

Tabelle 6.4: Stichprobe - Übersicht Fallstudie

Code	Kurs	Ausbildung	Abschluss	fachfremd	weibl./männl.
A	1/2013	LUK/Sp	1983		w
B	1/2013	Dipl. Sp/Geo	1993	x	w
C	1/2013	Sonderpäd./D	1999	x	m
D	1/2013	LK GS/Ma/Ge	1973		w
E	1/2013	Sonderpäd./Sp	2002	x	w
F	1/2013	Dipl. Ma/Ph	1976		m
G	2/2014	Ku/LK GS/D/SU	2004	x	w
H	3/2015	Mu/LK GS	2011	x	w
I	4/2016	Sonderpäd./Bio	2009	x	m

LUK: Lehrperson für untere Klassen (DDR-Ausbildung)

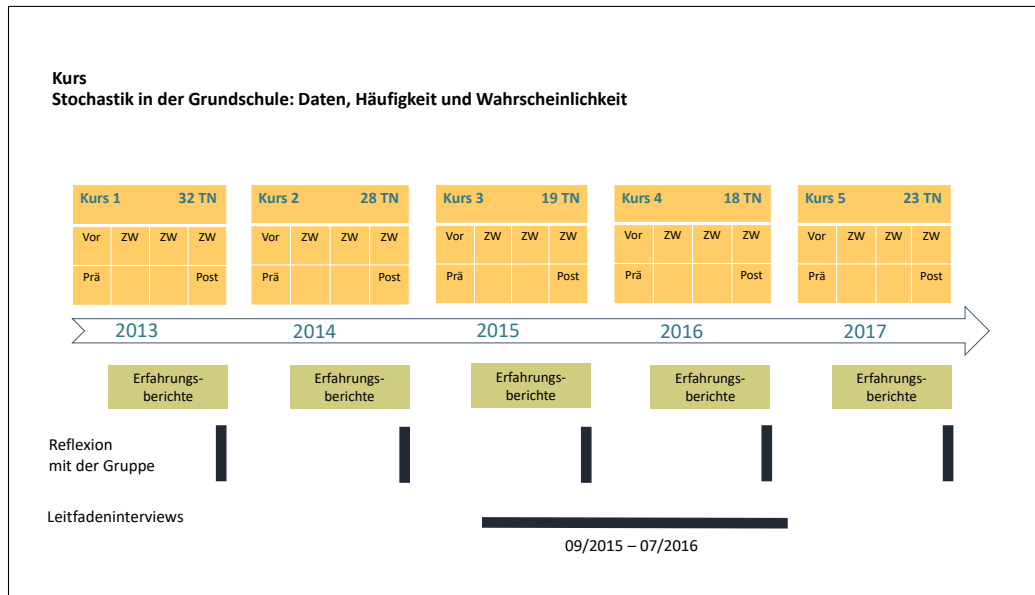
Dipl.: Diplomfachlehrkraft(DDR-Ausbildung Oberstufe)

Gründe bzw. Krankheit und auch aus Nichtbeteiligung bzw. Codierungsfehlern einzelner Lehrpersonen.

6.3 Ablauf der Erhebungen

In der Fortbildung war von Anfang an eine Evaluation konzeptionell eingebunden. Der Start eines ersten Kurses Stochastik (2012) fiel in die Zeit der Entwicklung und Institutionalisierung von Instrumenten einer Standardevaulation am DZLM. In diesem Kurs, auf den in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird, wurden unterschiedliche Formen der Evaluation und Erhebungsinstrumente erprobt. Durchführung und Ergebnisse dieser Evaluation führten zu inhaltlichen und organisatorischen Anpassungen der Kursdurchführung und zu einer gezielten Auswahl und Anpassung von Erhebungsinstrumenten. Eine nähere Beschreibung erfolgt im folgenden Abschnitt 6.4.

Ab 2013 wurde eine Standardevaulation in allen Kursen durchgeführt (vgl. Abbildung 6.1). Vor Beginn der Fortbildung erfolgte eine Vorabbefragung (Vor). Am Ende jedes Präsenztages wird ein Feedback in Form einer Einschätzung der Teilnehmende auf einer Zielscheibe eingeholt. Zum Abschluss jedes der drei Inhaltsmodule (vgl. Abschnitt 4.2) wurde eine Zwischenbefragung (ZW)



Vor: Vorabbefragung ZW: Zwischenbefragung Prä/Post: Standortbestimmung Wissen

Abbildung 6.1: Untersuchungsdesign - Zeitplan

durchgeführt. Die Teilnehmenden schätzten die Erreichung der Lernziele und die Gestaltung der Fortbildung in Bezug auf das Modul ein. Darüber hinaus wurde zunächst wegen des Fehlens eines standardisierten Testinstruments in den Kursen 1 und 2 ein informeller Test (Kurtzmann, 2017) zur Erhebung des Lernstands der Teilnehmenden zu Beginn und am Ende der Fortbildung eingesetzt (vgl. Abschnitt 6.4). In den nachfolgenden drei Kursdurchläufen wurde auf eine von Schüler (Dissertationsvorhaben) entwickelte Standortbestimmung zur Stochastik zu Beginn und zum Abschluss jedes Kurses zurückgegriffen. Diese Erhebungen werden durch Erfahrungsbereiche der Teilnehmenden aus den drei Praxisphasen des Kurses ergänzt.

Neben den Reflexionsphasen in den Modulen erfolgte eine Reflexion mit der Gruppe zum Kursabschluss. Sie nahm die gesamte Fortbildung in den Blick und fing Erwartungen, Erleben und ein Fazit der Teilnehmenden ein.

Die Ergebnisse aus den quantitativen Erhebungen in den Kursen 1 und 2 (vgl. Abbildung 6.1) provozierten Fragen, die eine detailliertere Einsicht in Entwicklungsprozesse unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen erforderte. Problemzentrierte Interviews mit Teilnehmenden sollten dazu weitere Aufschlüsse liefern. Von September 2015 bis Juli 2016 wurden Interviews mit neun Lehr-

kräften geführt (vgl. Abschnitt 6.2). Das jeweilige Interview fand an einem von den Teilnehmenden vorgeschlagenen Termin und in einer für sie vertrauten Umgebung statt. Als Zeitfenster wurden 1 1/2 Stunden eingeplant, um entspannt zu starten. So war u. a. die Audioaufzeichnung vorzubereiten und zu testen. Das Interview selbst dauerte ca. eine Stunde.

6.4 Erhebungsinstrumente

6.4.1 Erhebungen zur Evaluation der Fortbildung

Um zu untersuchen, inwieweit die Fortbildungsziele erreicht werden, sind quantitative und qualitative Untersuchungsmethoden miteinander zu verknüpfen (vgl. Abschnitt 6.1). Die Methoden und Instrumente werden im Folgenden in Bezug zu den Forschungsfragen erläutert.

FF 1. In welchen Bereichen der Stochastik wird ein Wissenszuwachs in der Fortbildung erreicht?

Das mathematische Fachwissen und die Vorstellungen zur Stochastik der Lehrpersonen wurden im Rahmen der Fortbildung aus verschiedenen Perspektiven quantitativ erfasst. Für die Gestaltung der Fortbildung war es zunächst wichtig, vor Beginn neben berufsbiografischen Angaben (vgl. Abschnitt 6.2) Informationen zu Unterrichtserfahrungen zum Fortbildungsgegenstand und Erwartungen der Teilnehmenden zu erhalten. In einer Vorabbefragung schätzten die Teilnehmenden ihre Unterrichtserfahrungen zum Fortbildungsgegenstand auf einer Sechs-Punkt-Likert-Skala ein (vgl. Tabelle 6.3, S. 103). Zudem sollten sie angeben, ob sie sich bezüglich des Fortbildungsgegenstands als Fachkraft oder fachfremd ansehen. Erwartungen an die Fortbildung wurden durch eine offene Fragestellung erfasst.

Beim Start der Fortbildung fehlte für eine Standortbestimmung ein standardisiertes Instrument für die Erfassung von mathematischem Fachwissen und von Vorstellungen zur Stochastik von Lehrpersonen. Eine Testzusammenstellung durch Rückgriff auf Items aus renommierten Studien wie TEDS-M war nicht sinnvoll, da der Themenbereich Stochastik nicht ausreichend abgebildet war (vgl. Abschnitt 2.2.3). In den ersten zwei Kursen wurde aus diesem

Grund auf einen informellen Test zurückgegriffen, der für eine in Mecklenburg-Vorpommern parallel laufende Fortbildungsreihe Stochastik für Grundschullehrkräfte der Universität Rostock entwickelt und genutzt wurde (vgl. Kurtzmann, 2017). Dieser Test wurde mit dem Ziel entwickelt, die Lernvoraussetzungen und Veränderungen im Wissen der Lehrpersonen zu messen und wurde Prä/Post in den Kursen in Mecklenburg-Vorpommern eingesetzt. Er besteht aus 30 Aufgaben, die innerhalb von 60 min zu bearbeiten sind. Stochastische Situationen (STSI) werden mit 12 Aufgaben geprüft, Statistik (STAT) und Wahrscheinlichkeitsrechnung/Kombinatorik mit je 9 Aufgaben. Aus Sicht von Kurtzmann ist die Kombinatorik in dieser Fortbildung als ein untergeordneter Bereich anzusehen und wird im Test nur mit einer Aufgabe berücksichtigt. In dieser Form widerspiegelt das Testkonstrukt anteilig und in der Anzahl der Items die inhaltlichen Lernbereiche dieser Fortbildung.

Das in dieser Arbeit dargestellt Kurskonzept setzt die inhaltlichen Schwerpunkte etwas anders (vgl. Kapitel 4). Statistische Situationen werden nicht explizit thematisiert, sondern sind integrativ in den thematischen Schwerpunkten enthalten. An den entsprechenden Stellen werden die mit ihnen verbundenen stochastischen Arbeitsweisen kontext- und inhaltsbezogen genutzt und reflektiert. Kombinatorik wird umfangreicher bearbeitet. Bezüglich Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung sind Ziele und Inhalte der Fortbildungsreihe der Universität Rostock und der in dieser Arbeit dargestellten DZLM-Stochastik-Fortbildung jedoch vergleichbar. Bezüglich dieser beiden Bereiche war das Kriterium einer Inhaltsvalidität erfüllt, sodass der informelle Test in den Berliner Kursen eingesetzt werden konnte. Dabei wurde bewusst davon ausgegangen, dass die unterschiedlichen Ansätze der Fortbildungen in den Teilergebnissen sichtbar werden können. Um Objektivität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu sichern, wurde der Test unter gleichen Rahmenbedingungen in dieser Fortbildungsreihe (Kurs 1 und 2) durchgeführt. Eine Kodierung der Testbögen sicherte die anonyme Erfassung und Behandlung der Ergebnisse. Bei der Prüfung der Reliabilität bezog sich Kurtzmann auf das Verfahren zur Bildung von Indifferenzbereichen (vgl. Sacher, 2014).

Parallel dazu begannen am DZLM Arbeiten zur Entwicklung eines Tests zur Erhebung von mathematischem Fachwissen und Vorstellungen zur Stochastik (Dissertationsvorhaben Schüler). Ab 2015 wurde zur Ermittlung der Lernaus-

gangslage und zur Standortbestimmung nach Abschluss der Fortbildungen auf das Material von Schüler zurückgegriffen und in drei Kursdurchläufen eingesetzt. Inhaltliche Grundlage für die Entwicklung der Items dieses Erhebungsinstruments sind die Standards für die Lehramtsausbildung (KMK, 2008) und die Empfehlungen des Arbeitskreises Stochastik (AK Stochastik, 2002). Das Instrument untersucht das Wissen zu grundlegenden Inhalten und Konzepten der Stochastik, über die eine Lehrkraft am Ende einer Lehramtsausbildung Mathematik für die Sekundarstufe I verfügen sollte. Das Erhebungsinstrument umfasst 24 Items zu den Inhaltsfeldern beschreibende Statistik (6), Kombinatorik (3) und Zufall und Wahrscheinlichkeit (15). Die Items sind im open-answer, multiple-choice und complex-multiple-choice Format angelegt. Für die Bearbeitung der Aufgaben standen den Teilnehmenden 30 min zur Verfügung.

Um bereits während der Kursdurchführung Lernfortschritte und -prozesse der Teilnehmenden einschätzen zu können, wurden am Ende der Präsenztage und jeweils zum Abschluss der drei Inhaltsmodule Rückmeldungen der Teilnehmenden zu ihrem persönlich wahrgenommenen Wissenszuwachs eingeholt. Am Ende des Präsenztages war auf einer Zielscheibe, die auf einer Fünf-Punkt-Likert-Skala basiert, die individuelle Lernzielerreichung zu beurteilen (vgl. Abbildung 6.2, S. 110). Nach der anschließenden Praxisphase mit den Möglichkeiten einer Unterrichtserprobung und einer fachlichen Vertiefung wurden die Lehrpersonen in einer Zwischenbefragung aufgefordert, retrospektiv ihren individuellen Wissenszuwachs modulbezogen einzuschätzen. Mit Bezug zu den Erkenntnissen aus den anderen Erhebungen können in diesem Zusammenhang die Bedeutung, die Rolle, die Nutzung angebotener Lerngelegenheiten und Beziehungen zwischen ihnen betrachtet werden.

FF 2. Welche Gestaltungsprinzipien und -schwerpunkte werden von Lehrpersonen als besonders bedeutsam für ihren Wissenszuwachs in einer Stochastikfortbildung angesehen?

Die Erhebungen zu den Bereichen Wissenszuwachs und Gestaltung der Fortbildung werden miteinander verbunden. Wie oben beschrieben schätzen die Teilnehmenden am Ende des Präsenztages auf einer *Zielscheibe* (vgl. Abbildung 6.2, S. 110) auch die Gestaltung der Fortbildung ein.

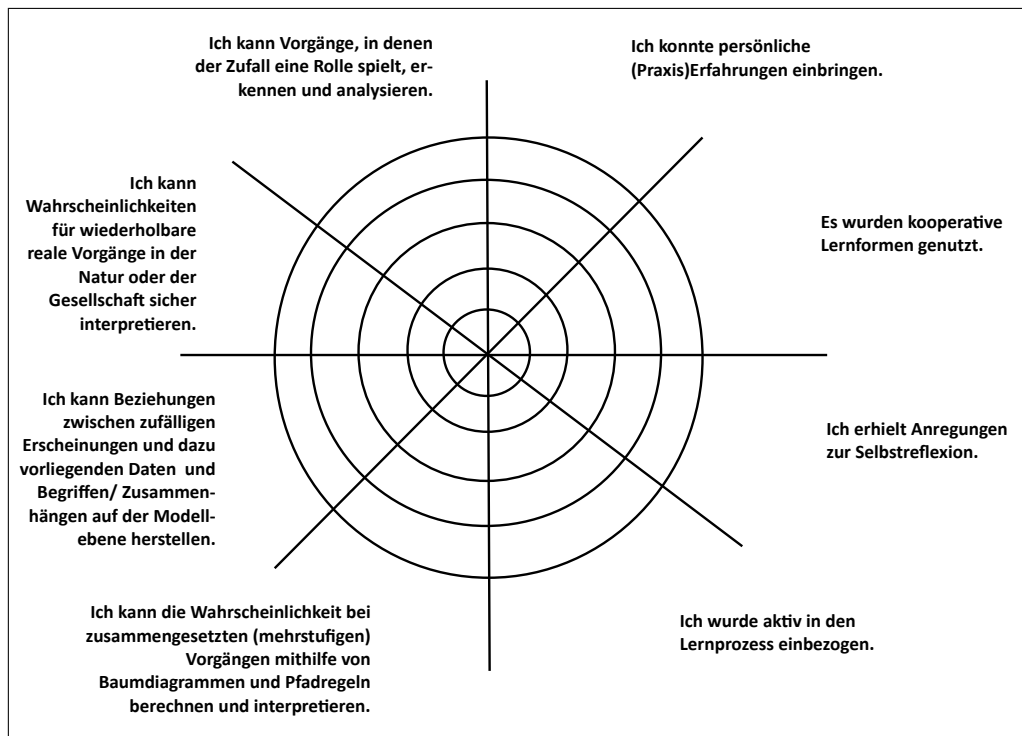


Abbildung 6.2: Erhebungsinstrumente - Zielscheibe Modul 3

Aus Platzgründen werden die Gestaltungsprinzipien (vgl. Abschnitt 3.4.2) in vier Items abgebildet:

- Ich konnte persönliche (Praxis-)Erfahrungen einbringen. (Fallbezug, teilnehmerorientiert)
- Es wurden kooperative Lernformen genutzt. (Lehr-Lern-Vielfalt, kooperationsanregend)
- Ich erhielt Anregungen zur Selbstreflexion. (reflexionsfördernd)
- Ich wurde aktiv in den Lernprozess einbezogen. (Lehr-Lern-Vielfalt, teilnehmerorientiert)

In den erwähnten *Zwischenbefragungen* wurde am Ende jedes Moduls eine Einschätzung der Gestaltung der Fortbildung eingebunden. In 19 Items wurden die Lehrpersonen zur Gestaltung der Fortbildung befragt (vgl. Tabelle 6.5). Diese Items sind Elemente einer DZLM-Standardevaluation. Die Antworten wurden in einer sechsstufigen Likert-Skala durch einen Zifferncode erfasst.

Tabelle 6.5: Zwischenbefragung - Items zu Gestaltungsprinzipien

Gestaltungsprinzip	Item
Kompetenzorientierung	<p>Im Zentrum der Veranstaltung stand die Kompetenzentwicklung der Teilnehmenden.</p> <p>Es wurde klar benannt, welche Kompetenzen ich erlernen oder vertiefen sollte.</p>
Teilnehmerorientierung	<p>Ich fühlte mich gut in den Lernprozess einbezogen.</p> <p>Ich bekam ausreichend Hinweise und Anregungen zur konkreten Gestaltung des Unterrichts.</p> <p>Im Rahmen der Fortbildung konnte ich Neues ausprobieren und habe dazu konstruktives Feedback erhalten.</p> <p>Ich traue mir zu, die Inhalte im eigenen Unterricht umzusetzen.</p>
Lehr-Lern-Vielfalt	<p>Die verwendeten Methoden waren gut auf den Inhalt abgestimmt.</p> <p>Die Relevanz der theoretischen Inhalte wurde ausreichend durch Beispiele aus der Praxis verdeutlicht.</p> <p>Die einzelnen Inhalte der Veranstaltung bezogen sich sinnvoll aufeinander.</p> <p>Ich hatte genügend Gelegenheiten, gemeinsam mit anderen Teilnehmenden an Problemen und Aufgaben zu arbeiten.</p> <p>Ich habe von den Erfahrungen und Sichtweisen der anderen Teilnehmenden profitiert.</p>
Fallbezug	<p>Der Kursinhalt wurde an unterrichtsnahen Beispielen veranschaulicht.</p> <p>Ich hatte genügend Gelegenheiten, Beispiele aus meiner eigenen Praxis einzubringen.</p>
Reflexionsförderung	<p>Wir hatten genügend Zeit zum gemeinsamen Reflektieren.</p> <p>Die Veranstaltung regte mich an, meinen eigenen Unterricht zu reflektieren.</p>
Kooperationsanregung	<p>Mir wurden durch die Fortbildung (neue) Wege der Kooperation eröffnet.</p>

FF 3. Welche Denkprozesse und Handlungen unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen können in der Erprobung der Fortbildungsinhalte und in der Reflexion identifiziert werden?

Neben den bisher beschriebenen Instrumenten wurden weitere Dokumentationsformen genutzt, um die Lernprozesse der Gruppe abzubilden. Dazu gehörten Dokumentationen während der Präsenzzeit. Sie umfassten Arbeitsprodukte der Lehrpersonen bzw. Gruppen und Dokumentationen des zugehörigen Austauschprozesses im Plenum. Zu den Dokumentationen der Praxisphase zählen *Erfahrungsberichte* und Aufzeichnungen von Schülerinnen und Schülern aus der Unterrichtserprobung der Teilnehmenden und ein Protokoll der anschließenden plenaren Reflexionsphase.

Die Gestaltung des Erfahrungsberichts wurde im Kurs 1 mit den Teilnehmenden entwickelt. Eine zunächst begonnene Fotodokumentation der ersten Praxisphase wurde im Anschluss durch die Teilnehmenden als wenig aussagefähig und nachnutzbar eingeschätzt. Sie vermissten Aussagen zur Aufgabenauswahl, zur Unterrichtseinbindung, zum Erprobungsprozess und zu Schlussfolgerungen daraus. Es wurde mit den Teilnehmenden beraten, welche Informationen notwendig und hilfreich sind, um die Unterrichtserprobung einer anderen Lehrperson nachvollziehen und ergänzende Schülerdokumente einordnen zu können. Die erarbeitete Struktur des Berichtes war dann Grundlage für die Dokumentationen der Teilnehmenden in allen weiteren Praxisphasen, auch nachfolgender Kurse (vgl. Anlage D.1). Diese Dokumentationen und Aussagen in den Interviews (weitere Erläuterungen im folgenden Abschnitt) ermöglichen einen detaillierteren Einblick in Lernprozesse der Kursgruppen.

6.4.2 Erhebungen zu Lernprozessen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen

In Ergänzung zu den Standortbestimmungen zu Beginn und zum Abschluss der Fortbildung wird der Wissenszuwachs in den einzelnen fachlichen Modulen (Forschungsfrage FF i1., vgl. 5.2.2) erfasst. Die Teilnehmenden schätzen am Ende jedes Präsenztages auf einer Zielscheibe (vgl. Abbildung 6.2, S. 110), die auf einer Fünf-Punkt-Likert-Skala basiert, ihr Wissen bezüglich der Lernziele im jeweiligen Modul (vgl. Abschnitt 4.2) ein. Auf der Grundlage dieser Items nehmen die Teilnehmenden in einer Zwischenbefragung am Ende des Moduls, d. h. nach Präsenz-, Praxis- und der zugehörigen Reflexionsphase, eine retrospektive Selbsteinschätzung bezüglich des Wissenszuwachses vor. Die Antworten werden in einer sechsstufigen Likert-Skala durch einen Zifferncode abgebildet. Die höchste Zustimmung wird durch eine 6, durch eine 1 die höchste Ablehnung, ausgedrückt.

Die bisher beschriebenen Instrumente liefern zunächst Daten für Erkenntnisse zu den einzelnen Kursen und Teilgruppen der Kurse. Für die Beantwortung der Forschungsfragen FF i2., FF i3. und FF i4. (vgl. Abschnitt 5.2.2) sind detailliertere Einblicke in die Lernprozesse der qualifikationsheterogenen Lerngruppen und einzelner Lehrpersonen nötig. Dafür ist ein stärker exploratives Vorgehen erforderlich (vgl. Abschnitt 6.1).

In Einzelfallbetrachtungen sollen die Heterogenität der Teilnehmenden detaillierter sichtbar und Entwicklungen nachgezeichnet werden. Dazu stellen Interviews mit unterschiedlich qualifizierten Teilnehmenden der Fortbildungsreihe ein zentrales Erhebungsinstrument dar. Die quantitativen Daten aus den Standortbestimmungen und den Zwischenbefragungen liefern den Rahmen für den Austausch mit den Lehrpersonen. Zusätzlich ermöglichen Dokumentationen aus der Praxisphase einen Einblick in die Aufbereitung und die Umsetzung der Fortbildungsinhalte durch die Teilnehmenden im eigenen Unterricht. Im Folgenden werden nun einzelne Instrumente näher erläutert.

Leitfadeninterview

In der qualitativen Sozialforschung werden verschiedene Zugänge zu verbalen Daten unterschieden (Flick, 2004). Interviews bewegen sich zwischen Offenheit

gegenüber dem Gegenstand und Sichtweisen der Interviewten (narrative Interviews) und Strukturierung der Datenerhebung (Leitfaden-Interviews). In der Literatur werden verschiedene Typen eines offenen Leitfadeninterviews unterschieden (vgl. Flick, 2004). Diese sind in ihrer Reinform für die in dieser Arbeit interessierenden Bereiche nicht anwendbar.

Ein eher problemzentriertes Interview bildet einen Schwerpunkt bei der Datenerhebung und wird in die bereits erwähnte Methodenkombination eingebettet. Derartige Interviews erlauben, die Entwicklungen, die sich ggf. in den quantitativen Daten zeigen, detaillierter zu erfassen mit dem Ziel, diese genauer zu analysieren und zu verstehen. Ein Interviewleitfaden bildete das Konzept für das Vorgehen und ermöglicht zudem offen und flexibel im Gesprächsverlauf auf den Befragten einzugehen (vgl. Anlage E). Das ist notwendig, um Denkprozesse und Vorgehensweisen der Lehrkräfte nachzuvollziehen und auch die persönlichen professionellen Überzeugungen zu verstehen, die hinter diesen Denkprozessen und Vorgehensweisen liegen.

Vor dem Hintergrund des Forschungsinteresses wurden, basierend auf den Erkenntnissen aus den quantitativen Erhebungen, folgende inhaltliche Schwerpunkte für das Interview abgeleitet:

- Angaben zur berufsbiografischen Entwicklung
- Gründe für Teilnahme an Fortbildung
- Vorerfahrungen zum Fortbildungsgegenstand und Erwartungen an diese Fortbildung
- Erleben der Fortbildung (Module; Gestaltung)
- Kriterien für die Selbsteinschätzungen
- Abgleich Erwartungen/Erleben
- Ergebnisse der Fortbildung aus Sicht der Teilnehmenden/wahrgenommene Veränderungen

Diese Themenauswahl wird im Folgenden kurz erläutert. Zur berufsbiografischen Entwicklung der Interviewten wurden in den Vorabbefragungen Daten bezüglich der abgeschlossenen Ausbildung, der Unterrichtserfahrungen in Mathematik und des aktuellen Facheinsatzes erfasst. Um individuelle berufliche

Veränderungsprozesse und sie beeinflussende Bedingungen Faktoren einschätzen zu können, wird im Interview der berufliche Entwicklungsweg detaillierter nachvollzogen. Dazu dienen Fragen zur Ausbildung (wo und wann abgeschlossen, Ausbildungsanteil Mathematik, Referendariat) und zur folgenden Berufstätigkeit.

Um generelle Berufserfahrungen in Bezug zu denen in Mathematik setzen zu können, wird ergründet, ob sich ein vorrangiger Einsatz in bestimmten Fächern bzw. Jahrgangsstufen während der Lehrtätigkeit ergeben hat und mögliche Gründe dafür benannt werden können. Zudem werden die Interviewten gebeten, ihre aktuelle Arbeitssituation auch ihre Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften und ausgeübte Funktionen zu beschreiben. Dabei interessiert auch, ob es Schulwechsel, auch der Schulform gab und aus welchen Gründen. Zudem werden Unterbrechungen der Berufstätigkeit erfasst (welche, warum, wie lange). Diese Informationen lassen einen detaillierteren Einblick in das Berufsumfeld der Teilnehmenden zu.

Durch die Ausschreibungen und Anmeldungen über das staatliche Fortbildungssystem stellen die Teilnehmenden keine zufällige Stichprobe dar (vgl. Abschnitt 6.2). Nach dem Verständnis der Autorin kann aber davon ausgegangen werden, dass Lehrkräftegruppen untersucht werden, die typische Fortbildungsteilnehmende repräsentieren. Um diese Gruppe besser zu charakterisieren, interessieren generell Gründe für die Teilnahme an Fortbildungen. Ziel ist es, über das Interview einen Einblick in Fortbildungsumfang, -schwerpunkte, Anlässe und Beweggründe der unterschiedlich qualifizierten Teilnehmenden zu bekommen. Insbesondere interessiert, warum diese Stochastik-Fortbildung ausgewählt wurde und welche Vorerfahrungen und Erwartungen damit verbunden sind.

Da alle Teilnehmenden nach der Fortbildung interviewt werden, können sie ihre Erwartungen mit dem persönlichen Erleben abgleichen. Die Aussagen können einerseits einen Einblick in den individuellen Lernprozess liefern. Andererseits kann eine Rückmeldung zum Rahmen des individuellen Lernens, d. h. zum Aufbau und der Gestaltung der Fortbildung, erwartet werden.

In einem weiteren Schwerpunkt des Interviews ist herauszufinden, welche Kriterien den Selbsteinschätzungen zugrunde liegen. Abschließend werden die Teilnehmenden gebeten, aus ihrer Perspektive zu beschreiben, was sie als Ergeb-

nisse der Fortbildung ansehen bzw. ob und welche persönlichen Veränderungen (Unterricht, Überzeugungen, Einstellungen) sie wahrgenommen haben.

Dokumentation der Praxisphase

Die Dokumente der Praxisphase bieten einen Einblick in die individuellen Lernprozesse. Auf diese Dokumentationen wird im Leitfadenterview Bezug genommen. Darstellungen im Erfahrungsbericht können hinterfragt und von den Interviewten erläutert und ergänzt werden. Das ermöglicht einen Einblick in Einstellungen, Überzeugungen und einen durch die Teilnehmenden wahrgenommene Veränderungsprozess. Zudem bieten diese Dokumente einen Zugang, um mit den Teilnehmenden über kooperative Zusammenarbeit im Fortbildungsstandem und darüber hinaus mit Lehrpersonen der Schule ins Gespräch zu kommen. Vorstellungen zu einer möglichen Nachnutzung der Fortbildungsmaterialien und zu möglicher Unterrichtsentwicklung können erfasst werden.

6.5 Datenanalyse

6.5.1 Evaluation der Fortbildung

Quantitative Auswertungsmethoden

Die gewonnenen Daten der verschiedenen Erhebungsinstrumente werden entsprechend ihrer Funktion zunächst separat analysiert. Jeder Lehrkraft wird zu Beginn des Kurses ein anonymer Code aus Buchstaben und Ziffern zugeordnet. Dieser wird für alle Befragungen der Erhebungszeitpunkte verwendet. Diese Codes fungieren bei der Eingabe als Fallname. Auf diese Art und Weise können einzelne Fälle einander zugeordnet und die Ergebnisse der verschiedenen Erhebungszeitpunkte miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Standortbestimmung Fachwissen

Für die Datenanalyse der Standortbestimmungen (vgl. Abschnitt 6.4.1) wird das Programm SPSS Statistics 23 genutzt. Jede Erhebung ist als eigene Datei erfasst. Die einzelnen Lösungshefte sind jeweils als Fall dargestellt. Die Items werden als Variablen eingegeben. Die Datenauswertung erfolgt nach Lösungshäufigkeiten und Kategorien basierend auf Fehlkonzepten zur Stochastik.

Dabei wird zwischen Lehrpersonen, die Mathematik fachfremd unterrichten, und Fachkräften unterschieden und die jeweilige Unterrichtserfahrung berücksichtigt (Dissertationsvorhaben Schüler). Nicht erfasst werden Dokumentationen zu Lösungsüberlegungen der Teilnehmenden. Diese können in Einzelfallbetrachtungen hinzugezogen und analysiert werden.

Evaluation des Präsenztages - Zielscheiben

Die Lernziele des Moduls und ausgewählte Gestaltungsmerkmale wurden in einer Zielscheibe angeordnet (vgl. Abbildung 6.2, S. 110). Die Erfassung erfolgte in Anlehnung an eine fünfstufige Likert-Skala. Die höchste Zustimmung wurde durch ein Kreuz im mittelsten Kreis, die höchste Ablehnung durch ein Kreuz im äußersten ausgedrückt. Diese Erfassung erfolgte anonym und uncodiert. Die Ergebnisse der Einzelbefragungen werden in einer Gruppenzielscheibe zusammengeführt und die Häufigkeiten abgebildet. Für jeden Präsenztage liegt eine derartige Darstellung vor. Diese Verteilungen ermöglichen einen Einblick in die Zielerreichung der Lerngruppe aus Sicht der Teilnehmenden. In diesen Darstellungen können Auffälligkeiten im Kurs und im Vergleich zwischen den Kursen identifiziert und Vermutungen über Zusammenhänge formuliert werden (vgl. Kuckartz, 2014). Diese können wiederum in Bezug zu den Ergebnissen der Zwischenbefragung gesetzt und in Interviews mit den Teilnehmenden hinterfragt werden.

Evaluation des Moduls - Zwischenbefragungen

Am Ende jeden Moduls wird eine Zwischenbefragung durchgeführt (vgl. Abschnitt 6.3). Die Erfassung der Daten erfolgt anonym und codiert (wie oben beschrieben). Inhaltlich werden die Lernziele und Gestaltungsmerkmale abgebildet, die bereits Gegenstand der Evaluation des Präsenztages waren. Die Zielerreichung erfolgt in dieser Befragung allerdings als retrospektive Selbsteinschätzung, um den individuell wahrgenommenen Wissenszuwachs zu erfassen. Die Einschätzung der Gestaltung der Fortbildung wird entsprechend der Tabelle 6.5 (S. 111) erweitert.

Für die Auswertung der Fragebogenerhebungen wird auch in diesem Fall das Programm SPSS Statistics 23 genutzt. Jede Erhebung ist als eigene Datei erfasst. Die einzelnen Fragebögen sind jeweils als Fall dargestellt. Die Items des

Fragebogens werden als Variablen eingegeben. Die Antworten werden in einer sechsstufigen Likert-Skala durch einen Zifferncode abgebildet.

Die retrospektiven Einschätzungen werden in einem Gruppenbild zusammengefasst. Die Zulässigkeit einer derartigen Darstellung ist kritisch zu hinterfragen. Es ergab sich u. a. die Frage, auf welcher Grundlage Lehrpersonen eine derartige Einschätzung vornehmen. Daraus wurde ein Themenschwerpunkt für das Leitfadenterview abgeleitet. Trotzdem werden die Zusammenfassungen der Einschätzungen der Lehrpersonen genutzt, um Auffälligkeiten herauszufinden und Zusammenhänge zu ergründen. In der Zusammenschau mit anderen Daten, z. B. aus den Einschätzungen der Lernzielerreichung am Ende der Präsenztage, scheint eine Interpretation möglich oder entstehen weitergehende Fragen.

Qualitative Auswertungsmethoden

Dokumentationen - Präsenztage

Die Analysen beziehen sich auf Dokumente einzelner Arbeitsphasen, um den Lernfortschritt der Teilnehmenden einschätzen und den -prozess anpassen zu können. Sie stellen Arbeitsprodukte bestimmter Lernphasen dar. Sie können in Bezug auf die Lernziele bzw. das Erwartungsbild der Referentin zu einer Aufgabenlösung beurteilt werden. Der Ablauf von Arbeitsprozessen wurde nicht im Detail erfasst. Es gibt strukturierte Beobachtungsnotizen der Referentin aus allen Kursdurchläufen, die abhängig von konkreten Lernsituationen aber insgesamt nur unsystematisch erstellt wurden. Sie sind nur bedingt für qualitative Betrachtungen geeignet, da sie einen speziellen Blickwinkel repräsentieren. In der Zusammenschau mit Dokumenten der Arbeitsphasen können sie in einzelnen Fällen Einblicke in individuelle Herangehensweisen, den Umgang mit Fehlern und die in diesem Zusammenhang erfolgten Austauschprozesse geben. Aufgrund des Umfangs der vorliegenden Dokumentationen liegt der Fokus der detaillierteren Auswertung vorrangig auf Dokumentationen des Moduls *Zufall und Wahrscheinlichkeit*.

Dokumentationen - Praxisphase

Die Erfahrungsberichte werden unter formalen und inhaltlichen Gesichtspunkten betrachtet. Formal wird geschaut, ob zu allen aufgeführten Bereichen Aussagen getroffen wurden. Inhaltlich wurde der Blick auf die im Unterricht eingesetzten Aufgaben gerichtet. Die Aussagen der Teilnehmenden zur Begründung der Aufgabenauswahl, zu Lösungserwartungen, zu möglichen Schwierigkeiten und unterstützenden Impulsen und zur Reflexion werden näher betrachtet und versucht, sie induktiv in Kategorien zu fassen. Diese werden in Bezug zu den Indikatoren für Merkmale guten Unterrichts (Meyer, 2004) gesetzt. Auf diese Art und Weise kann ein Eindruck gewonnen werden, welches Bild von Mathematik die Teilnehmenden vertreten und welches Unterrichtsverständnis ihrem Lehrhandeln zugrunde liegt. Für die Interpretation können ergänzend Notizen der Referentin, die während der Austauschphasen der Teilnehmenden zur Unterrichtserprobung angefertigt wurden, herangezogen werden (passiv teilnehmende Beobachtungen). Auch hier liegt der Schwerpunkt auf der Analyse der Dokumentationen des Moduls *Zufall und Wahrscheinlichkeit*.

6.5.2 Zu Lernprozessen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe

Leitfadeninterview

In Absprache und mit Zustimmung der Teilnehmenden erfolgte die Anonymisierung der Interviewaufzeichnungen durch eine Codierung entsprechend der Befragungen. Das eröffnete die Möglichkeit, Bezüge zu und zwischen den Daten verschiedener Erhebungen herstellen zu können. Alle Interviews wurden im Anschluss vollständig transkribiert.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2014). In einem ersten Schritt waren für die einzelnen inhaltlichen Schwerpunkte (vgl. Abschnitt 6.4.2, S. 114) Selektionskriterien und Abstraktionsniveaus festzulegen. MAXQDA wurde genutzt, um zu diesen Bereichen in einem ersten Durchgang induktiv Kategorien zu gewinnen. Dabei wurde darauf geachtet, dass entsprechend eines Selektionskriteriums eine Kategorie möglichst nah am Text gebildet wird. Im Weiteren wurde bei den nächsten Aussagen überlegt, ob das Selektionskriterium auch in diese Kategorie passt oder eine

neu erstellt werden muss. Nach dem Abschluss wurde geprüft, inwieweit einzelne Kategorien eine detailliertere Beschreibung einer Oberkategorie darstellen und unter ihr zusammengefasst werden können.

Diese Vorgehensweise wurde in einer Arbeitsgruppe am DZLM vorgestellt und diskutiert. Mitglieder dieser Gruppe codierten die Interviews. Die Ergebnisse wurden im Sinne einer Revision der Kategorien besprochen. Am Ende des Ergänzungs- und Veränderungsprozesses stehen Kategoriensysteme für die einzelnen Bereiche. In einem Kodierleitfaden sind die einzelnen Codes beschrieben und Ankerbeispiele aufgezeigt. In MAXQDA wurde dann mit Hilfe dieses Kodierleitfadens im Sinne des thematischen Kodierens Textsegmente des Transkripts den Codes des Kategoriensystems durch Überprüfung von Beschreibungen und Ankerbeispielen zugeordnet. Zur Überprüfung wurde das Kodierschema durch zwei Externe exemplarisch auf drei Interviews (Einzelfälle) angewandt. Im Folgenden wird für einzelne Themenbereiche das Ergebnis dieses Vorgehens dargestellt.

Angaben zur berufsbiografischen Entwicklung

Dieser Themenbereich leitet sich aus der Vorabbefragung ab und hat das Ziel, detailliertere Angaben zur beruflichen Entwicklung zu erhalten.

Kategorie	Code	Ankerbeispiel
Ausbildungsbiografie	ein Studiengang an einer lehramtsausbildenden Einrichtung	Lehramt an der HU
	ein Studiengang an verschiedenen Ausbildungsstätten	Lehramt studiert in Bayern und Berlin
	parallel unterschiedliche Studiengänge an mehreren Ausbildungsstätten	Lehramt an der HU und Fachstudium Bio an FU
	Wechsel der Studienrichtung	Lehramt Biologie (HU) zu Musik (UdK) + Grundschullehramt (HU)
	Studiengang + außeruniversitäre Ausbildungsstätte	Erweiterung der Ausbildung an einem Förderzentrum
Einsatzschulen	TN bleiben an Referendariatsschule	
	TN sind an der Schule noch tätig, an der sie nach dem Referendariat eingesetzt worden sind	
	mehrfacher Schulwechsel	
Einsatz in Mathematik	kontinuierlich auf Grund der Ausbildung	
	kontinuierlich, obwohl fachfremd aufgrund Fachlehrermangel Jgst. 4-6	
	kontinuierlich, obwohl fachfremd wegen Klassenleitung Jgst. 4-6	
Funktionen	keine	
	Fachkonferenzleitung	
	Multiplikator/-in	
	Mitglied Schulleitung	

Abbildung 6.3: Kategorien - Berufsbiografie

Als Kategorien konnten die Ausbildungsbiografie, die Einsatzschulen, der Einsatz in Mathematik und ausgeübte Funktionen gefunden werden. Die zugehörigen Codes (vgl. Abbildung 6.3) können die unterschiedlichen beruflichen Werdegänge für diese Stichprobe abbilden. In den Einzelfallbetrachtungen (vgl. Abschnitt 7.3) wird darauf detaillierter eingegangen.

Gründe für Teilnahme an Fortbildung

Interesse, fachliche und fachdidaktische Professionalisierung sind die Gründe für eine Teilnahme an der Fortbildung. Für die Codierung der Textstellen wurden die in Abbildung 6.4 dargestellten Beschreibungen verwendet .

Kategorie	Code	Ankerbeispiel
Interesse	TN interessiert sich für das Thema	Ich habe schon immer gern kombinatorische Aufgaben gelöst.
Fachliche Professionalisierung	TN beschreibt fachliche Unsicherheiten	Die Themen sind im Unterricht gefordert, aber ich habe das bisher vernachlässigt, weil ich fachlich in diesem Bereich nicht fit bin.
Fachdidaktische Professionalisierung	TN erwarten fachdidaktische Anregungen	Ich möchte neue Impulse für die Gestaltung des Unterrichts zu diesem Themenfeld erhalten.
	TN erwarten Bestätigung	Ich habe dazu schon viel gemacht, möchte sehen, ob ich auf dem richtigen Weg bin.

Abbildung 6.4: Kategorien - Teilnahme Fortbildung

Gestaltung der Fortbildung

Im Rahmen der Zwischenbefragung waren die Teilnehmenden gefordert, die Gestaltung der Fortbildung einzuschätzen. In den Interviews wurde ergänzend gezielt das Konstrukt der Fortbildung als halbjähriger Kurs mit mehreren Präsenztagen und dazwischenliegenden Praxisphasen hinterfragt. Die Teilnehmenden hatten ihre Einschätzungen zu begründen bzw. konnten sie beispielhaft illustrieren. Für die Codierung der Antworten wurden als Kategorien die Gestaltungsprinzipien, deren Beschreibung und der Rollenwechsel Lernende(r)-Lehrende(r) als zusätzliche Kategorie genutzt (vgl. Abschnitt 3.4.2).

Ergebnisse der Fortbildung aus Sicht der Teilnehmenden

Als Ergebnisse der Fortbildung werden Veränderungen verstanden, die Lehrpersonen nach Abschluss der Fortbildung beschreiben. Beim induktiven Vorgehen kristallisierten sich zwei Veränderungsbereiche heraus zu denen Kategorien gebildet wurden. Das sind zum einen Veränderungen im Selbstkonzept und zum anderen Veränderungen im unterrichtlichen Planen und Handeln.

Kategorie	Code	Ankerbeispiel
Selbstsicherheit	TN beschreiben als Lernende, dass sie selbstsicherer sind.	Fachliche Unsicherheiten, die ich vorher hatte, konnte ich überwinden.
	TN beschreiben als Lehrende, dass sie selbstsicherer sind.	Mithilfe des Seminars habe ich z. B. eine Unterrichtseinheit zu Daten und Häufigkeiten entwickelt und die würde ich jetzt wiederverwenden.
Selbstvertrauen	TN trauen sich zu, die Fortbildungsinhalte im Unterricht auszuprobieren.	Ich habe mich erst mal selber getraut, solche Sachen wirklich so richtig praktisch in den Unterricht einzubinden.
Selbstbestätigung	TN erfahren, dass ihr selbstbestimmtes Lernen zum Fortbildungsgegenstand vor dem Kurs erfolgreich war.	Ich habe erlebt, dass der Wissensgrundstock, den ich mir über die Jahre angeeignet habe, eine gute Grundlage ist.
	TN erfahren, dass ihr Lernen in der Fortbildung erfolgreich ist.	Ich habe eine Bestätigung darin erfahren, dass ich bestimmte Dinge, die ich auch selbst erarbeitet habe, richtig sind.

Abbildung 6.5: Kategorien - Selbstkonzept

Kategorie	Code	Ankerbeispiel
Rollenverständnis	TN beschreiben eine Veränderung im bisher vorrangig lehrerzentrierten Unterricht.	Vorher habe ich die Dinge vorgegeben. Jetzt versuche ich, mich eben ein bisschen zurückzuhalten, einfach damit dieses Entdecken und Erforschen wiederkommt.
Verständnis von Lehren	TN haben ihren Blick auf andere Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung erweitert.	Es wird einem bewusst, dass es mehr Methoden, mehr Möglichkeiten und mehr Aufgabentypen sind, mit denen man in den Unterricht reingeht.
	TN beschreiben ein konstruktivistisches Verständnis von Lernen.	Mir ist hier richtig bewusst geworden, dass Kinder nicht nur abarbeiten, sondern selber entdecken können, um richtig zu lernen.
Aufgabenkultur	TN nutzen nicht nur das Lehrbuch.	Ich habe dann doch eher mal das Lehrbuch zur Seite gelegt.
	TN adaptieren Aufgabenbeispiele, auch eigene, aus dem Kurs.	Die Unterlagen aus dem Kurs geben Anregungen und ich überlegte, wie ich denn die Aufgabe jetzt für die spezielle Lerngruppe noch mal anpasse.
Lösungswege	TN beschreiben die Bedeutung von Lösungswegen.	Auch wenn die Lösung nachher nicht perfekt ist, die verschiedenen Lösungswege sind trotzdem anzuerkennen.
	TN bringen die Wertschätzung der Lösungswege gegenüber den Lernenden zum Ausdruck.	Und zu sagen, 'Stimmt. Mit dem, was du bisher schon wusstest, hast du versucht, das Rätsel zu entschlüsseln.' Und auch damit schon die Wertschätzung für das Vorgehen zu zeigen.
Anschlussfähiges Lernen	TN beschreiben die Bedeutung ein anschlussfähiges Lernen zu sichern.	Es ist extrem hilfreich zu wissen, was kommt danach. Worauf müsste ich eben auch schon in Klasse 1, 2, 3 achten, damit sie dann eben später keine Schwierigkeiten haben und irgendwie groß umdenken müssen.
Reflexion der Unterrichtstätigkeit	TN nutzen Reflexion in der eigenen unterrichtlichen Tätigkeit.	Ja, weil ich einfach noch mal angehalten wurde, über bestimmte Sachen nachzudenken, mich selber noch mal zu hinterfragen.

Abbildung 6.6: Kategorien - Unterrichtliches Planen und Handeln

Veränderungen im Selbstkonzept werden einmal aus der Rolle des Mathematik-Lernenden und einmal aus der Sicht des Lehrenden erfasst (vgl. Abbildung 6.5). Zum unterrichtlichen Planen und Handeln werden induktiv alle Teilbereiche als Kategorien erfasst, in denen Teilnehmende Veränderungen wahrgenommen und beschrieben haben (vgl. Abbildung 6.6). Nicht alle Kategorien sind gleichermaßen in den Aussagen der Interviewten zu finden. In den Einzelfallbetrachtungen wird darauf eingegangen.

Kriterien für Selbsteinschätzung

Die retrospektive Selbsteinschätzung ist eine individuell getroffene Einschätzung. Im Interview wurden die Lehrpersonen nach ihren persönlichen Kriterien für die Einschätzung gefragt. Hier wird geschaut, worauf sich Lehrpersonen als Ausgangswert und als Endwert ihrer Einschätzung beziehen.

Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe

Die Qualifikationsheterogenität der Lerngruppe wurde in den Reflexionsphasen zum Abschluss des Kurses thematisiert und Eindrücke und Meinungen der Teilnehmenden zum Lernen in einer derartigen Kursgruppe festgehalten. Die Aussagen der Fachlehrkräfte und der fachfremd Unterrichtenden wurden unterschieden. Da diese Aussagen auch als eine Gruppenmeinung aufzufassen waren, wurden im Interview die Lehrpersonen zu ihrem persönlichen Erleben befragt. Das wird in den Einzelfallbetrachtungen dargestellt.

Dokumentenanalyse

Aufbauend auf die oben beschriebene Analyse von Dokumenten aus der Praxisphase können in den Einzelfallbetrachtungen die Erfahrungsberichte der einzelnen Teilnehmenden detaillierter betrachtet und Aussagen hinterfragt werden. Soweit zugänglich werden auch die Lösungshefte dieser Teilnehmenden gesichtet, das Abschneiden in den Standortbestimmungen zu Kursbeginn und -ende itembezogen verglichen und vorhandene Dokumentationen zu Lösungsüberlegungen einbezogen.

Kapitel 7

Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zu den im Abschnitt 5.2 dargestellten Forschungsfragen präsentiert. Die Darstellung erfolgt entsprechend des methodischen Vorgehens zunächst in Bezug auf die Kursebene (vgl. Abschnitte 7.1) und anschließend mit Blick auf Lernprozesse in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe (vgl. Abschnitt 7.2). Im Weiteren folgen Ergebnisse der Betrachtung individueller Lernprozesse ausgewählter Lehrkräfte (vgl. Abschnitt 7.3). Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden im folgenden Kapitel bei der modulbezogenen Auswertung nur Ergebnisse des Moduls *Zufall und Wahrscheinlichkeit* dargestellt (vgl. Abschnitt 6.5.1). Ergebnisse der Erhebungen zum Modul *Statistik* sind in der Anlage A zu finden.

7.1 Ergebnisse der Evaluation auf der Ebene der Kurse

FF 1. In welchen Bereichen der Stochastik wird ein Wissenszuwachs in der Fortbildung erreicht?

In der Vorabbefragung hatten die Lehrpersonen zunächst einzuschätzen, ob sie sich bezüglich des Fortbildungsgegenstands als Fachkraft oder als fachfremd betrachten. In den einzelnen Kursen sahen sich durchschnittlich die Hälfte der Teilnehmenden als Fachkraft bzw. fachfremd. Für eine sachbezogene Einschätzung wurden Standortbestimmungen zu Beginn und am Ende der Fortbildung eingesetzt. Wie im Abschnitt 6.4.1 dargestellt, wurde dafür zunächst ein informeller Test genutzt, der an der Universität Rostock für in

Mecklenburg-Vorpommern parallel laufende Fortbildungen zur Stochastik für Grundschullehrkräfte entwickelt wurde (vgl. Kurtzmann, 2017). Aus der Untersuchung von Kurtzmann werden im Weiteren nur die Ergebnisse dargestellt, die für die Evaluation der Berliner Fortbildungen genutzt werden können und einer Beantwortung der Forschungsfragen dienen.

Tabelle 7.1: Informeller Test MV - Ergebnisse Kurs 2

	Prä	Post
MV (4 Kurse)	41	58
BE (1 Kurs)	44	57

Durchschnittliche Aufgabenerfüllung (in Prozent)

MV: Mecklenburg-Vorpommern BE: Berlin

Tabelle 7.2: Informeller Test MV - Ergebnisse in den Teilbereichen

		Mecklenburg-Vorpommern	Berlin
STSI	Prä	45	46
	Post	63	55
WKR	Prä	27	28
	Post	32	46
STAT	Prä	59	56
	Post	68	69

Durchschnittliche Aufgabenerfüllung (in Prozent)

STSI: Stochastische Situationen WKR: Wahrscheinlichkeitsrechnung STAT: Statistik

Für die Einschätzung des Vorwissens und des Wissenszuwachses in der Fortbildung nutzte Kurtzmann die prozentuale Aufgabenerfüllung des informellen Tests (vgl. Tabelle 7.1). Zudem unterscheidet sie in einer detaillierteren Auswertung entsprechend der Ziele ihrer Fortbildung die Bereiche stochastische Situationen (STSI), Wahrscheinlichkeitsrechnung (WKR) und Statistik (STAT) (vgl. Kurtzmann, 2017). In der Tabelle 7.2 ist das in einem Prä/Post-Vergleich für die Kurse in beiden Ländern dargestellt.

Für die nachfolgenden Fortbildungskurse in Berlin kann auf Ergebnisse einer Standortbestimmung zum stochastischen Fachwissen von Schüler (vgl. Abschnitt 6.4.1) zurückgegriffen werden.

Tabelle 7.3: Stochastisches Fachwissen

	Insgesamt		Fachkräfte		MfuL	
	Prä	Post	Prä	Post	Prä	Post
Kurs 3	46	51	46	52	46	48
Kurs 4	48	65	49	64	47	66
Kurs 5	39	49	39	51	37	45

Mittlere Lösungshäufigkeit (in Prozent - gerundet)

MfuL: Mathematik fachfremd unterrichtende Lehrkraft

Es wurden insgesamt 58 Lehrkräfte zu Fortbildungsbeginn erfasst. Davon waren 35 Fachkräfte Mathematik und 23 Lehrpersonen, die Mathematik fachfremd unterrichten (MfuL). Nach Abschluss der Kurse konnten Ergebnisse von 45 Lehrkräften (23 Fachkräfte, 22 MfuL) ermittelt werden.

Um Bezüge zu Ergebnissen des informellen Tests von Kurtzmann herstellen zu können, werden in der Tabelle 7.3 mittlere Lösungshäufigkeiten der Aufgaben zu Beginn und am Ende der Fortbildung für die einzelnen Kurse dargestellt. Die Anlage der Standortbestimmung ermöglicht zudem eine Differenzierung der Ergebnisse nach Fachkräften und Lehrpersonen, die Mathematik fachfremd unterrichten (MfuL).

Um eine detailliertere Einschätzung der Umsetzung der Inhalte der Fortbildungen zu erhalten, werden in den Abbildungen 7.1 und 7.2 (S. 128) die Lösungshäufigkeiten der Aufgaben dargestellt, die einen Bezug zum Lernen im Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* ermöglichen.

	Lösungshäufigkeiten (gerundet in Prozent)	
	Prä	Post
Wahrscheinlichkeiten darstellen	94	100
Wahrscheinlichkeiten in unterschiedlichen Darstellungen vergleichen	83	100
Gleichwahrscheinlichkeit erkennen	55	67
Wahrscheinlichkeit von Aussagen einschätzen unmöglich, möglich, sicher	72	67
Empirisches Gesetz der großen Zahlen nutzen, um Versuchsergebnisse zu beurteilen	22	60
Vergleich von Wahrscheinlichkeiten zwischen unterschiedlichen Zufallsgeneratoren	88	100
Begriff Chance korrekt verwenden	38	40

Abbildung 7.1: Kurs 4 - Verständnis Zufall und Wahrscheinlichkeit

	Lösungshäufigkeiten (gerundet in Prozent)	
	Prä	Post
Zufallsgenerator an Gewinnwahrscheinlichkeit anpassen und begründen	94	100
Dargestellte Wahrscheinlichkeiten nutzen, um absolute Häufigkeiten einer Versuchsdurchführung zuzuordnen	33	53
Summe Augenzahlen – größte Wahrscheinlichkeit (Würfel)	67	80
Produkt Augenzahlen – größte Wahrscheinlichkeit (Würfel)	72	100
Darstellung im Baumdiagramm – Rückschluss auf Versuchsdurchführung ziehen und begründen	33	40
Im Baumdiagramm fehlende Wahrscheinlichkeiten ergänzen	22	47
Wahrscheinlichkeit, zweimaliges Ziehen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge	0	20
Zufallsgenerator nach Wahrscheinlichkeitsaussagen gestalten	39	53

Abbildung 7.2: Kurs 4 - Berechnung von Wahrscheinlichkeit

FF 2. Welche Gestaltungsprinzipien und -schwerpunkte werden von Lehrpersonen als besonders bedeutsam für ihren Wissenszuwachs in einer Stochastik-Fortbildung angesehen?

Bei der Entwicklung wurden neben den Gestaltungsprinzipien auch Gestaltungsschwerpunkte konzeptionell in die Fortbildung eingebunden (vgl. Abschnitt 4.3). In den Zwischenbefragungen am Ende eines Moduls wurden die Teilnehmenden um eine Rückmeldung dazu gebeten. Im Folgenden werden darauf bezogene Ergebnisse dargestellt.

Kursaufbau

Die Teilnehmenden hatten zunächst die modulare Anlage der Fortbildung zu beurteilen (vgl. Tabelle 7.4). Die Mehrzahl der Teilnehmenden befürwortet, dass es an einem weiteren Termin möglich war, sich mit einem Thema auseinanderzusetzen. Für eine Begründung dieser Entscheidung hatten die Teilnehmenden die Bereiche zu bewerten, die als wesentliche Elemente im modularen Aufbau der Fortbildung (vgl. Abschnitt 4.3.1) angesehen werden. Die Tabelle 7.4 zeigt, dass diese Elemente von den Teilnehmenden als bedeutsam angesehen wurden. Dazu zählt, dass in einer Praxisphase Gelerntes ausprobiert werden konnte, die Erfahrungen ausgetauscht und gemeinsam reflektiert wurden.

Tabelle 7.4: Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit - Modulansatz

Ich finde es sehr gut, dass...	Kurs 1	Kurs 2	Kurs 3	Kurs 4	Kurs 5
wir heute einen weiteren Termin zu diesem Thema haben.	5,1	5,7	5,4	5,6	5,3
wir die Möglichkeit hatten, das Gelernte auszuprobieren.	5,4	5,4	5,3	5,4	5,7
Fragen, die in der Praxisphase aufkamen, heute beantwortet wurden.	5,1	4,9	4,9	5,6	5,3
wir die Erfahrungen gemeinsam reflektieren konnten.	5,1	5,5	5,7	5,7	5,6

Mittelwerte (gerundet) basierend auf einer Sechs-Punkt-Likert-Skala

Kursdurchführung

Die Ergebnisse der Zwischenbefragung zum Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* (vgl. Anlage C) zeigen, dass die Gestaltungsprinzipien in allen Kursen die Durchführung der Fortbildung prägten. Die Teilnehmenden hoben besonders hervor, dass sich die einzelnen Inhalte der Veranstaltung sinnvoll aufeinander bezogen und die Relevanz der theoretischen Inhalte durch Beispiele aus der Praxis verdeutlicht wurden. Die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte war der Meinung, dass es genügend Gelegenheiten gab, um gemeinsam mit anderen Teilnehmenden an Problemen und Aufgaben zu arbeiten. Insbesondere Erfahrungen und Sichtweisen anderer Lehrpersonen bereicherten nach ihrer Einschätzung den eigenen Lernprozess. Für sie war zudem bedeutsam, dass Neues ausprobiert werden konnte und ein konstruktives Feedback dazu gegeben wurde. Diese Einschätzungen deckten sich mit Aussagen in den Feedbackrunden zum Abschluss der Kurse.

Perspektivwechsel Lernende(r)-Lehrende(r)

Dieser Rollenwechsel wurde von allen Teilnehmenden als hilfreich und entlastend empfunden. Aus der Sicht der Lernenden wurde die Reflexion über die eigenen Zugänge, Strategien und Lösungswege als sehr bedeutsam für das Lernen empfunden. Die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Herangehensweisen anderer Lehrkräfte führten dazu, dass die Heterogenität der Lerngruppe als positiv wahrgenommen und erlebt wurde.

In der Rolle als Lehrende(r) wurde die Verbindung von Theorie und Praxis wertgeschätzt, sodass die Bereitschaft geweckt werden konnte, das eigene Unterrichtshandeln zu hinterfragen und sich für andere Zugänge zu mathematischen Inhalten und fachdidaktischen Konzepten zu öffnen. Die (eingeforderten) Erprobungen im eigenen Unterricht, die folgenden Reflexionen und der Austausch dazu mit anderen Lehrkräften haben nach Ansicht der Teilnehmenden vorrangig (fachdidaktisches) Lernen unterstützt und insbesondere dazu beigetragen, das Selbstvertrauen bzw. die Selbstwirksamkeit zu stärken. Als besonders motivierend für die Erprobungen im eigenen Unterricht erwies sich das Angebot der Referentin, erprobte Unterrichtsbeispiele mit den Erfahrungsberichten nach Kursabschluss zu einer Aufgabensammlung zusammenzufassen und allen Teilnehmenden zur Verfügung zu stellen.

Impulse für Lehrkräftekooperation

Mit dem Ziel, Kooperation von Lehrkräften anzuregen, wurden einerseits die Kurse für Lehrkräfte-Tandems von Grundschulen ausgeschrieben und andererseits der PLG-Ansatz additiv und integrativ in das Fortbildungskonzept eingebunden (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Die Analyse der Praxisberichte ergibt für die Tandemkombinationen folgendes Bild. Ungefähr die Hälfte der Teilnehmenden bildeten Schultandems, bei denen beide im Kurs lernten. Bei einem weiteren Drittel der Teilnehmenden gab es eine Tandempartnerin bzw. -partner an der Schule. Diese Einzelpersonen waren in der Mehrzahl an kleineren Grundschulen tätig, die eine gleichzeitige Freistellung von zwei Lehrkräften aus schulorganisatorischen Gründen nicht ermöglichen konnten. Aus vergleichbaren Gründen konnte auch der Rest der Teilnehmenden nur als Einzelvertreter ihrer Schule an der Fortbildung teilnehmen. Dieser Personenkreis konnte keine Tandem-Lehrkraft an der eigenen Schule benennen. Es war interessant zu beobachten, dass diese Lehrpersonen aktiv den Kontakt zu und den Austausch mit anderen suchten, sich einem anderen Tandem anschlossen oder mit einer Lehrperson einer anderen Schule ein überschulisches Kurs-Tandem bildeten.

In den Tandems arbeiteten Lehrpersonen mit gleichen bzw. verschiedenen Qualifikationen zusammen. Die Teilnehmenden unterschieden sich auch im Dienstalter und ihren Unterrichtserfahrungen in den Klassenstufen 1 bis 6 bzw. sogar bis zur Jahrgangsstufe 13. Die Unterrichtsprobungen zum gleichen Fortbildungsschwerpunkt erfolgten, abhängig vom Einsatz der einzelnen Lehrpersonen, in Parallelklassen bzw. auch in verschiedenen Jahrgangsstufen. Kollegiale Unterrichtsbesuche konnten aus schulorganisatorischen Gründen nicht realisiert werden.

In Bezug auf Nachhaltigkeit der Fortbildung interessierte, inwieweit die Kooperationen über den Kurs hinaus Bestand haben würden (vgl. Tabelle 7.5, S. 132). Auffällig war im Kurs 1, dass neun Teilnehmende diese Arbeit in der Gruppe nicht fortführen. Dazu ist anzumerken, dass in diesem Kurs bei der Zulassung zur Fortbildung Bewerbungen von Lehrkräfte-Tandems durch die Senatschulverwaltung Berlin nicht beachtet wurden. Die in den Kursen entstandenen überschulischen Kooperationen wurden in der Regel aus organisatorischen Gründen nicht fortgeführt.

Tabelle 7.5: Wir werden uns auch nach der Veranstaltung in den entstandenen (Klein-)Gruppen treffen.

	Kurs 1	Kurs 2	Kurs 3	Kurs 4	Kurs 5
1 - trifft nicht zu	9	3	2	2	2
2	1	1	0	0	0
3	3	0	1	0	1
4	3	2	1	4	3
5	2	1	3	2	4
6 - trifft zu	1	5	2	4	2

FF 3. Welche Denkprozesse und Handlungen unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen können in der Erprobung der Fortbildungsinhalte und in der Reflexion identifiziert werden?

Für die Beantwortung dieser Forschungsfrage wurden die Erfahrungsberichte der Teilnehmenden und die Dokumente analysiert, die den Austausch der Lehrpersonen zur Unterrichtserprobung protokollieren. Wie bereits an anderer Stelle werden auch in diesem Fall detailliertere Betrachtungen nur zum Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* dargestellt.

Erfahrungsberichte

Den Lehrpersonen stand frei, welche Aufgaben sie in ihrer Jahrgangsstufe und ihrer Klasse für die Unterrichtserprobungen auswählen. Für alle in der Fortbildung bearbeiteten Aufgaben standen die entsprechenden Arbeitsmaterialien zur Verfügung. Zudem waren fachdidaktische Literatur und Grundschulzeitschriften mit Unterrichtsbeispielen und weiteren Anregungen für die Lehrpersonen zugänglich.

In den Jahrgangsstufen 5 und 6 wurde fast ausschließlich das Aufgabenbeispiel (Vierfacher Münzwurf) genutzt, das in der Fortbildung unter fachlichen und fachdidaktischen Gesichtspunkten bearbeitet und zu dem Unterrichtserfahrungen vorgestellt und diskutiert wurden. Lehrkräfte begründeten das zum einen damit, dass sie die Aufgabe „umfassend bearbeitet und das mathematische

Potential durchdrungen haben“. Andererseits hat der Einblick in den Unterrichtseinsatz bei ihnen die Neugier geweckt, diese Aufgabe mit den eigenen Schülerinnen und Schülern zu bearbeiten. In der Erprobung wurde von den Lehrpersonen bewusst der Fokus auf das stochastische Arbeiten der Schülerinnen und Schüler gelegt. Das Formulieren von Erwartungen, deren Begründung, und das Reflektieren der Versuchsergebnisse mit den Schülerinnen und Schülern rückten in den Mittelpunkt der Planung und Unterrichtsdurchführung. Lehrkräfte begründeten das damit, dass sie diese Arbeitsweisen bisher nicht genutzt haben, weil sie von ihnen als nicht bedeutsam angesehen wurden bzw. sie der Meinung waren, dass Grundschulkinder damit überfordert sind.

Bei den Erprobungen in den Jahrgangsstufen 1 bis 4 nahm die Untersuchung von Zufallsgeneratoren einen breiten Raum ein. Lehrpersonen der Jahrgangsstufen 1 und 2 verwendeten oft Adaptionen von Aufgaben, die im Ergebnis von Arbeitsphasen der Fortbildung entstanden waren. Der Schwerpunkt lag dabei darauf, Wahrscheinlichkeiten abzuschätzen und Wahrscheinlichkeitsaussagen zu treffen. In den Jahrgangsstufen 3 und 4 wurde der Fokus auf die Untersuchung von Spielregeln und das Einschätzen von Gewinnchancen gerichtet.

In den Erfahrungsberichten waren Aussagen zum didaktisch begründeten Einsatz der Aufgabe selten dokumentiert. Sie waren überwiegend bei Teilnehmenden zu finden, die in SINUS-Teams agieren bzw. in Studienseminaren tätig sind. In allen Berichten war eine kurze Verlaufsbeschreibung der Unterrichtsstunde zu finden. Auch hier konnte festgestellt werden, dass eher Lehrpersonen aus SINUS-Teams bzw. dem Studienseminar ihr Vorgehen lernziel- und lerngruppenbezogen reflektierten. In der Mehrzahl der anderen Erfahrungsberichte gab es Hinweise zum effizienteren Ablauf der Stunde und zum Materialeinsatz. In anderen Berichten waren oft Aussagen wie „den Kinder hat es Spaß gemacht“ zu finden.

Reflexions- und Austauschphase zum Modulabschluss

Die Reflexions- und Austauschphasen zu Beginn des folgenden Präsenztages verliefen in allen Kursen in vergleichbarer Art und Weise. Die Lehrpersonen hatten immer eine Vielzahl von Schülerdokumenten ausgewählt und für einen Galerierundgang vorbereitet.

Der Austausch erfolgte zunächst für die Jahrgangsstufen 1/2, 3/4 und 5/6.

Inhaltlich standen jahrgangsspezifische Themen im Mittelpunkt. In allen Gruppen beschrieben die Lehrpersonen mit Bezug zu den ausgestellten Schülerdokumenten kurz den Ablauf der Unterrichtsstunde. Im Weiteren wurden die Schülerdokumente als Ergebnis eines Lernprozesses analysiert und das Lösungsvorgehen hinterfragt. Ungewöhnliche Herangehensweisen bzw. Fehler der Kinder waren Anlass, sich zum fachlichen Hintergrund und der angestrebten Kompetenzentwicklung auszutauschen.

Anschließend erfolgte ein Austausch über die Jahrgangsstufen hinweg. Hier stand die Kompetenzentwicklung über die Jahrgangsstufen hinausgehend im Mittelpunkt, insbesondere Möglichkeiten und Chancen für die Entwicklung prozessbezogener Kompetenzen. In allen Kursen wurden im abschließenden Plenum von den Teilnehmenden folgende Positionen besonders herausgestellt:

- Alle Kinder sind motiviert und wenden sich gleich und uneingeschränkt der Problembearbeitung zu.
- Kinder, die sonst Hemmungen und Schwierigkeiten im Sprachgebrauch haben, beteiligen sich aktiv an der Kommunikation.
- Kinder mit Schwierigkeiten in anderen mathematischen Bereichen zeigen hier beim Arbeiten, beim Argumentieren und in den Dokumenten Ergebnisse, die weit über den Erwartungen (*der Lehrkraft*) liegen.
- Die mathematische Leistungshierarchie der Lerngruppe (*Bild der Lehrkraft*) wird aufgebrochen.

Einhellig betonten die Teilnehmenden, dass die Möglichkeiten und Chancen, die das Themenfeld Stochastik für das Lernen aller Kinder bietet, von ihnen unbedingt weiter auszuloten und zu nutzen sind.

7.2 Ergebnisse der Betrachtung von Lernprozessen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen

In Ergänzung der Erkenntnisse aus der Evaluation der Fortbildungen werden die Ergebnisse der Selbsteinschätzungen, der Analyse der Interviews und der Analyse der Dokumentationen von Lehrpersonen genutzt, um die Forschungsfragen (vgl. Abschnitt 5.2.2) zu beantworten.

FF i1. Wie schätzen unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen ihren Wissenszuwachs in Bezug auf die einzelnen Module der Stochastik-Fortbildung ein?

Neben den Ergebnissen der Standortbestimmung zu Beginn und Abschluss der Fortbildung interessieren für eine differenziertere Einschätzung auch Lernzuwächse der Teilnehmenden in den einzelnen thematisch unterschiedlichen Modulen. Wie bereits oben begründet, wird sich im Weiteren auf die Darstellung der Ergebnisse des Moduls *Zufall und Wahrscheinlichkeit* beschränkt. Die Ergebnisse für das Modul *Statistik* sind in der Anlage A beigefügt.

Die Teilnehmenden hatten zunächst einmal die persönliche Bedeutsamkeit des Fortbildungsthemas einzuschätzen (vgl. Tabelle 7.6).

Tabelle 7.6: Die Themen sind von besonderer Bedeutung für mich.

	Kurs 1	Kurs 2	Kurs 3	Kurs 4	Kurs 5
1 - trifft nicht zu	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0
4	5	1	1	3	3
5	10	5	3	7	8
6 - trifft zu	2	8	6	4	7

Zum Abschluss des Präsenztages wurden die Lehrkräfte aufgefordert, eine Selbsteinschätzung bezüglich der Erreichung der Lernziele vorzunehmen.

In den Abbildungen 7.3 bis 7.6 sind für das Modul 3 *Zufall und Wahrscheinlichkeit* Ergebnisse der Befragung der Teilnehmenden am Ende des Präsenztages zu den einzelnen Lernzielen für alle Kurse 1 bis 5 veranschaulicht. Die Ergebnisse zeigen, dass aus der Sicht der Teilnehmenden durch eine eintägige Fortbildungsveranstaltung zu diesem Inhaltsbereich kein sicherer Lernzuwachs erreicht werden kann. Die Einschätzungen in den einzelnen Kursen unterscheiden sich. Für eine Interpretation dieser Unterschiede sind die Zusammensetzung der Kurse, die Lernvoraussetzungen der Teilnehmenden und die Gestaltung bzw. Anpassung der Fortbildung durch die Referentin näher zu betrachten. Das wird im folgenden Kapitel 8 diskutiert.

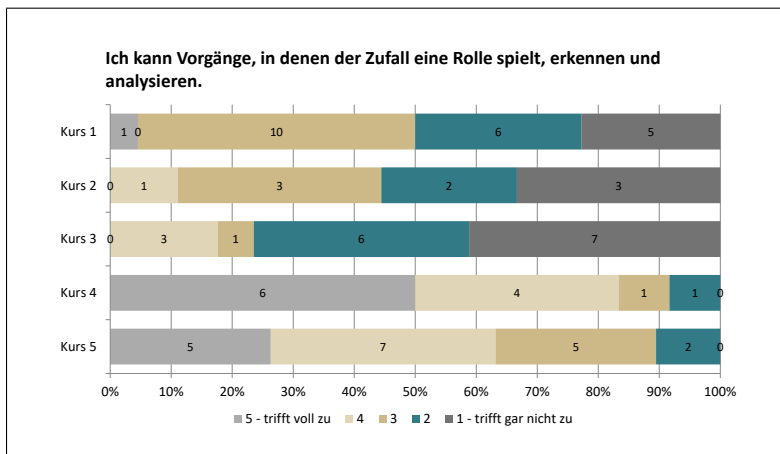


Abbildung 7.3: Präsenztage 3 - Einschätzung Lernziel 1

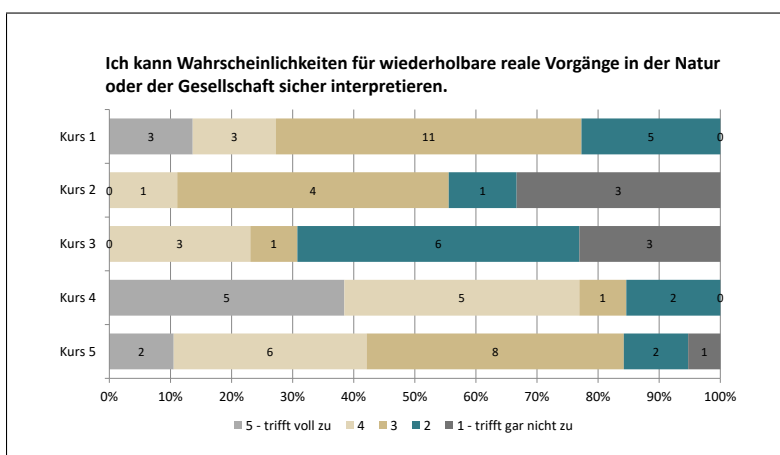


Abbildung 7.4: Präsenztage 3 - Einschätzung Lernziel 2

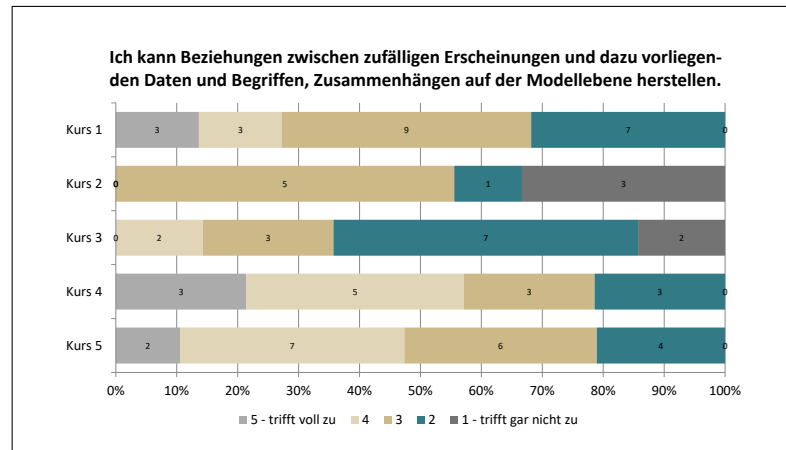


Abbildung 7.5: Präsenztage 3 - Einschätzung Lernziel 3

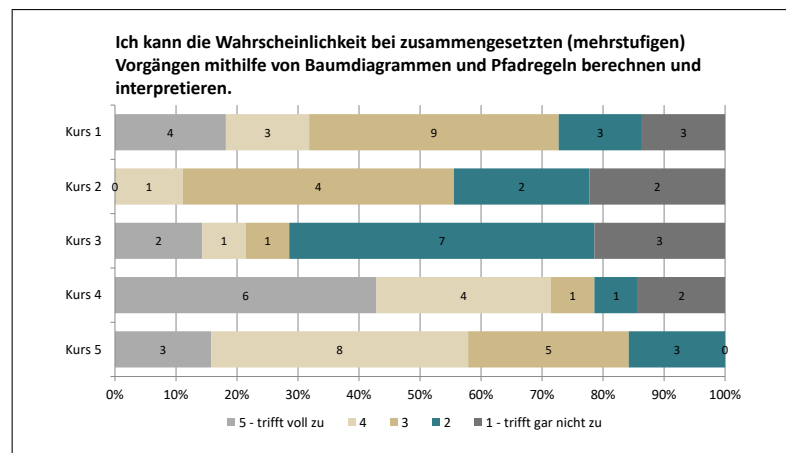


Abbildung 7.6: Präsenztage 3 - Einschätzung Lernziel 4

Wie bereits im Abschnitt 4.3 dargestellt, umfasst das Lernen in jedem Modul neben dem Präsenztage eine nachfolgende Praxisphase und schließt erst mit einer Austausch- und Reflexionsphase zu Beginn des nächsten Präsenztages ab. Eine retrospektive Selbsteinschätzung zum Abschluss des Moduls kann einen Einblick geben, inwieweit ein fachliches Lernen durch diese Fortbildung unterstützt wird. In den Abbildungen 7.7 bis 7.10 (S. 138f.) werden die Einschätzungen aus allen Kursen zu den Lernzielen des Moduls 3 zusammengefasst. Diese Zusammenstellungen stützen die Annahme, dass die Teilnehmenden bezüglich aller Lernziele einen persönlichen Lernzuwachs wahrgenommen haben. Die Ergebnisse der einzelnen Kurse sind im Anhang B.2 zu finden. Im Kapitel 8 werden diese bezüglich einzelner Kurse und im Vergleich zu den Einschätzungen am Ende des Präsenztages diskutiert.

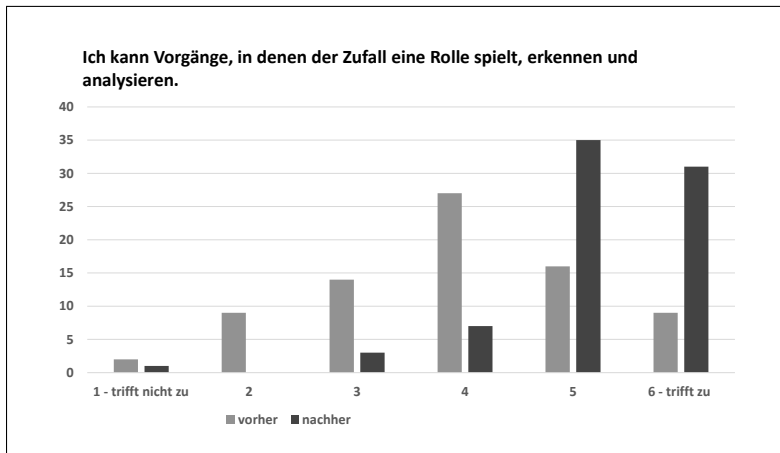


Abbildung 7.7: Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 1

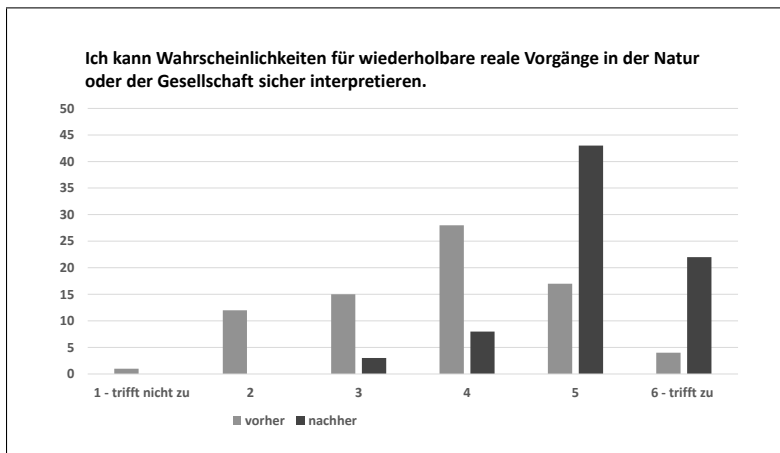


Abbildung 7.8: Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 2

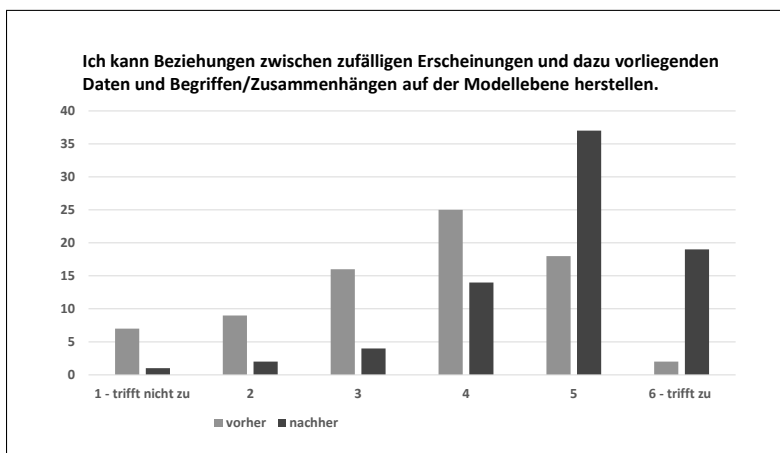


Abbildung 7.9: Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 3

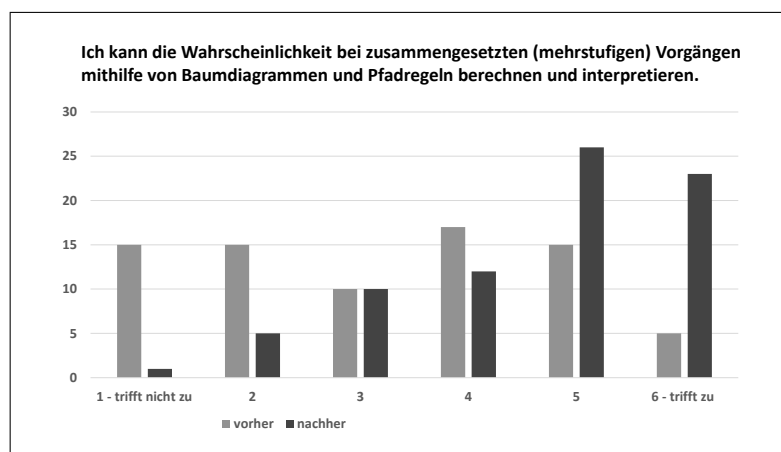


Abbildung 7.10: Modul 3 - Retrospektive Selbsteinschätzung Lernziel 4

Die Interviews liefern einen Einblick in individuelle Lernprozesse, Motivation und Überlegungen der Teilnehmenden. Um ihren persönlich wahrgenommenen Wissenszuwachs zu beschreiben, stellten alle Befragten zunächst einen Bezug zu ihrer mathematischen Vorbildung her. Fachlehrkräfte gaben an, dass Stochastik zwar Teil ihrer Ausbildung war, sie dieses Fachwissen in ihrer Berufstätigkeit aber wenig oder nicht genutzt haben. Sie schätzten ein, dass sie in diesem Bereich nur noch über ein Überblickswissen verfügen.

Fachfremd Unterrichtende bezogen sich in ihrer Selbsteinschätzung auf ihre mathematische Grundbildung, die vorrangig in der Schule erworben wurde. Exemplarisch eine Aussage aus einem Interview:

Ich habe mir die Inhalte des Rahmenlehrplanes angeschaut und habe festgestellt: *Oh Gott, dazu weiß ich ja eigentlich gar nichts.* Habe in meinem Langzeitgedächtnis gekramt und habe festgestellt, das Thema wurde in meiner Schulzeit in der Oberstufe irgendwann mal behandelt. Und ich weiß noch, dass ich nur die Anfänge damals verstanden habe und der Rest schwebte an mir vorüber.

Eine der fachfremd unterrichtenden Lehrpersonen war gefordert, Mathematik in den Jahrgangsstufen 5/6 zu unterrichten und hatte schon den Anspruch, auch das Themenfeld „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ des Rahmenlehrplans umzusetzen. Ausgehend von den Aufgaben in den Lehrwerken hat sie versucht, den fachlichen Hintergrund zu verstehen, um fach- und sach-

gerecht zu unterrichten. Diese Lehrperson betrachtet ihr Vorwissen bezüglich der fachlichen Ansprüche des Themenfelds im Rahmenlehrplan als fragmentarisch und als nicht ausreichend.

Alle befragten Lehrpersonen schätzten ein, dass sie im Bereich Statistik ein größeres Vorwissen als in der Kombinatorik und im Bereich Zufall und Wahrscheinlichkeit hatten. Das begründeten sie in der Regel wie folgt:

Als Lehrerin habe ich doch immer eher die Statistik vorgezogen, weil ich da einfach sicherer war und so gesehen auch mehr anwenden konnte, wenn ich Erdkunde unterrichtet habe oder was auch immer. Das war so fächerübergreifender.

Mit Bezug auf ihre dargestellte Ausgangslage beschrieben alle Lehrpersonen, dass in der Fortbildung an ihr bekanntes Wissen angeknüpft wurde. Dieses Wissen wurde auf der einen Seite vertieft. Das betraf vor allem im Modul *Statistik* den Umgang mit grafischen Darstellungen. Darüber hinaus wurde ihr Blickfeld um einen sachgerechten Umgang mit Kennwerten (über die Nutzung des Mittelwertes hinaus) erweitert und auf eine Einbindung von Kennwerten in den Unterricht ab Jahrgangsstufe 1 gerichtet.

Als größte Wissensbereicherung wurde die Erweiterung der eigenen punktuellen kombinatorischen Erfahrungen angesehen. Die Analyse aller kombinatorischen Figuren, das Besprechen persönlicher und geeigneter Bearbeitungsstrategien für derartige Problemstellungen wurden als sehr bedeutsam für das inhaltliche Verständnis zugehöriger Formeln wahrgenommen.

Im Bereich *Zufall und Wahrscheinlichkeit* wurde aus der Sicht der Teilnehmenden der inhaltlich umfassendste Wissenszuwachs erreicht. Dazu zählten einerseits das Verständnis grundlegender Begriffe im Zusammenhang mit dem Wahrscheinlichkeitsbegriff und seine Erweiterung über Laplace hinaus. Andererseits haben die Teilnehmenden stochastische Denk- und Arbeitsweisen und die Bedeutung des experimentellen Arbeitens für sich neu erschlossen.

FF i2. Welche Kriterien sind Grundlage für eine retrospektive Selbsteinschätzung?

Alle Lehrpersonen bekannten, dass sie über die Kriterien, die ihren Selbsteinschätzungen zugrunde lagen, noch nie bewusst nachgedacht hatten. Sie beschrieben ihre Schwierigkeiten, derartige Kriterien zu benennen.

Ich glaube, es ist schwer, den eigenen Lernprozess zu verbalisieren. Man weiß nicht so genau, was man vorher schon konnte und was man so konkret durch den Kurs gelernt hat. [...] Also, was nicht heißt, dass der Kurs nichts gebracht hätte, sondern einfach nur, sich das bewusst zu machen, sehe ich als schwierig an.

Ob ich dann sagen würde, jetzt habe ich einen [Wissens]Sprung gemacht, das weiß ich nicht. Na gut, mein Wissen ist an der Stelle noch mal vertieft worden oder verstärkt worden, wie auch immer. Also, insofern finde ich es schwierig zu sagen, welchen Sprung man da gemacht hat.

Alle Interviewten versuchten ihre Entscheidungsfindung zu beschreiben. Dabei gingen alle vergleichbar vor. Sie bezogen sich als Ausgangswert auf ihren persönlich wahrgenommen Stand des Vorwissens und setzten diesen in Bezug zu ihrem wahrgenommen Stand der Lernzielerreichung. Dabei war zu erkennen, dass die Lehrkräfte ihr Vorwissen in den einzelnen Modulen in einzelnen Wissensfacetten als sehr unterschiedlich einschätzten.

[Dass] diese Einschätzung weit auseinanderliegt, ganz einfach weil, da habe ich einen richtigen Wissenszuwachs. [...] Da wird es nicht so weit auseinander liegen. Ganz einfach, denn hier habe ich schon Vorerfahrungen.

Derartige Aussagen wurden von mehreren Teilnehmenden mit Bezug zu den Modulen exemplarisch illustriert. Das Modul *Statistik* assoziieren viele Lehrpersonen mit Vorerfahrungen und das Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* wird mit „richtigem“ Wissenszuwachs verbunden.

FF i3. Was beschreiben Lehrpersonen als bedeutsam für ihren Lernprozess in dieser Stochastik-Fortbildung?

Die Interviewten betonten zunächst durchweg, dass das eigene „Mathematik betreiben“ notwendig und hilfreich war, grundlegenden Begriffe, Konzepte und Verfahren zu verstehen. Insbesondere die fachfremd Unterrichtenden hoben hervor, dass sie immer den Willen hatten, alle gestellten Aufgaben zu bearbeiten. Sie erlebten, dass ihre Herangehensweisen oft erfolgversprechend

waren bzw. dass sie im Austausch mit anderen Anregungen für ein weiteres Vorgehen erhielten. Zu ihrer eigenen Überraschung konnten sie sich mit ihren Lösungsvorstellungen immer wieder aktiv in den Lernprozess einbringen.

Nach Ansicht der Lehrpersonen wurde der Lernprozess dadurch bereichert, dass man nicht umhinkam, sich mit den unterschiedlichen Herangehensweisen anderer auseinanderzusetzen. Einzelne Interviewte betonten, dass die Auseinandersetzung mit den anderen Sichtweisen das Verständnis mathematischer Inhalte unterstützte, gelegentlich sogar erst ermöglichte. Eigene Fehler wurden erwartet. Sie stellten sich oft als Irrwege, unvollständige bzw. nicht abgeschlossene Überlegungen heraus und wurden als typisch für den eigenen Lernprozess eingeschätzt.

Des Weiteren wurden die regelmäßigen Reflexionsphasen als bedeutsam für das Lernen benannt. Die Lehrkräfte beschrieben, dass eine Reflexion über das eigene Vorgehen ihnen half, eigene Lösungsstrategien bewusst wahrzunehmen und für sich selbst wertzuschätzen. Insbesondere die fachfremd Unterrichtenden betrachteten diesen Prozess als wesentlich, um sich fachlich sicherer zu fühlen. Der Zugewinn an fachlicher Sicherheit in der Stochastik wurde immer mit einem Zugewinn an Selbstsicherheit bezüglich der Bearbeitung stochastischer Problemstellungen im Unterricht verbunden. Die interviewten Fachlehrkräfte hoben hervor, dass durch die zunächst fachliche Fundierung aus ihrer Sicht die anschließende Phase der Überlegungen zur fachdidaktischen Umsetzung im Unterricht als sehr ideenreich, bereichernd und effizient erlebt wurde.

Alle Lehrpersonen sehen das Erproben im eigenen Unterricht als notwendig und wichtig an. Eine noch größere Bedeutung wurde dem anschließenden Erfahrungsaustausch beigemessen. Lehrpersonen thematisierten, dass sie dadurch nicht nur dazugelernt, sondern auch Bestätigung bisheriger Vorgehensweisen erfahren haben.

Noch mal ein paar neue Ideen sammeln, gucken, was andere machen, einfach mal über den Tellerrand gucken. In manchen Sachen auch einfach nur eine Bestätigung finden. [...] Jeder ist ja allein in seinem Klassenraum. Da hat es für mich viel gebracht.

Nicht nur der Austausch innerhalb der Jahrgangsstufe, sondern über alle Jahrgangsstufen hinweg war aus Sicht der Lehrpersonen eine Bereicherung, weil es

den Blickwinkel erweiterte und das Verständnis für die Umsetzung des Themenfelds von Jahrgangsstufe 1 bis 6 förderte.

FF i4. Welche Veränderungen in ihren Denkprozessen und Handlungen durch eine Stochastik-Fortbildung beschreiben unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen?

Die Analyse der Interviews mittels induktiver Kategorienbildung (vgl. Abschnitt 6.5.2) führte zur Identifikation zweier Bereiche, zu denen die Teilnehmenden Veränderungen im Ergebnis der Fortbildung benannten. Das waren Veränderungen im Selbstkonzept (vgl. Abbildung 6.5, S. 122) und Veränderungen im unterrichtlichen Planen und Handeln (vgl. Abbildung 6.6, S. 122).

Selbstkonzept

So wurden in diesem Bereich von allen interviewten Lehrpersonen Veränderungen auf zwei Ebenen beschrieben. Das war zunächst der persönliche fachliche Wissenszuwachs, der Selbstsicherheit gibt und auf einer zweiten Ebene das gestärkte Selbstvertrauen, diese fachlichen Inhalte in den Unterricht einbinden und umsetzen zu können.

Zugewinn und Bedeutung der eigenen fachlichen Sicherheit

Folgendes Zitat spiegelt beispielhaft die Aussagen der Teilnehmenden wider:

[Dass ich] mich getraut habe, solche Sachen praktisch wirklich so richtig in den Unterricht einzubinden, weil ich mich sicher, sicherer gefühlt habe.

Bestätigung des unterrichtlichen Handelns und Stärkung des Selbstvertrauens

Wie bereits oben dargelegt, erfuhren Lehrpersonen in der Auseinandersetzung mit Auffassungen anderer Lehrpersonen auch Bestätigung und damit auch eine Stärkung des Selbstvertrauens und gewannen an Selbstsicherheit.

Es war schön zu erleben, dass ich mir über die Jahre doch einen bestimmten Wissensgrundstock angeeignet habe. Eigentlich so der Aha-Effekt: *Ja, es ist richtig, was du machst*. Ein paar Nuancen natürlich, wo man sagt: *DA muss ich einfach noch mal drauf gucken*. Alles in allem: *Ja, wir sind auf dem richtigen Weg*.

Alle Lehrpersonen betonten die Bedeutung einer soliden Grundausbildung in Mathematik für ein Vertrauen in die Selbstwirksamkeit und ein erfolgreiches Unterrichtshandeln.

Unterrichtliches Planen und Handeln

Veränderungen in diesem Bereich wurden von den Lehrpersonen in Relation und im Vergleich zu ihrem bisherigen Agieren beschrieben. Einige Lehrpersonen stellten dar, wie einzelne von ihnen bewusst vorgenommene Änderungen Veränderungen einleiteten und weitere nach sich zogen. Anhand dieser Ausführungen konnten Wandlungsprozesse teilweise nachvollzogen werden. Darauf wird in den Einzelfallbetrachtungen eingegangen (vgl. Abschnitt 7.3). Die Kategorien, in denen alle befragten Lehrpersonen Veränderungen wahrgenommen haben, werden nachfolgend beispielhaft illustriert.

Bild von Lernen und Lehren von Mathematik

Im Kursfazit betonten die Teilnehmenden die Möglichkeiten und Chancen, die die Stochastik für das Lernen der Kinder in der Grundschule und das Verstehen von Mathematik bietet. Für ihre eigene Tätigkeit schlussfolgerten sie, dass man bisherige Unterrichtsthemen tiefgreifender betrachten kann und gezielter fachlich und fachdidaktisch ausloten müsste. Das wurden mit zahlreichen Beispielen aus der Lebenswelt der Kinder illustriert, die für stochastischen Problemstellungen im Unterricht genutzt werden könnten. Teilnehmende betonten, dass gerade die Stochastik zeigt, dass Mathematik nicht nur das Vermitteln von Regeln ist.

Also im Grunde genommen Mathematik selber entdecken - wie wir es hier im Kurs getan haben - und das auch mit Schülern machen.

Viele Lehrkräfte fühlten sich durch die Unterrichtserprobungen ermuntert, das „Entdeckerpotential, die Schönheit der Mathematik und die wunderschönen spannenden Sachen“ mit ihren Schülerinnen und Schülern zu ergründen.

Die Regelhaftigkeit erkennen, noch mal besprechen lassen, aber ich habe die Kinder das bisher nicht selbst erforschen lassen.

Dabei betonten sie, dass sich ihr Blick (fachdidaktisch) erweitert hat und sie mehr Methoden, mehr Möglichkeiten und mehr Aufgabentypen für ihre Un-

terrichtsgestaltung kennengelernt haben. Immer wieder hoben Teilnehmende hervor, dass sie das Lehrbuch bei den Themen Daten und Zufall oft zur Seite legen und auf die Fortbildungsunterlagen zurückgreifen und Aufgaben für ihre Lerngruppe adaptieren. In diesem Zusammenhang wurde immer wieder auf die Aufgabensammlung verwiesen, die zum Kursabschluss aus den Beiträgen der Teilnehmenden zusammengestellt wurde. Als wertvoll wurden die enthaltenen Anregungen für alle Jahrgangsstufen eingeschätzt und dass beispielhaft Möglichkeiten aufgezeigt sind, einen thematischen Schwerpunkt im Sinne eines „spiralen Lernens“ für die Jahrgangsstufen 1 bis 6 auszugestalten.

Mein Beispiel würde ich jetzt wiederverwenden. [...] Ich finde es jetzt auch schon sehr hilfreich, dass ich so viele Themen in Klasse 4, 5, 6 jetzt einmal unterrichtet habe. Ab nächstes Jahr gehe ich in eine 1. Klasse [...]. Es ist extrem hilfreich zu wissen, was kommt danach.

Im Kursverlauf erfolgte zunehmend ein Austausch zur Bedeutungen von Lösungswegen. Ausgehend von den Zielen der Kompetenzentwicklung wurde über notwendige Lernprozesse und Schülertätigkeiten diskutiert.

Dass sie eben einen Blick für bestimmte Sachen bekommen, dass sie eben Strategien haben, die sie auch später weiter anwenden können.

Die Bedeutung von Lösungswegen, um die Entwicklungswege von Kindern zu erkennen und wertschätzen zu können, stand immer mehr im Mittelpunkt des Austauschs in den Reflexionsphasen.

Reflexion der eigenen Unterrichtstätigkeit

Die Mehrzahl der Interviewten betonte explizit, dass die verschiedenen Anregungen in der Fortbildung dazu führten, das eigene unterrichtliche Handeln zu prüfen.

Ja, weil ich einfach noch mal angehalten wurde, über bestimmte Sachen nachzudenken, mich selber noch mal zu hinterfragen.

In einem Erfahrungsbericht zur Erprobung hatten die Teilnehmenden das eigene unterrichtliche Handeln zu beschreiben und zu reflektieren. Der nachfolgende Austausch zu unterschiedlichen unterrichtlichen Herangehensweisen

und Gestaltungsmöglichkeiten förderte ein Nachdenken über und eine kritische Sicht auf den eigenen Unterricht.

Und dennoch, so nach 20 bis 30 Jahren hat sich vieles eingeschliffen, manches sieht man neu, manches kann aus der Erfahrung neu bewertet werden.

Also, vorher habe ich entweder die Dinge vorgegeben (Pause). Nein, ich habe die Dinge hauptsächlich vorgegeben.

Nach übereinstimmender Ansicht der Interviewten hatten der Erfahrungsaustausch und die gemeinsame Reflexion nach den Erprobungen eine größere Bedeutung für das Erkennen von Veränderungsdimensionen im eigenen Unterricht als die geforderte Dokumentation und schriftliche Reflexion zur Praxisphase.

7.3 Ergebnisse der Betrachtung von individuellen Lernprozessen

Ein Ziel der Untersuchung ist es, einen Einblick in individuelle Lernprozesse in den qualifikationsheterogenen Lerngruppen zu gewinnen. Dazu werden im Folgenden exemplarisch für die unterschiedlich qualifizierten Personengruppen Beispiele betrachtet.

Für einzelne Lehrpersonen werden ihre individuellen beruflichen Veränderungsprozesse in der Fortbildung nachvollzogen. Sie werden in Bezug zu ihrer bisherigen Berufsbiografie und zu ihrem beruflichen Agieren zum Interviewzeitpunkt (09/2015 - 06/2016) gesetzt. Die Darlegungen zu den einzelnen Bereichen stellen die Aussagen der Lehrpersonen dar. Die Aussagen zu den Erfahrungsberichten sind Ergebnis einer Dokumentenanalyse. Auf Daten aus den Standortbestimmungen konnte nur bei Carsten Bezug genommen werden. Britta und Dirk nahmen am Kurs 1 teil, in dem die in dieser Arbeit dargestellten Lernstandserhebungen noch nicht eingesetzt wurden. Annas Abschneiden im informellen Kurs von Kurtzmann (Kurs 2) konnte nicht mehr ermittelt werden.

7.3.1 Anna - fachfremd zu Mathematik finden

Ausbildung

Anna hat 1998 mit einem Lehramtsstudium in Biologie begonnen. Nach zwei Jahren hat sie auf das Grundschullehramt mit Hauptfach Kunst gewechselt. Als weitere Fächer standen in der damaligen Ausbildung Sachunterricht, Mathematik und Deutsch zur Wahl. Neben einer Ausbildung im Lernbereich Deutsch entschied sie sich aufgrund ihres Interesses für Naturwissenschaften und der inhaltlichen Vielfalt des Faches für Sachunterricht. 2004 schloss sie das Studium mit dem 1. Staatsexamen ab. In der Wartezeit bis zum Referendariat hat sie versucht im Lernbereich Mathematik als Gasthörerin „ein bisschen aufzuholen und zu ergänzen“. 2010 konnte sie ihre Lehramtsausbildung abschließen. Sie betonte mehrfach, dass sie seit ihrem Berufseinstieg bedauert, dass sie über keine Mathematikausbildung verfügt.

Berufstätigkeit mit Bezug zu Mathematik

Seit Berufseinstieg ist Anna an der selben Schule tätig. Fehlende ausgebildete Mathematiklehrkräfte führten dazu, dass Anna nach dem Ausfall einer weiteren Fachkollegin im Januar 2013 eine 5. Klasse in Mathematik übernehmen musste.

So bin ich praktisch ins kalte Wasser reingefallen. Habe aber gemerkt, dass es mir echt Spaß macht. (lacht) [...] Und dann habe ich eben [der Schulleitung] auch mitgeteilt, dass ich das gern weitermachen möchte und auch Fortbildungen besuchen will, damit ich irgendwie überhaupt eine Grundlage habe.

Sie führte diese Klasse bis zum Abschluss der Grundschulzeit. Im Anschluss übernahm sie mit Beginn des Schuljahres 2014/2015 eine 4. Klasse als Klassenleiterin und auch den Mathematikunterricht in dieser Lerngruppe (Zum Zeitpunkt des Interviews 5. Klasse, d. A.).

Wege in eine Stochastik-Fortbildung

Anna nahm zunächst zu ihrem generellen Wahlverhalten bei Fortbildung Stellung. In Kunst, ihrem Ausbildungsfach, besucht sie wenige Fortbildungen und

wählt auch eher nach Interesse aus. In Bezug auf ein Fach, für das sie nicht ausgebildet ist, hier Mathematik, sucht und wählt sie die Themen, bei denen sie ihre größten Defizite vermutet. Anna hat mit ihrer Bereitschaft, weiterhin kontinuierlich Mathematik unterrichten zu wollen, gegenüber der Schulleitung artikuliert, dass sie Fortbildungen braucht. Sie wurde im Interview gebeten, ihren Wunsch bzw. ihre Forderung zu begründen. Sie illustrierte das beispielhaft.

Ich muss doch wissen, welchen Gedankengang hat das Kind jetzt praktisch? Wo ist es abgekommen vom Weg? Wenn ich selber nicht das Fachwissen habe, kann ich auch nicht sagen: *Ah, hier liegt der Denkfehler, darüber muss ich nochmals sprechen.* [...] Wenn ich aber nicht weiß, wo der Denkfehler liegt, kann ich ja auch nicht ein passendes Material aussuchen. Also kann ich immer wieder mit dem Falschen arbeiten und das Kind versteht es am Ende trotzdem nicht.

Die Schulleitung reagierte zeitnah und schlug Anna vor, im 1. Schulhalbjahr 2014/2015 ein DZLM-Angebot zu nutzen. Sie wählte den Stochastikkurs, weil sie in diesem Themengebiet gar nicht wusste, wie sie es im Unterricht umsetzen kann. Entsprechend der Ausschreibung suchte sie selbst im Team der Mathematiklehrkräfte nach einer Tandempartnerin und fand sie in einer Kollegin, die Mathematik in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 unterrichtet. Direkt nach Abschluss der Stochastikfortbildung nutzte Anna weitere DZLM-Fortbildungen zu anderen Inhaltsbereichen der Mathematik Grundschule.

Erleben der Fortbildung

Verschiedene Rollen

Das Erleben der Fortbildung beschrieb Anna aus verschiedenen Perspektiven. Zunächst tat sie das als Person, die Teil einer Gruppe ist. Sie ging auf die Atmosphäre, das Klima in der Gruppe ein und beschrieb es mit optimistisch und entspannt. Die sozialen Beziehungen und den Umgang miteinander charakterisierte sie mit freundlich, offen, respektvoll und wertschätzend. Mit „ich habe mich wohlgefühlt“ fasste sie es zusammen.

Aus der Sicht einer Person, die Mathematik lernt, beschrieb sie die Lernge-

legenheit(en). Sie fand gut, dass die Fortbildung die Möglichkeit gab, sich an einem ganzen Tag und mit anderen gemeinsam mit Mathematik zu beschäftigen. Zudem empfand sie es für den Lernprozess als wichtig, dass im Kurs nur ein Themenfeld im Mittelpunkt stand und an den einzelnen Tagen auch immer nur ein inhaltlicher Schwerpunkt behandelt wurde. Die Reihung der Module war aus ihrer Sicht logisch, weil sie sich aufeinander bezogen. Anna schätzte ein, dass es für sie fachlich viel Neues war. Trotzdem gab es Situationen, in denen ihr etwas bekannt vorkam. Als Beispiel nannte sie das Darstellen in Diagrammen bzw. verwies sie auf eine Kombinatorikaufgabe, die sie in ähnlicher Weise bereits in einer Grundschulzeitschrift gesehen hatte.

Mit Bezug zum Mathematikcurriculum schätzte Anna ein, dass in der Fortbildung inhaltlich darüber hinaus gegangen wurde. Sie beschrieb darüber hinaus:

[...] Aber für mich war das eigentlich ein gutes Gefühl zu wissen, dass ich selber noch mal ein bisschen mehr für mich gelernt habe.

Als Lehrperson thematisierte Anna als erstes die durch das Kurskonzept eingeforderte Unterrichtserprobung. Diese empfand sie eingangs als eine eigentlich viel zu große Herausforderung.

Dadurch, dass aber immer nur zum Thema des Fortbildungstages etwas ausprobiert werden sollte, war es leistbar. Da ich schon gleich [in der 1. Praxisphase] erlebte, dass es im Unterricht funktioniert, nutzte ich dann immer gern die Chance zum Ausprobieren.

Sie erläuterte im Weiteren, was sie auf diese Art und Weise für ihren Unterricht gewann. Gemeinsam mit ihrer Kollegin sammelte sie über den Kurszeitraum stochastische Aufgabenstellungen für die Jahrgangsstufen 4 bis 6. Durch den Austausch mit den anderen Lehrpersonen erhielt sie weitere Anregungen für diese Jahrgangsstufen und auch darüber hinaus. Sie charakterisierte den Kurs als eine „schöpferische Phase“. Sie betonte, dass sie es anfangs nicht für möglich gehalten hatte, parallel zum Berufsalltag Anregungen aus einer Fortbildung unmittelbar in den Unterricht einfließen zu lassen.

Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe

Aus der Sicht einer fachfremd Unterrichtenden beschrieb Anna ihr Wirken in der Gruppe wie folgt:

Ich mit null Vorwissen sozusagen versuche, weil ich weiß, dass es mir selber hilft, auch wenn es mal falsch ist, dann einfach mitzureden (lacht). Aber man merkt das häufig, dass in solchen Fortbildungen gerade die, die das große Vorwissen haben, sich eigentlich wenig äußern.

In der Nachfrage relativierte Anna die Aussage des zweiten Satzes und schränkte sie auf ihre Wahrnehmungen in Plenumsphasen ein. Ergänzend hob sie dann hervor, dass das Arbeiten in den Vierergruppen „lebendiger“ war. Sie empfand es in diesen Runden als bereichernd, Lehrpersonen mit unterschiedlichem, aber anscheinend auch umfangreicherem mathematischen Wissen in der Gruppe zu haben. Ihr half besonders, dass es möglich war Nach- und Verständnisfragen zu stellen und auch Lösungsansätze und -wege zu hinterfragen und zu diskutieren. Ihr Fazit: „Es ist eigentlich wie in der Schule.“

Beschriebene Veränderungen*Wissenszuwachs und Selbstsicherheit*

Annas Fortbildungswunsch war von dem Willen getragen, einen Zugewinn an Fachwissen zu erreichen. In ihren Aussagen dazu stellte sie immer den Bezug zwischen Fachwissen und ihrem unterrichtlichen Planen und Handeln her.

Wie gut fühle ich mich sozusagen im Bezug auf Schülernachfragen oder wie gut konnte ich auf Nachfragen oder Schwierigkeiten im Unterricht reagieren [...] oder habe ich selber nicht gewusst, woran es jetzt liegt. [...] Ja, aber es gibt ja auch Dinge, die klappen denn eben nicht so. Und dann denkt man sich hinterher: *Na okay, da weiß ich vielleicht nicht so gut Bescheid? oder hab es vielleicht nicht fachgerecht vorbereitet.*

Sie sieht Fachwissen als notwendige Voraussetzung an, um Kinder sach- und fachgerecht fördern zu können. Ein Zugewinn an fachlicher Sicherheit ist für sie das entscheidende Kriterium für ihre Selbsteinschätzung.

Selbstvertrauen im Unterricht

Anna stellte fest, dass die Veränderungen eigentlich damit begannen, dass sie mit ihrer Tandempartnerin bereits am ersten Präsenztage ein Thema fand, das sie im Unterricht ausprobieren wollten. Die weiteren Absprachen, das gemeinsame Erproben und der anschließende Austausch dazu waren auch anders als bisher. Nach ihrer Meinung erfolgte dieser Prozess thematisch fokussierter und zielgerichteter. In der Rückschau betrachtet sie auch das damals eher unbewusst empfundene Agieren „auf gleicher Augenhöhe“ als entscheidend für die Entwicklung ihres Selbstvertrauens.

Für die Erprobungen wurden im Tandem Aufgaben aus den Fortbildungen genutzt, Lehrwerke und andere Materialien gezielt gesichtet. Sie wurden für die Lerngruppen angepasst, so dass nach und nach für die Jahrgangsstufen 4 bis 6 ein Aufgabenpool entstanden ist.

Als persönlichen Erfolg beschrieb sie:

Kinder zu erleben, wenn sie dann eben vorstellen, wonach sie eigentlich geforscht haben, worüber sie nachgedacht haben. Das war damals auch für die Kinder total neu, dass ich über Mathe nachdenken lasse. Anfangs haben sie mich immer angeguckt, als ob ich nicht alle Tassen im Schrank habe (lacht). Aber irgendwann, nach und nach kommen sie dann so rein. (lacht) [...] Sie staunen über sich selbst.

Anna betonte, dass sie immer wieder gern auf die Aufgabensammlung 4 bis 6 aus der Fortbildung zurückgreift. Auch für den kommenden Wechsel in die Jahrgangsstufe 1 wird ihr das bisherige Arbeiten nutzen.

Es ist extrem hilfreich zu wissen, was kommt danach. [...] Worauf müsste ich eben auch schon in Klasse 1, 2, 3 achten [...], wie jetzt in Klasse 5/6, dass ich weiß, welche Strategien müssen sie kennen, um später auch schwierigere Themen bewältigen zu können.

Damit nimmt Anna Mathematik in der Grundschule als einen Bildungsgang in den Blick und öffnet sich für die unterrichtlichen Herausforderungen dieses Themenbereichs vom Schuleintritt bis zum Übergang in die Sekundarstufe.

Erfahrungsberichte - Dokumentation der Unterrichtserprobungen

Aus der Reflexionsphase zur Erprobung ist bekannt, dass Anna mit ihrer Tandempartnerin abgesprochen hat, was im Unterricht erprobt werden sollte. Da beide in unterschiedlichen Jahrgangsstufen tätig waren, entschied jede zunächst immer selbst, welche Aufgabe(n) sie für ihre Klasse nutzen wollen. Im Weiteren tauschten sie sich dann zum konkreten Einsatz im Unterricht aus. Anna hat zu allen thematischen Schwerpunkten Inhalte im Unterricht erprobt. Sie hat dafür Aufgaben aus dem jeweiligen Präsenztage (Modul *Kombinatorik*) bzw. aus dem Lehrwerk der Schule genutzt.

In der Erprobung zum Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* hat sie auf ein Arbeitsblatt zurückgegriffen, das zum Lehrbuch gehört, das an ihrer Schule verwendet wird. Das Arbeitsblatt enthält Begriffserklärungen zu Ereignis, Ergebnis, Ergebnismenge und eine Erklärung für die Berechnung der Laplace-Wahrscheinlichkeit. Als Einstieg ist auf dem Arbeitsblatt eine Aufgabe angegeben, in der Gewinnchancen eingeschätzt und begründet werden sollen. Im Folgenden können die Schülerinnen und Schüler zwischen verschiedenen Zufallsgeneratoren auswählen und haben die auf dem Arbeitsblatt zugeordneten (Lehrbuch)Aufgaben zu bearbeiten.

Diese Vorgehensweise umriss Anna kurz in ihrem Erfahrungsbericht. Sie registrierte das Wahlverhalten ihrer Schülerinnen und Schüler und beschrieb das Arbeitsverhalten allgemein. Anna gab zudem an, dass sich Fragen der Kinder auf eine Bestätigung ihres Vorgehens bezogen. Sie dokumentierte, dass anschließend im Klassenverband zu jedem Wahlauftrag eine Gruppe den Auftrag, ihr Vorgehen und Ergebnisse vorstellte. Andere Arbeitsgruppen durften ergänzen bzw. nachfragen. Sie notierte, dass Begründungen der Aussagen immer wieder von ihr eingefordert werden mussten.

In der Reflexion gab Anna an, dass sie diese Stunde wieder so durchführen würde, aber das Zeitmanagement für die einzelnen Phase überdenken muss, um die Schülerinnen und Schüler „schneller ins Arbeiten zu bekommen“ und genügend Zeit für einen abschließenden Austausch zu gewinnen. Anna legte für die Reflexionsphase neben dem Erfahrungsbericht zu jeder Wahlaufgabe Schülerdokumente vor.

Impulse für die Arbeit in der Fachkonferenz

Als junge und neue Kollegin sah Anna es zunächst als schwierig an und hatte auch Hemmungen, anderen Kolleginnen etwas aus der Fortbildung zu erzählen. Zudem meinte sie, dass eine Reihe von Kolleginnen das auch nicht wollen. Ein Austausch zwischen den Lehrkräften, die Mathematik unterrichten, erfolgt vornehmlich auf der Ebene der Jahrgangsstufen. Auf dieser Ebene arbeiteten auch Anna und ihre Tandempartnerin vorrangig während der Fortbildung.

Als ihre Kollegin die Schule wechselte, war Anna überrascht, dass sie schnell und unkompliziert eine neue Tandempartnerin für nachfolgende Fortbildungen fand. Nach ihrer Aussage waren in der Zwischenzeit viele auf die Zusammenarbeit des bisherigen Tandems aufmerksam geworden.

Anna wünscht sich einen regelmäßigen Austausch mit anderen Lehrkräften in der tagtäglichen Arbeit. Sie schätzte ein, dass es „[...] doch etliche Kolleginnen und Kollegen gibt, die gern so ihr eigenes Ding machen und eigentlich keine Veränderung oder nichts groß Neues möchten. [...] Sie sagen, es reicht ihnen schon alles.“ In diesem Schuljahr (2015/2016, d. A.) ist Anna auf die Fachkonferenzleiterin zugegangen und hat vorgeschlagen, in einer Fachkonferenz zum Thema Stochastik zu arbeiten und sich auszutauschen. Anna berichtete, dass die Fachkonferenzleiterin sich gefreut hat und nun für den Februar 2016 eine derartige Veranstaltung geplant ist.

7.3.2 Britta - fachfremd Freude an Mathematik neu entdecken

Ausbildung

Britta hat ihre Lehramtsstudium 1997 in Bayern begonnen. Die Ausbildung umfasste Mathematik, Deutsch und Sport. Nach drei Semestern wechselte sie aus familiären Gründen nach Berlin. Hier konnte sie aufgrund der damaligen Studienordnung ihre Ausbildung in Mathematik nicht fortsetzen. Nach Abschluss des Lehramtsstudiums 2002 ließ sie sich an einem Förderzentrum zur Sonderpädagogin ausbilden.

Berufstätigkeit mit Bezug zu Mathematik

Nach Abschluss dieser Qualifizierung war Britta für ein Schuljahr an einer Förderschule im Land Brandenburg tätig. Dann wurde sie schwanger und ging nach Berlin zurück. Sie war danach immer an Grundschulen tätig. Ihre erste Einsatzschule wurde geschlossen. Die nächste Grundschule verließ sie aufgrund einer (Überhang)Umsetzung nach der Geburt ihres zweiten Kindes. Von Anfang an wurde sie an diesen Schulen auch phasenweise zur fachgerechten Vertretung im Mathematikunterricht eingesetzt.

Als sie sich in Vorbereitung des Schuljahrs 2013/2014 an ihrer jetzigen Einsatzschule vorstellte, wurde ihr mit der Leitung einer 4. Klasse auch der Fachunterricht in Mathematik übertragen (Zum Zeitpunkt des Interviews 6. Klasse, d. A.). Aufgrund fehlender Mathematiklehrkräfte an ihrer Grundschule geht Britta davon aus, dass sie weiterhin im Mathematikunterricht tätig sein wird.

Wege in eine Stochastik-Fortbildung

Britta wählt Fortbildungen vorrangig nach Interesse aus. Mit der Aussicht, kontinuierlich in den Mathematikunterricht einzusteigen, schaute sich Britta gleich nach Fortbildungen in Mathematik um. Sie erläuterte ihre Fortbildungsauswahl wie folgt:

Welcher Bedarf ist gerade da? Interesse einfach. Wenn ich im sonderpädagogischen Bereich eine Fortbildung mache, dann habe ich oftmals auch Kinder vor Augen, wo ich denke: *Mensch, das könnte bei denen sein. Da bin ich nicht firm* und deswegen möchte ich da einfach auch sicherer werden.

Ja, und in Mathematik einfach dieses Feststellen, Grunddinge sind zwar noch da, aber ich bin mir nicht sicher, ich kann die Dinge nicht mehr genau erklären. Und die Antwort geben: *das ist halt so*, wäre mir nicht so angenehm.[...] Es ist einfach die Erkenntnis, dass ich in den Dingen nicht perfekt bin, und dass ich mich einfach fortbilden muss.

Die Stochastik-Fortbildung wurde ihr von zwei Kolleginnen, die diesen Kurs bereits absolviert hatten, empfohlen. Mit dem Einstieg in den Mathematikunterricht ihrer 4. Klasse begann Britta die Fortbildung in Stochastik.

Erleben der Fortbildung

Britta hob hervor, dass sie sich in allen Phasen der Fortbildung gefordert fühlte.

[Durch die Aufträge] wirst du gezwungen, nicht nur da zu sitzen, sich berauschen und berieseln zu lassen, sondern man muss ja auch wirklich ganz aktiv werden. Das finde ich sehr gut an der Fortbildung.

Verschiedene Rollen

Auch Britta stellte das Erleben der Fortbildung aus verschiedenen Perspektiven dar, zunächst aus der Sicht der Mathematik-Lernenden.

Ja, das klingt ein bisschen seltsam, aber dieses *Wieder-da-als-Schüler-sitzen*. Ich fand diesen Perspektivwechsel wieder mal sehr spannend. Dort zu sitzen praktisch als Schüler und dann wirklich aus Schülersicht sich noch mal die Problematik anzuschauen, selbst noch mal die Dinge anzugehen, auszuprobieren [...] oder auch mal scheitern, um dann aber Hilfestellung zu bekommen. Und was wirklich haften geblieben ist, es muss nicht immer die in Anführungszeichen perfekte Lösung sein sondern auch der Weg ist schon das Ziel.

Britta beschreibt damit wesentliche Details ihres Lernprozesses, aber schon mit Blick in Richtung Unterricht. Aus dem Blickwinkel Lehrkraft hob sie besonders die konzeptionelle Einbindung der Praxisphase in die Fortbildung hervor.

Diese Pflicht, tatsächlich eine Aufgabenstellung im Unterricht aufzugreifen. Und dann das auch eben vorzubereiten und auch nachzubereiten bringt einen ja dazu, dass man sich auch wieder mehr Gedanken über die Dinge macht. Sich noch mal überlegt, wie kann ich das jetzt anbieten. Wie gehe ich das Ganze an? Es ist zwar mehr Arbeit, aber es ist gut.

Dabei geht sie darauf ein, dass diese Herangehensweise für sie zunächst schon mit Mehrarbeit verbunden ist, sich diese aber scheinbar lohnt.

Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe

Britta ging von Anfang an davon aus, dass sie als fachfremd Unterrichtende in einer derartigen Fortbildung auch auf „Fachleute“ trifft und hat das auch von Beginn an wahrgenommen. Ihre Eindrücke aus Pausengesprächen beschrieb sie wie folgt:

Es kam durchaus auch als Resonanz heraus, dass es schön ist, diese Inhalte noch mal zu wiederholen. Sie [Fachlehrkräfte] mussten halt nicht viel und lange über die Antworten nachdenken, es kam eben ganz schnell. Während andere, unter anderem auch ich, dann länger brauchten, um wirklich dann auch die Nuss knacken zu können. Aber gelangweilt hat sich, ich glaube niemand, mit denen ich da irgendwie zusammen war.

Britta fand die Heterogenität der Gruppe „beflügelnd“, weil sie nicht nur in Mathematik dazugelernt sondern auch Anregungen mitgenommen hat, die ihre Unterrichtsgestaltung generell betreffen.

Beschriebene Veränderungen

Zunächst hob Britta ihre „wiederentdeckte Freude an Mathematik“ hervor.

Wunderbar. Das Knobeln noch mal entdecken [...] Bei der Stochastik, da war es wieder dieses: *Boa, ja!* (schnippt mit dem Finger). Noch mal sich daran zu erinnern, Mathematik ist wirklich schön.(lachen) Kann eine wunderschöne spannende Sache sein.

Weitere Veränderungen beschrieb sie immer im Vergleich zu ihren in diesen Bereichen wahrgenommenen Defiziten.

Wissenszuwachs und Selbstsicherheit

Obwohl Britta zu Beginn ihres Lehramtsstudiums drei Semester Mathematik absolviert hatte, schätzte sie ihr Vorwissen als „rudimentär“ ein.

Ich habe mir die Inhalte des Rahmenlehrplanes angeschaut und habe festgestellt: *Oh Gott, dazu weiß ich ja eigentlich gar nichts.* [...] das Thema wurde in meiner Schulzeit in der Oberstufe irgendwann mal behandelt.

Sie führte weiterhin aus, dass sie die Stochastik für sich inhaltlich neu entdeckt hat. In vielen Bereichen fühlt sie sich jetzt fachlich sicherer. Das bezog sich auf typische Arbeitsweisen der Stochastik und grundlegende Begriffe wie Zufall und unterschiedliche Begriffe für Wahrscheinlichkeit. Britta schätzte aber auch ein, dass das nur ein „grundlegendes, aber nicht tiefgehendes Wissen“ ist. Sie betonte, dass sie in der Fortbildung ausreichende Hinweise und Literaturempfehlungen bekommen hat, um bei Bedarf nachzulesen. Abschließend äußerte sie, dass sie eigentlich eine derartige Stochastikfortbildung in einigen Jahren und mit mehr Unterrichtserfahrung nochmals besuchen müsste, um „die in der Fortbildung gegebenen Anregungen besser verarbeiten zu können“.

Selbstvertrauen im Unterricht

Britta gab an, dass sie bis zur Fortbildung im Unterricht nur punktuell Diagramme zum Darstellen genutzt hat. Kombinatorische Aufgabenstellungen hat sie, auch in der Arithmetik nie bearbeiten lassen. Die Themen Zufall und Wahrscheinlichkeit hat sie für die Umsetzung im Unterricht gar nicht in Betracht gezogen. Sie schätzte ein, dass sie nun „keine Hemmungen mehr hat“, sich dem entsprechenden Themenfeld im Rahmenlehrplan zuzuwenden und für den Unterricht aufzubereiten. Auf Nachfrage zu diesem Wandeln und den Ursachen für das gewachsene Selbstvertrauen gab sie an, dass das an der Anlage der Fortbildung lag.

Die Ausgewogenheit zwischen fachlichem Input und eigenem fachlichen Lernen und das Nachdenken über die Umsetzung, um auch meine Kinder zu faszinieren, zu begeistern.

Sie betonte, dass darüber hinaus der „Fundus“ der anderen Lehrkräfte sie bestärkt hat. Britta gab an, dass das (fachdidaktische) Vorgehen in der Fortbildung von ihr in den Unterricht übernommen wurde.

Ich habe die [Struktur] auch genutzt. Dass ich einfach eine Aufgabenstellung, ein Problem in eine Gruppe hineingegeben habe und dann habe ich die Schüler daran arbeiten lassen.[...] einfach damit dieses Entdecken wiederkommt.[...] aber auch [um] bei Schülern richtig zu sehen, (schnippt mit den Fingern) wie es im Kopf klick macht.

Sie ergänzte, dass das schon eine grundlegende Änderung in ihrem Unterricht ist, die sich auch im Lernverhalten der Kinder widerspiegelte.

[Ich] habe während der Durchführung des Themas in meinem Unterricht festgestellt, dass ansonsten leistungsschwache Schüler plötzlich über sich hinauswachsen. [...], dass das genau deren Thema ist, um auch ihre mathematischen Kompetenzen, zwar in einem anderen Themenbereich, zu zeigen.

Britta führte aus, dass sie früher im Unterricht „die Dinge hauptsächlich vorgeben“ hat und ein *Selbsterforschen* durch die Schülerinnen und Schüler in Mathematik nicht für möglich hielt.

Erfahrungsberichte - Dokumentation der Unterrichtserprobungen

Von Britta liegen zu allen Modulen Dokumente der Unterrichtserprobungen vor. Im Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* hat sie gemeinsam mit ihrer Kurspartnerin auf Aufträge aus einem didaktischen Material zurückgegriffen, das in der Auslage während der Fortbildung zugänglich war. Britta erprobte zwei Aufgaben im Unterricht einer 4. Klasse. Ein Erfahrungsbericht liegt nur zur Erprobung der zweiten Aufgabe vor. Zu beiden Aufgaben wurden Dokumente aus dem Unterricht mitgebracht und in der Reflexionsphase vorgestellt. Britta hat in der Erprobung zunächst den sechseitigen regulären Würfel experimentell untersuchen lassen. Die Ergebnisse wurden genutzt, um den Begriff Zufall zu klären. Danach ließ sie die Ergebnisse aller Gruppen zusammenführen und die Wahrscheinlichkeiten des Eintreffens der einzelnen Augenzahlen abschätzen. Auf das empirische Gesetz der großen Zahlen wurde eingegangen, um den Kindern einen Weg zum Entdecken von Gesetzmäßigkeiten zu zufälligen Ereignissen aufzuzeigen.

In einer nachfolgenden Stunde wurden dann die Gewinnchancen an einem Glücksrad untersucht. Dafür wählte sie drei Arbeitsblätter mit verschiedenen Gewinnregeln aus. Die Bedeutung von Gewinnregeln wurde zu Beginn der Stunde thematisiert. Danach konnten die Kinder mit einem Partner entscheiden, welche Regel sie untersuchen wollen. Es war experimentelles Arbeiten gefordert. Auf der Grundlage der dokumentierten Ergebnisse hatten die Kinder Gewinnchancen einzuschätzen und zu begründen. Die Ergebnisse der Partner-

arbeit wurden abschließend in der Klasse vorgestellt und diskutiert.

Britta beschrieb, dass die Stunde wie geplant verlief. Sie hob hervor, dass alle Kinder sofort einen Zugang zum Problem fanden und ohne Zeitverzug mit der Arbeit begannen. Alle Kinder suchten auch nach Begründungen. Es äußerten sich Kinder, die ansonsten Schwierigkeiten in Mathematik haben. Die Begründungen der Kinder unterschieden sich im Umfang und qualitativ.

Impulse für die Arbeit in der Fachkonferenz

Britta nahm an dieser Fortbildung allein teil. Das hat die Schulleitung so entschieden, da bereits ein Tandem dieser Schule diese Fortbildung im Vorgängerkurs durchlaufen hatte und ein Austausch mit diesen Kolleginnen gewünscht wurde. Sie hob hervor, dass die Schulleitung ihre Teilnahme an der Fortbildung immer ermöglicht hat, auch unter den komplizierten Bedingungen der Unterrichtssicherung.

Für die Kursdauer fand sich Britta mit einer Kollegin einer anderen Grundschule zu einem Tandem zusammen. Die auch von der Schulleitung gewünschte Zusammenarbeit an der Schule beschränkte sich auf den Austausch von Aufgaben. Sie sieht die Ursache u. a. im Einsatz der Lehrkräfte in verschiedenen Jahrgangsstufen, woraus sich wenige Anknüpfungspunkte in den alltäglichen Arbeitsabläufen ergaben.

Als Sonderpädagogin ist Britta in einem überschulischen Regionalverbund der Sonderpädagogen eingebunden und versuchte dort, ihre veränderte Sichtweise auf Förderung von Kindern in Mathematik einzubringen.

7.3.3 Carsten - fachfremd und doch Fachmann

Ausbildung

Carsten hat von 2003 bis 2009 Sonderpädagogik an der Humboldt Universität zu Berlin und parallel dazu Biologie an der Freien Universität Berlin studiert. Im Biologiestudium belegte er einen Kurs Mathematik für Naturwissenschaftler. 2010 konnte er das Referendariat an einer Förderschule in Berlin beginnen. Während dieser Zeit hat er entsprechend seiner Ausbildung nur Biologie und Musik unterrichtet.

Berufstätigkeit mit Bezug zu Mathematik

Nach dem Referendariat konnte Carsten an dieser Förderschule bleiben. Er übernahm eine Klasse im dritten Schulbesuchsjahr und unterrichtet seitdem Mathematik auf der Basis verschiedener Rahmenlehrpläne für Förderschulen.

Wege in eine Stochastik-Fortbildung

Carsten ist auf Wunsch eines Kollegen 2014 als Tandempartner in einen DZLM-Kurs zum Themenfeld *Sachrechnen: Größen und Messen* eingestiegen. Zur Zeit des Interviews (2016) hatte er gerade den Stochastikkurs abgeschlossen, allerdings ohne eine(n) Tandempartner(in) der Schule. Sein Tandemkollege aus den vorangegangenen Kursen nahm bereits 2013 an dieser Stochastik-Fortbildung teil und andere Lehrkräfte hatten kein Interesse. Im Kurs fand er sich mit einer Tischnachbarin zu einem Tandem zusammen.

Obwohl sein Studienabschluss noch gar nicht so lange zurücklag, schätzte er ein, dass ihm fachliche Grundlagen in Mathematik fehlen. Seine Mathematikausbildung im Studium war aus seiner Sicht nur speziell für seine Studienrichtung Biologie und ist wenig hilfreich für den Mathematikunterricht. Er fühlte sich durch das Studium der Sonderpädagogik methodisch und didaktisch gut ausgebildet. Für Mathematik fehlten ihm fachdidaktisches und insbesondere fachliches Grundwissen. Aus diesem Grund nutzte er die Möglichkeiten, die die „intensiven Fortbildungen“ des DZLM zu den einzelnen mathematischen Inhaltsbereichen bieten.

Erleben der Fortbildung

Verschiedene Rollen

Carsten betonte, dass das Lernen in diesem Kursformat für ihn „gewinnbringend“ war.

Die Struktur an sich finde ich gut, weil wenn man nur aus der Fortbildung rausgeht und sich nicht weiter im Alltag damit beschäftigt, dann vergisst man einfach auch vieles. Das praktische Ausprobieren hilft noch mal, selber darüber nachzudenken, was man in der Fortbildung gemacht hat. [...] der Bezug, dass ich immer was ausprobieren, was ich dann wirklich nutzen kann.

Er erwähnte, dass es in der Stochastik ganz viel Neues für ihn zu lernen gab, ohne dass er es konkreter illustrierte. In seinen weiteren Ausführungen unterschied Carsten nicht mehr explizit sein Agieren in den Rollen Mathematik-Lernender und Mathematik-Lehrender. Er betrachtete die gegenseitige Bedingtheit von fachlichem Wissen und fachdidaktischer Umsetzung und betonte in diesem Zusammenhang die Bedeutung einer kritischen Reflexion des eigenen unterrichtlichen Handelns in Bezug zu den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler.

Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe

Carsten hat die Heterogenität der Lerngruppe von Anfang an wahrgenommen. Für ihn unterschieden sich die Teilnehmenden in den Unterrichtserfahrungen, einmal ganz allgemein und einmal in Bezug auf den Mathematikunterricht. Ihm fiel bereits am ersten Präsenztage auf, dass die Gruppe bezüglich des mathematischen Wissens der Teilnehmenden heterogen zusammengesetzt ist. Carsten ordnete sich nach eigener Aussage in der Gruppe „so irgendwo in der Mitte ein“. Nach seinem Eindruck lebte der Kurs von der Verschiedenheit der Teilnehmenden, da der Austausch gefordert und möglich war und die Teilnehmenden sich auch gern einbrachten.

Beschriebene Veränderungen

Wissenszuwachs und Selbstsicherheit

Carsten schätzte ein, dass ihm das Lernen der fachlichen Inhalte der Stochastik nicht schwer gefallen ist. Er konnte eigentlich nicht verstehen, warum er so einen Respekt vor diesem Inhaltsbereich hatte. Besonders schätzte er die Möglichkeiten in der Fortbildung, sich dessen, was man eigentlich weiß bzw. schon kann, bewusst zu werden. Diese Einsicht sieht er als seinen „persönlichen Gewinn“ in dieser Fortbildung an.

Diese Aussagen werden durch Carstens Abschneiden in den Standortbestimmungen gestützt. Er hat in beiden Durchführungen alle Aufgaben in der vorgegebenen Zeit von 30 min bearbeitet. Zu Beginn der Fortbildung konnten die Antworten zu drei der 24 Items nicht als richtig gewertet werden. Er hatte zu einigen Aufgaben Nebenrechnungen oder Lösungsansätze dokumentiert. In der Lernstandsermittlung zum Abschluss des Kurses wurden zwei Items nicht

richtig gelöst. Der Vergleich der Fehler zeigte, dass zum Abschluss eine Kombinatorikaufgabe und eine Aufgabe aus der Statistik (Median) jetzt richtig bearbeitet wurden. Ein anderes Kombinatorikitem wurde dafür falsch gelöst. Ein Item aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung wurde in beiden Durchläufen falsch bearbeitet. In der abschließenden Standortbestimmung sind keine Notizen zu Lösungsansätze oder -wegen zu finden.

Fokus im Unterricht verändert

Carsten gab an, dass er seinen Unterricht im Grundsatz nicht verändert hat. Er ordnet aber jetzt das Themenfeld „Daten und Zufall“ des Rahmenlehrplans in der Bedeutung und im Bezug zu den anderen Inhaltsbereichen der Grundschulmathematik anders ein.

Es ist auch so, dass ich wirklich dieses Stochastische, dieses Statistische sehr interessant finde, aber selber im Unterricht irgendwie immer hinten angestellt habe, weil ich dachte, wichtiger sind ja erst mal die Grundrechenarten zum Beispiel. Deshalb war es immer so: Das mache ich dann vielleicht noch am Ende des Halbjahres, wenn noch Zeit ist. Aber dann war immer keine Zeit mehr. Diese eine Klasse, mit der habe ich das noch gar nicht gemacht. Bisher. Wenn ich die in der Sechsten abgebe, dann müssen die das aber auf jeden Fall schon mal gehört haben.

Im Weiteren ging Carsten darauf ein, dass er durch das Ausprobieren im Unterricht seinen Blick für die individuellen Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler geschärft hat.

[...] weil ich da auch noch mal auf spezifische Sachen mehr achte: was können Schüler, wie arbeiten Schüler.[...] auch gerade dieses Gucken auf die Schüler, nicht nur *Ach, die können das nicht?*, sondern auch *Warum können die das nicht?*. Und dann auch noch weiterführend: *Was kann ich denn dann machen?* Also, da hat mir der Kurs schon sehr, sehr viel gebracht.

Er sah für sich noch die Schwierigkeit darin, dieses Herangehen „so in den Alltag rüber zu retten“. Er beschrieb, dass er gemerkt hat, dass er viele Dinge,

die in der Fortbildung in Bezug auf die Unterrichtsgestaltung angesprochen wurden, schon unbewusst realisiert. Er sieht es für sich als Herausforderung an, das Neue, bisher noch bewusst geplante als Routine in den schulischen Alltag zu integrieren.

Erfahrungsberichte - Dokumentation der Unterrichtserprobungen

Carsten hat zu allen Modulen Aufgaben im Unterricht seiner 6. Förderschulklasse erprobt. Im Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* nutzte er die Aufgabe aus der Fortbildung (Vierfacher Münzwurf). Sein Erfahrungsbericht enthält Aussagen zu den Vorkenntnissen der Lerngruppe, den Verweis auf die eingesetzte Aufgabe und die geplanten Arbeitsschritte. Dabei reduzierte er die Informationen auf wesentliche fachliche und fachdidaktische Angaben. Im Resümee beschrieb er die für ihn bedeutsamen Beobachtungen, die aus seiner Sicht die Lernzielerreichung gefährdeten. Im Gespräch dazu brachte er zum Ausdruck, dass er durch den von ihm geplanten Unterrichtsablauf seine Schülerinnen und Schüler in ihrer Konzentrationsfähigkeit überfordert hat. Dadurch konnte im weiteren Arbeitsprozess kein Lernzuwachs erreicht werden. Er würde diese Aufgabe wieder einsetzen und fachlich auch keine Abstriche machen. Vor der Durchführung würde er sich mit seinem (Tandem)Kollegen beraten, wie die Lernorganisation besser auf die speziellen Bedarfe der Kinder zugeschnitten werden kann.

Impulse für die Arbeit in der Fachkonferenz

Carsten tauschte sich während der Fortbildung schon mit seinem Fachkollegen (ehemaliger Tandempartner) zu den Praxisaufträgen und der Erprobung aus. Das Thema Stochastik direkt in die Fachkonferenz weiterzutragen, hielt er für schwierig. Der Austausch der Kolleginnen und Kollegen ist eher durch die täglichen Arbeitsanforderungen bestimmt, die sich aus dem Einsatz in verschiedenen Klassenstufen und dem Arbeiten nach unterschiedlichen Rahmenlehrplänen, entsprechend der Förderbedarfe der Kinder, ergeben.

7.3.4 Dirk - Fachmann, Multiplikator, Schulleiter

Ausbildung

Dirk hat 1972 sein Lehramtsstudium an der Humboldt-Universität zu Berlin begonnen und 1976 als Diplomlehrer Mathematik/Physik abgeschlossen.

Berufstätigkeit mit Bezug zu Mathematik

Bis 1990 war er an einer Polytechnischen Oberschule tätig und hat kontinuierlich Mathematik und Physik bis zur Jahrgangsstufe 10 unterrichtet. Nach der Wiedervereinigung und Umstellung des Schulsystems in Berlin verblieb Dirk an einer Grundschule. Seit dieser Zeit ist er vorrangig in Mathematik eingesetzt und hat bis auf Sport und Englisch alle anderen Fächer an der Grundschule zeitweise fachfremd unterrichtet. Seit Beginn des Schuljahres 2005/2006 ist er regionaler Multiplikator Mathematik Grundschule und hat auch Erfahrungen als Fortbildner. Seit 2008 leitet er zudem eine Grundschule.

Wege in eine Stochastik-Fortbildung

Als Multiplikator im Fach Mathematik hat er die Ausschreibung für den Stochastik-Kurs erhalten. Er war der Ansicht, dass durch die Verankerung des Inhaltsbereiches in den KMK-Bildungsstandards Mathematik Grundschule und den Rahmenlehrplänen des Landes ein Fortbildungsbedarf in Stochastik Grundschule besteht. Nach seiner Ansicht ist der über das Fortbildungsnetz ausgeschriebene Stochastik-Kurs des DZLM erstmalig ein Angebot für Grundschullehrkräfte, sich in einem mathematischen Inhaltsbereich fortzubilden. Zudem unterscheidet sich seine Anlage als Fortbildung für ein Schulhalbjahr mit mehreren Präsenztagen vom üblichen Angebot im Fortbildungsnetz. Dirk ist aus drei Gründen in diesen Kurs eingestiegen. Als Multiplikator wollte er sehen, was diese Fortbildung Lehrpersonen bieten kann und ob sie empfehlenswert ist. Gleichzeitig erhoffte er sich als Fachmann herauszufinden, worauf in der Stochastik in der Primarstufe fachlich und fachdidaktisch fokussiert werden sollte. Um den Austausch in der Fachkonferenz an seiner Schule anzuregen, nahm er als Schulleiter eine aus seiner Sicht „geeignete“ Kollegin mit.

Erleben der Fortbildung

Verschiedene Rollen

Dirks Aussagen zeigen, dass er die Fortbildungen in seinen unterschiedlichen Rollen erlebte. Als Lehrkraft sah er diesen Kurs als eine fachliche Wiederholung an.

Dieser Kurs war Wiederholung. Wobei also in den siebziger Jahren ehrlich gesagt mit Daten und Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit, da haben wir nicht so viel am Hut gehabt. Wir hatten da zwar Stochastik-Vorlesungen, aber die haben wir nicht so ernst genommen. [...] Und dennoch, so nach 20 Jahren, nach 30 Jahren, hat sich vieles eingeschliffen, manches sieht man neu, manches kann man aus der Erfahrung neu bewerten.

Damit spricht Dirk den Wandel in der curricularen Verankerung des Themenfeldes in der Schul- und Lehramtsausbildung an. Als Fachmann hielt er sich nach eigener Aussage gezielt zurück, wenn die anderen Lehrkräfte an seinem Tisch oder auch im Plenum um das Verständnis eines stochastischen Problems rangen.

Man muss fachlich dranbleiben. [...] Die Kurse sind speziell [...] durch den Aufbau, durch die Struktur und dadurch, dass da Zeiten dazwischen liegen. Die haben einen Wiederholungseffekt. Das sollten die Lehrer ja eigentlich wissen, (lacht) dass das didaktisch klug ist. Mit der Zeit [...] weiß man auch, [...] was einem noch fehlt. Und das kann man dann oft aus dem Erfahrungsaustausch mitnehmen.

Dirk nutzte die Zeit, aus der Perspektive Schulleiter bzw. Multiplikator das Lernen der anderen Teilnehmenden und das Agieren der Referentinnen zu beobachten.

Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lerngruppe

Dirk ging bei der Anmeldung zur Fortbildung bereits davon aus, dass die Lerngruppe heterogen bezüglich des mathematischen Fachwissens sein wird. Als hilfreich für das Lernen aller Teilnehmenden sieht Dirk die Modulstruktur der Fortbildung an. Die Konzentration auf einen inhaltlichen Schwerpunkt,

diesen mit den Lehrpersonen fachlich zu durchdringen und fachdidaktisch aufzubereiten und anschließend eine Erprobung einzufordern, betrachtet er als „Erfolgsrezept“ für das Arbeiten in dieser heterogenen Kursgruppe.

Jeder war gefordert, sicher in unterschiedlichen Bereichen. Der eine mehr in der Mathematik, der andere mehr im Überlegen: Wie würde ich das mit einer 1. Klasse machen. Und durch die Unterschiedlichkeit konnte man sich ergänzen und austauschen, bereichern. Da kamen gute Beispiele, selbst für jemand der ausgebildet war, gute Beispiele.

Dirk ist aus der Sicht des Multiplikators bzw. Schulleiters der Meinung, dass die Kurszusammensetzung schon ein Spiegelbild der Heterogenität von Schulkollegien ist. Er sieht in der Heterogenität eine Herausforderung für sich als Schulleiter. Unterrichtsqualität und -entwicklung ist nicht nur in Mathematik zu sichern, denn an der Grundschule werden auch andere Fächer fachfremd unterrichtet.

Beschriebene Veränderungen

Dirk sieht sich als Fachmann an und betonte, dass diese Fortbildung bezogen auf die Fachinhalte der Grundschulmathematik für ihn eine grundlegende Wiederholung war. Trotzdem war er darüber erstaunt, was man als Grundschullehrkraft fachlich verstanden haben muss, um ab Jahrgangsstufe 1 sachgerecht zu unterrichten. Es hat ihn schon beeindruckt, dass für alle Teilgebiete der Stochastik ein inhaltliches Verständnis von grundlegenden Begriffen und Arbeitsweisen in der Grundschule auf den Weg gebracht werden kann. Das Nachdenken über und die Entwicklung von Aufgaben für die Jahrgangsstufen 1 bis 6 sah er dann auch als Herausforderung für sich an.

Aber für einen gestandenen Lehrer ist es ganz gut, noch mal zurück zu den Ursprüngen der Didaktik zu kommen und noch mal darüber nachzudenken, wie setze ich denn jetzt neue Sachen um.

Im Weiteren beschrieb er aus der Sicht des Schulleiters die von ihm beobachteten Veränderungen seiner Kollegin.

Als Schulleiter zieht er folgendes Resümee:

Ich glaube, dass es ganz wichtig ist, dass wir die Kollegen mal aus dem Alltagstrott rausholen und ihnen zeigen, was sie alles schon leisten und schon können. Ich finde, dass die Anregungen und die Selbstbestätigung [für Lehrkräfte] ganz wichtig sind.

Er war der Meinung, dass die Mehrzahl der Lehrkräfte erkannt hat, dass in Vielem, was sie eigentlich schon in Mathematik lehren, stochastische Inhalte und Arbeitsweisen enthalten sind. Zudem erinnerte er sich an Teilnehmende, die fachübergreifende Bezüge herstellten, wie z. B. von der Kombinatorik zu den Farbkombinationen in Kunst.

Erfahrungsberichte - Dokumentation der Unterrichtserprobungen

Aufgrund seiner Verpflichtungen als Schulleiter nahm Dirk gern das Angebot seiner Tandempartnerin an, die Erprobungen im Erfahrungsbericht zu dokumentieren. Er hat die dort angegebenen Aufgaben ausprobiert und auch Dokumente der Schülerinnen und Schüler bereitgestellt. Dirk habe sich bewusst den Erfahrungsbericht nicht vorlegen lassen, um nicht den Eindruck einer Kontrolle durch den Schulleiter zu erwecken. Ihm war es wichtiger, sich mit seiner Kollegin in der Reflexionsphase zu Beginn des folgenden Fortbildungstages zur Erprobung und mit anderen auszutauschen.

Impulse für die Arbeit in der Fachkonferenz

Als Schulleiter hat Dirk seine Mathematiklehrkräfte ermuntert, die angebotenen DZLM-Fortbildungen zu den verschiedenen Inhaltsbereichen zu besuchen und deren Teilnahme auch gesichert. Vor diesem Hintergrund traf Dirk Aussagen zur Zusammenarbeit der Mathematiklehrkräfte.

Das hat schon was gebracht, auch [...] in der Zusammenarbeit und in der Entwicklung der Kollegen. Nicht nur fachlich ist was passiert. Der Kurs war ja so angelegt, dass man miteinander redet, in den Erfahrungsaustausch tritt und dass man was vorlegen musste. [...] Man hat natürlich Kontakte zu anderen Schulen, aber bei 28 Stunden in der Woche ist ein kontinuierlicher Austausch illusorisch.

Dirk wurde gebeten, die Zusammenarbeit seiner Mathematiklehrkräfte detaillierter darzustellen.

Wir haben nun zum Beispiel die Klassenarbeiten ausgetauscht und auch noch weiter überarbeitet. So hat man [...] jetzt natürlich so einen gewissen Standard, den man in der Schule erreichen will. Mit der Zeit hat sich auch entwickelt, dass nicht nur Aufgaben und Arbeitsblätter ausgetauscht werden, sondern sich auch zu verschiedenen Herangehensweisen im Unterricht verständigt wird. Das ist neu.

Darüber hinaus gab Dirk an, dass sich eine Kollegin im Ergebnis mehrerer DZLM-Fortbildungen inzwischen zutraut, in der Region selbst Fortbildungen durchzuführen.

Kapitel 8

Fazit

Im folgenden Kapitel werden zunächst im Abschnitt 8.1 zentrale Ergebnisse der Arbeit unter Bezug auf relevante Literatur reflektiert und die Forschungsfragen beantwortet. Im Anschluss (Abschnitt 8.2) werden die Untersuchungsmethoden diskutiert. Abschließend (Abschnitt 8.3) werden Empfehlungen für die Gestaltung und Durchführung von Fortbildungs- und Unterstützungsmaßnahmen für unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen, die im Mathematikunterricht einer sechsjährigen Grundschule tätig sind, abgeleitet und weitere Forschungsfelder aufgezeigt.

8.1 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Mit dieser Arbeit werden zwei Ziele verfolgt. Zunächst geht es um die Entwicklung eines Konzepts einer fachinhaltlichen Fortbildung zur Stochastik für Grundschullehrkräfte. Darüber hinaus werden in fünf Kursdurchläufen Einblicke in Lernprozesse von unterschiedlich qualifizierten Lehrpersonen gewonnen. Im Folgenden werden die vorliegenden Ergebnisse zunächst in Bezug auf das Konzept, dann auf der Ebene der Gruppe und anschließend für individuelle Lernprozesse zusammengefasst und diskutiert.

8.1.1 Konzept der Fortbildung

Die Entwicklung des Konzept der Fortbildung erfolgte auf der Grundlage von Erkenntnissen zur professionellen Kompetenz von Lehrpersonen, berücksichtigte Erkenntnisse zur Gestaltung erfolgreicher Professionalisierungsprozesse und erweiterte traditionelle Fortbildungsansätze um den PLG-Zugang mit Impulsen für Unterrichtsentwicklungsprozesse (vgl. u. a. Baumert et al., 2011; Döhrmann et al., 2012; Lipowsky, 2014; DZLM, 2015b). Gegenstandsbezogen wurden für die Fortbildung die Facetten professioneller Kompetenz von Lehrpersonen fachlich und fachdidaktisch abgeleitet, Lernziele formuliert und die didaktische Gestaltung beschrieben (vgl. Kapitel 4). Die Ergebnisse zur Umsetzung der Inhalte, didaktischen Gestaltung und der erkennbaren Lernerfolge zeigen, dass die theoretischen Positionen, auf denen das Konzept basiert, umgesetzt werden konnten. Zudem wurden didaktische Erkenntnisse zur Gestaltung fachinhaltlicher Fortbildungen in ihrer Verknüpfung mit dem PLG-Konzept erweitert. Diese Aussagen werden detaillierter und in den nachfolgenden Abschnitten mit dem Fokus auf Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen und individuellen Lernprozessen diskutiert.

8.1.2 Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen

Das Konzept der fachinhaltlich orientierten Fortbildung in Stochastik ist fachdidaktisch ausgerichtet und integriert den PLG-Ansatz. Vorrangige Ziele der Kurse waren, einen Wissenszuwachs in Stochastik bei den Lehrpersonen der qualifikationsheterogenen Lerngruppe und eine Umsetzung von Impulsen aus der Fortbildung im Unterricht zu erreichen. Zur Untersuchung dieser Annahmen wurde den folgenden Fragen nachgegangen:

bezüglich des Wissenszuwachses

- FF 1. In welchen Bereichen der Stochastik wird ein Wissenszuwachs in der Fortbildung erreicht?
- FF 2. Welche Gestaltungsprinzipien und -schwerpunkte werden von Lehrpersonen als besonders bedeutsam für ihren Wissenszuwachs in einer Stochastikfortbildung angesehen?

bezüglich der Tätigkeit als Lehrpersonen

- FF 3. Welche Denkprozesse und Handlungen unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen können in der Erprobung der Fortbildungsinhalte und in der Reflexion identifiziert werden?

Für Erhebungen zum Wissenszuwachs wurden neben Standortbestimmungen zu Beginn und Ende der Kurse Einschätzungen der Lernzielerreichung der Teilnehmenden am Ende des Präsenztages und retrospektive Selbsteinschätzungen zum Modulabschluss genutzt. Erfahrungsberichte der Lehrpersonen, Dokumentationen zu Reflexionsphasen und Interviews gaben einen Einblick in die Umsetzung der Fortbildungsinhalte im Unterricht, d. h. einen Einblick in die Tätigkeit als Lehrpersonen.

FF 1. In welchen Bereichen der Stochastik wird ein Wissenszuwachs in der Fortbildung erreicht?

Der Wissenszuwachs wurde aus zwei verschiedenen Perspektiven betrachtet, durch die Standortbestimmungen aus einem eher sachbezogenen, durch die Selbsteinschätzungen aus einem individuellen Blickwinkel. Die Standortbestimmungen ermöglichten im Rahmen der Evaluation der Kurse einen Rückschluss darauf, ob die Zielstellungen der Fortbildungen erreicht wurden. Die individuellen Rückmeldungen erlaubten einen Einblick, inwieweit die Lehrpersonen für sich selbst einen Lernfortschritt feststellen und sich damit als fachlich kompetenter einschätzen. Differenzierter wird das im Folgenden für das Modul 3 *Zufall und Wahrscheinlichkeit* diskutiert.

Standortbestimmungen

Vergleich mit Kursen in Mecklenburg-Vorpommern (MV)

Ab Kurs 2 wurden Standortbestimmungen eingesetzt. Zunächst wurde dafür der informelle Test von Kurtzmann genutzt, den sie in einer parallel laufenden Fortbildungsreihe Stochastik für Grundschullehrkräfte in MV einsetzte (vgl. Abschnitt 6.4.1). Mit dem Vergleich der Ergebnisse von Kurs 2 und den Kursen in MV sind Rückschlüsse auf die Tragfähigkeit des Konzepts der in dieser Arbeit dargestellten fachinhaltlich orientierten Fortbildung möglich.

Aufgrund der qualifikationsheterogenen Zusammensetzung der Lerngruppen

wurde davon ausgegangen, dass die Teilnehmenden mit sehr unterschiedlichem Vorwissen in die Fortbildung einsteigen (vgl. Blömeke, Seeber et al., 2010). Kurtzmann (2017) vermutete sogar ein höheres Ausgangsniveau der Teilnehmenden des Berliner Kurses. Sie begründet ihre Annahme mit der im Unterschied zu Mecklenburg-Vorpommern in Berlin etablierten sechsjährigen Grundschule und der zu vermutenden höheren Fachausbildung der teilnehmenden Lehrkräfte.

Die Lösungshäufigkeit des Berliner Kurses liegt zu Kursbeginn im Mittel bei 44 Prozent, die der Kurse aus Mecklenburg-Vorpommern (MV) bei 41 Prozent (Kurtzmann, 2017, S. 151). Kurtzmann zieht daraus den Schluss, dass sich das Vorwissen der Teilnehmenden aus Mecklenburg-Vorpommern (MV) von denen in Berlin (BE) kaum unterscheidet. Diese Aussage ist zu hinterfragen, da der Vergleich der Kurse nur über Mittelwerte erfolgt. Die Teilnehmenden der Kurse aus MV sind Lehrpersonen unterer Klassen, die über eine Mathematikausbildung verfügen. Kurtzmann stuft diese Teilnehmenden aufgrund des geringen Ausbildungsanteils Stochastik bezüglich des Fortbildungsgegenstandes als fachfremd ein (Kurtzmann, 2017, S. 58ff.). Die als Referenz betrachtete Berliner Fortbildung (Kurs 2) ist qualifikationsheterogener zusammengesetzt (vgl. Tabelle 6.1, S. 104). Es ist davon auszugehen, dass fachfremd Unterrichtende und Grundschullehrpersonen mit geringen Ausbildungsanteilen in Mathematik zumindest zu Kursbeginn eine geringere Lösungshäufigkeit erreichen als Fachlehrkräfte der Sekundarstufe. Damit ist die Streuung der Lösungshäufigkeiten innerhalb der Berliner Kursgruppe wahrscheinlich eine größere als in den Vergleichskursen MV. Bei einer Betrachtung des Mittelwerts über alle Kursteilnehmenden hinweg können sich diese Unterschiede in den Lösungshäufigkeiten nahezu ausgleichen. Eine detailliertere Auswertung der Testunterlagen unter dem Gesichtspunkt der qualifikationsheterogenen Zusammensetzung der Lerngruppen war nicht möglich.

Trotzdem lassen sich aus den Angaben zu den mittleren Lösungshäufigkeiten einige grundsätzliche Aussagen im Vergleich der Fortbildungen ableiten. Beide Kurskonzepte unterscheiden sich in der Struktur und inhaltlichen Schwerpunktsetzung (vgl. Abschnitt 6.4.1). In MV stehen stochastische Situationen (STSI) und deren statistische Aufbereitung (STAT) im Mittelpunkt. Der Berliner Kurs orientiert sich an den Inhaltsbereichen der Stochastik, wobei Statistik

und Kombinatorik als Grundlage für die Auseinandersetzung mit zufälligen Ereignissen und für Wahrscheinlichkeitsaussagen angesehen werden.

Diese spezifischen Zugänge zur Stochastik in den Kurskonzepten wird in den Ergebnissen der Untersuchung zu den einzelnen Fortbildungsbereichen sichtbar (vgl. Tabellen 8.1 und 8.2). Beim Vergleich der Standortbestimmungen erreichen die Kursteilnehmenden aus MV im Mittel im Bereich stochastische Situationen (STSI) einen größeren Wissenszuwachs als Lehrpersonen des Berliner Kurses.

Im Bereich Statistik (STAT) bringen die Lehrpersonen beider Länder im Mittel ein größeres Vorwissen im Vergleich zu den anderen stochastischen Teilgebieten ein (vgl. Tabelle 8.1). Da der Umgang mit und die Darstellung von Daten traditionelle Fachinhalte (z. B. Mathematik, Sachunterricht) der Grundschule sind, kann davon ausgegangen werden, dass Lehrkräfte im Vergleich bezüglich dieser Inhalte über ein aktuelleres (Vor)Wissen und umfangreichere Lehrerfahrungen verfügen als zu den beiden anderen Teilbereichen der Stochastik. Der Unterschied im Vorwissen zwischen den Kursen beider Länder könnte, wie bereits beschrieben, in der qualifikationsheterogeneren Zusammensetzung des Berliner Kurses und dem höheren Anteil von Fachlehrkräften der Sekundarstufe (42 Prozent) begründet sein. Die Kurse in beiden Ländern schließen die Fortbildung in diesem Bereich auf einem vergleichbaren Lösungsniveau ab. Damit wird in den MV-Kursen ein etwas höherer Wissenszuwachs erreicht. Das kann auf die spezifische Schwerpunktsetzung der MV-Fortbildung zurückgeführt werden (vgl. Abschnitt 6.4.1).

Tabelle 8.1: Informeller Test MV - Durchschnittliche Aufgabenerfüllung in den Bereichen STSI und STAT(in Prozent)

		MV	BE
STSI	Prä	45	46
	Post	63	55
STAT	Prä	59	56
	Post	68	69

STSI: Stochastische Situationen STAT: Statistik

Tabelle 8.2: Informeller Test MV - Durchschnittliche Aufgabenerfüllung im Bereich WKR (in Prozent)

		MV	BE
WKR	Prä	27	28
	Post	32	46

WKR: Wahrscheinlichkeitsrechnung

Betrachtet man den Bereich Wahrscheinlichkeitsrechnung (WKR), so ist das Vorwissen der Lehrpersonen im Vergleich zu den anderen stochastischen Inhaltsbereichen im Mittel am geringsten. Das kann mit den in der Vergangenheit geringen Ausbildungsanteilen in der Lehramtsausbildung über alle Schulstufen hinweg erklärt werden (vgl. Abschnitt 2.3.1). Im Vergleich der Ergebnisse wird in der Berliner Fortbildung mit einem geringeren zeitlichen Aufwand in einer qualifikationsheterogeneren Lerngruppe ein wesentlich größerer Wissenszuwachs in der Wahrscheinlichkeitsrechnung erreicht. Das entspricht der Schwerpunktsetzung in der DZLM-Fortbildung. Ein weiterer Erklärungsansatz könnte durch den Vergleich der Gestaltung der Lernprozesse in den Fortbildungen gefunden werden. Darauf wird unter FF 2. eingegangen.

Insgesamt erreichen die Kurse in beiden Ländern im Mittel ein vergleichbares Endniveau (vgl. Tabelle 7.1, S. 126). Kurtzmann zieht daraus den Schluss, „dass die Fortbildung in Berlin mit einem geringeren zeitlichen Aufwand wirksamer ist“ (Kurtzmann, 2017, S. 151).

Vergleich der Kursdurchläufe in Berlin

Um differenziertere Aussagen zu Bereichen des Wissenszuwachses zu erhalten, wurde in den anschließenden Kursen 3 bis 5 auf eine weitere Standortbestimmung zurückgegriffen (vgl. Abschnitt 6.4.1). In diesem Zusammenhang war zu überlegen, ob die Ergebnisse des informellen Tests und der Standortbestimmungen wenigstens teilweise in Beziehung gesetzt werden können. Bei der Erhebungen zum Vorwissen wurden vergleichbare Ergebnisse in den Standortbestimmungen wie im informellen Test erreicht. Damit erscheint es möglich, Ergebnisse und die oben getroffenen grundsätzlichen Aussagen zu den Kursen MV-BE im Vergleich zu diskutieren. Da es in dieser Arbeit nicht um einen empirisch gesicherten Nachweis der Wirkung dieser Fortbildung, sondern eher

um das Sondieren eines Forschungsfeldes und die Einschätzung von Entwicklungstendenzen geht, scheint diese Vorgehensweise zulässig. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der Standortbestimmungen der Kurse 3 bis 5 ebenfalls nur als Lösungshäufigkeiten ausgewiesen (vgl. Tabelle 7.3, S. 127).

Die Ergebnisse der Kurse 3 bis 5 zeigen, dass das Fachwissen von Fachkräften und MfuL zu Beginn der Fortbildung gering ist und sich nur wenig unterscheidet. Fehlkonzepte zur Stochastik sind bei Fachkräften und MfuL zu Beginn der Fortbildung ähnlich ausgeprägt. Das steht scheinbar im Widerspruch zu Untersuchungen, die Wissen von Lehrpersonen als ausbildungsabhängig beschreiben (vgl. u. a. Blömeke, Seeber et al., 2010). Ein Blick in die TEDS-M-Studie zeigt, dass die mathematischen Inhaltsbereiche entsprechend ihrer damaligen curricularen Wichtung in der Untersuchung abgebildet wurden (vgl. auch Abschnitt 2.2.3). Für die Stochastik wurden aus diesem Grund nur wenige Items eingesetzt, im Anschluss auch nicht weitergehend betrachtet und auch keine Aussagen zu diesem Bereich getroffen. Darin liegt eigentlich auch schon ein Erklärungsansatz für das Ergebnis der Standortbestimmung zum Vorwissen. Die Studienanteile von Stochastik waren in den verschiedenen Lehramtsausbildungen der Kursteilnehmenden gering. Aus der qualifikationsheterogenen Zusammensetzung lassen sich die Unterschiede im Vorwissen der Teilnehmenden zwischen den Kursen also nicht ableiten (vgl. Tabelle 6.1, S. 102). Wie in jeder Lerngruppe werden sich auch die Teilnehmenden jeden Kurses in ihrem Vorwissen bezüglich des Lerngegenstandes unterscheiden.

Vor dem Hintergrund, dass im Vergleich zur Fortbildungsreihe in MV in der Wahrscheinlichkeitsrechnung ein wesentlicher Wissenszuwachs im Kurs 2 erreicht wurde, werden die Ergebnisse der Standortbestimmungen in diesem Bereich und beispielhaft am Kurs 4 detaillierter betrachtet (vgl. Abbildungen 7.1 und 7.2, S. 128).

Die Standortbestimmung zeigt, dass sich das Vorwissen der Teilnehmenden auch in den verschiedenen Anforderungsbereichen unterscheidet. Bezüglich der Anforderung *Wahrscheinlichkeiten darstellen* bringt die Kursgruppe mit einer Lösungshäufigkeit von 94 Prozent ein umfangreiches Vorwissen ein. Eine mögliche Erklärung kann sich daraus ergeben, dass die geforderten Darstellungen der Wahrscheinlichkeiten den üblichen und traditionellen Darstellungen von Brüchen in Lehrwerken entsprechen (vgl. Anlage Abbildung B.3).

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich MfuL an ihren Lehrwerken orientieren, ihnen diese Inhalte aus der eigenen Schulzeit bzw. der Unterrichtstätigkeit vertraut sind.

Betrachtet man Anforderungen, die sich auf spezifische Konzepte der Wahrscheinlichkeitsrechnung beziehen, so werden ausbildungsbedingte Defizite im Vorwissen der Teilnehmenden sichtbar:

- Empirisches Gesetz der großen Zahlen nutzen, um Versuchsergebnisse zu beurteilen - Lösungshäufigkeit 22 Prozent
- Wahrscheinlichkeit angeben: zweimaliges Ziehen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge - Lösungshäufigkeit 0 Prozent

Fachlehrkräfte und MfuL zeigen im Ergebnisse der Fortbildung insgesamt ähnliche Wissenszuwächse (vgl. Tabelle 7.3, S. 127). Alle Lehrpersonen lösen nach der Fortbildung durchschnittlich mehr Aufgaben korrekt als zu Beginn. Fehlkonzepte zur Stochastik bleiben jedoch bei MfuL nach der Fortbildung stärker bestehen als bei Fachlehrkräften. Das wird im Folgenden für den Kurs 4 wieder mit Bezug auf Ergebnisse im Modul 3 *Zufall und Wahrscheinlichkeit* detaillierter dargestellt. In diesem Modul wurde insbesondere an Inhalten gearbeitet, die für das Verständnis von Zufall und von Wahrscheinlichkeitsaussagen grundlegend und für den Mathematikunterricht in der Grundschule bedeutsam sind. Am Ende des Kurses erfüllten alle Teilnehmenden grundlegende Anforderungen zu 100 Prozent:

- Wahrscheinlichkeiten darstellen
- Wahrscheinlichkeiten in unterschiedlichen Darstellungen vergleichen
- Vergleich von Wahrscheinlichkeiten zwischen unterschiedlichen Zufallsgeneratoren
- Zufallsgenerator an Gewinnwahrscheinlichkeit anpassen und begründen
- Produkt Augenzahlen (Würfel) - Aussage zur größten Wahrscheinlichkeit

Ein besonders großer Wissenszuwachs (vor 22 Prozent - nach 60 Prozent) wurde beispielsweise bei der Anforderung *Empirisches Gesetz der großen Zahlen nutzen, um Versuchsergebnisse zu beurteilen* erreicht. Trotzdem kann eine

60-prozentige Lösungshäufigkeit am Kursende vor dem Hintergrund der Bedeutung dieses grundlegenden Konzepts für die Überwindung von Fehlvorstellungen nicht zufriedenstellen. Damit werden die Grenzen des fachlichen Lernens in einer derartigen fachlichen Fortbildung sichtbar.

Ein anderes Beispiel zeigt zudem Grenzen eines fachlichen Lernens bei der Bewältigung eines höheren Anforderungsniveaus auf. In der Fortbildung wurden am Beispiel eines mehrstufigen Zufallsexperiments verschiedene Wege aufgezeigt, um den Ereignisraum zu ermitteln. In diesem Zusammenhang wurde u. a. das Potential einer Darstellung im Baumdiagramm herausgestellt und diskutiert (vgl. Anlage Abbildung B.8). Zum einen wurden die Stellen identifiziert, an denen in der Darstellung der Zufall eine Rolle spielt. Neben der Ermittlung von Wahrscheinlichkeiten ging es zum anderen auch darum, das Potential der Darstellung für ein inhaltliches Verständnis der 1. und 2. Pfadregel (Summen- und Produktregel) zu nutzen (vgl. Anlage Abbildung B.9). Am Ende der Fortbildung waren doppelt so viele Lehrpersonen in der Lage, in einem Baumdiagramm fehlende Wahrscheinlichkeiten zu ergänzen. Betrachtet man eine höhere Anforderung, wie zum Beispiel

Aus einer Darstellung im Baumdiagramm einen Rückschluss auf die Versuchsdurchführung ziehen und begründen,

dann ist in diesem Bereich kein entscheidender Wissenszuwachs zu erkennen. Teilweise wurden in Anforderungen, die nicht unmittelbar Fortbildungsgegenstand waren, Zuwächse ausgewiesen. So konnte, wie oben beschrieben, keine Lehrperson zu Beginn der Fortbildung die folgende Anforderung erfüllen:

Wahrscheinlichkeit angeben: zweimaliges Ziehen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge.

Zum Abschluss des Kurses wurde eine Lösungshäufigkeit von 20 Prozent erreicht. Das entspricht ungefähr dem Anteil der teilnehmenden Fachlehrkräfte der Sekundarstufe. Eine mögliche Erklärung wäre, dass diese Fachlehrkräfte innermathematische Verknüpfungen und Zusammenhänge schneller erkennen als Lehrpersonen ohne Fachausbildung und damit auch eher in der Lage sind, ihre Erkenntnisse auf andere komplexere bzw. höhere Anforderungen zu übertragen.

Ein Blick auf Standortbestimmungen einzelner Lehrpersonen zeigt, dass der Wissenszuwachs individuell sehr unterschiedlich ausfällt. In der Gruppe der Lehrpersonen, die mit einer sehr geringen Lösungshäufigkeit im Vorwissen (bis 35 Prozent) einsteigen, erreichen einige im Vergleich der Standortbestimmungen zum Kursabschluss nur einen geringen Wissenszuwachs (Lösungshäufigkeit unter 50 Prozent), andere einen wesentlich höheren (Lösungshäufigkeit 70 Prozent). Der Vergleich der Standortbestimmungen zeigt auch, dass Lehrpersonen mit einem umfangreichen Vorwissen (Lösungshäufigkeit über 80 Prozent) noch etwas dazulernen. Die Lösungshäufigkeiten lassen keinen unmittelbaren Schluss auf die Qualifikation der Lehrperson zu. Am Beispiel von Carsten wird sichtbar, dass es Lehrpersonen gibt, die Mathematik fachfremd unterrichten, aber mit einem umfangreichen Vorwissen in die Fortbildung einsteigen (vgl. Abschnitt 7.3.3). Diese Ergebnisse erfordern differenziertere Betrachtungen und gegebenenfalls weitergehende Untersuchungen. Das ist in dieser Arbeit allerdings nicht vorgesehen.

Selbsteinschätzungen

Das Lernen im Modul umfasste eine eintägige Präsenzzeit und eine anschließende Distanzzeit von ca. sechs Wochen. Die Teilnehmenden beurteilten ihre persönliche Lernzielerreichung zunächst am Ende der Präsenzzeit und nochmals als retrospektive Selbsteinschätzung zum Abschluss der einzelnen Module (vgl. Abschnitt 3.4.2).

Betrachtet man diese Einschätzungen, dann halten sich die Teilnehmenden am Ende des Präsenztages im Modul *Statistik* (vgl. Anlage A.1) für kompetenter als am Ende der Präsenz im Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* (vgl. Abbildungen 7.3 bis 7.6, S. 136f.), was zu erwarten war.

Bei der Anlage der Fortbildung wurde bewusst *Statistik* als Einstiegsmodul gewählt, da davon ausgegangen wurde, dass das erfahrungsbasierte Vorwissen in diesem Bereich den Lehrpersonen den Zugang zum Fortbildungsgegenstand erleichtert und Hemmungen reduziert (vgl. Abschnitt 4.3.1). Betrachtet man die Lernziele in der Statistik im einzelnen, dann ist zu erkennen, dass der Umgang mit Kennwerten eine Herausforderung für die Teilnehmenden darstellte (vgl. Anlage A.2). Insbesondere die MfuL betonten ihre Unsicherheit im inhaltlichen Verständnis von Mittelwert und Median und deren Verwendung. Betrachtet man dazu im Vergleich die retrospektive Selbsteinschätzung

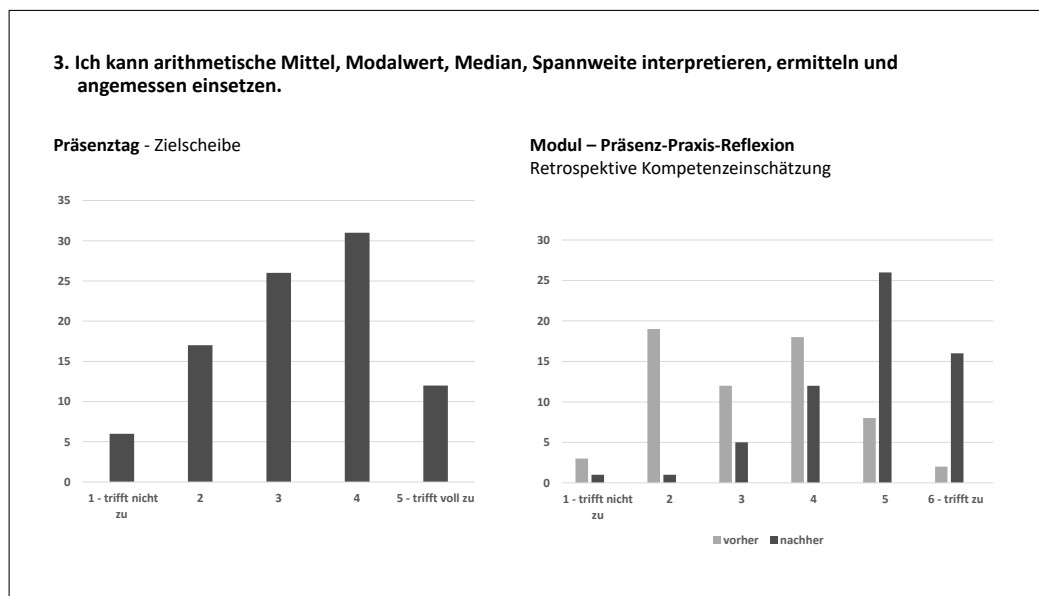


Abbildung 8.1: Modul 1 - Vergleich der Selbsteinschätzungen (Lernziel 3)

aller Lehrpersonen, dann ist das angenommene Bild des erfahrungsbasierten Vorwissens zur Statistik zu hinterfragen (vgl. Abbildung 8.1). Bezüglich des Umgangs mit statistischen Kennwerten zeigte sich, dass auch in diesem Teilbereich der Statistik bei Fortbildungsbeginn die Mehrzahl der Lehrpersonen ihre Kompetenz als geringer einschätzten. Das Nacharbeiten und das Erproben in der Praxisphase führte anscheinend auch in diesem Teilgebiet dazu, dass die überwiegende Mehrzahl der Teilnehmenden sich zum Abschluss des Moduls als kompetenter wahrnahm. Offensichtlich ist aber auch, dass es Lehrpersonen gibt, die bezüglich des Umgangs mit diesen grundlegenden Kennwerten kaum einen individuellen Lernzuwachs wahrnehmen, um sich selbst als kompetent einzuschätzen. Damit werden die Grenzen einer fachinhaltlichen Fortbildung auch für die Statistik sichtbar. Zugleich ist erkennbar, dass die Statistik unbedingt Teil der Fortbildung sein muss.

Für das Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* sind für die Kurse 1 bis 5 die Ergebnisse der Teilnehmendenbefragung zur Lernzielerreichung am Präsenztag in den Abbildungen 7.3 bis 7.6 (S. 136f.) dargestellt. Sie zeigen, dass in diesem komplexen Inhaltsbereich durch eine eintägige Fortbildungsveranstaltung aus Sicht der Mehrzahl der Teilnehmenden kein sicherer Lernzuwachs im Sinne einer Kompetenzerweiterung erreicht werden kann. Das wird insbesondere in den

Ergebnissen des Kurses 3 sichtbar. Es ist der Kurs, in dem mit 54 Prozent der Teilnehmenden der größte Anteil an fachfremd Unterrichtenden fortgebildet wurde. Im Umkehrschluss könnte man erwarten, dass sich im Kurs 2 mit dem größten Anteil an Fachlehrkräften der Sekundarstufe (42 Prozent) eine größere Anzahl der Teilnehmenden bereits am Ende des Präsenztages als kompetenter einschätzten. Das ist nicht der Fall. Im Gegenteil, bezüglich einiger Lernziele fühlen sich die Teilnehmenden anscheinend anteilig sogar weniger kompetent als die Teilnehmenden des Kurses 3. Das kann verschiedene Ursachen haben und u. a. auch in der Gestaltung des Fortbildungstages begründet sein.

Zudem fällt auf, dass sich die Einschätzungen der Teilnehmenden der Kurse 1 bis 3 und der Kurse 4 und 5 sichtbar unterscheiden. Eine mögliche Erklärung ergibt sich daraus, dass durch die Rückmeldungen der Teilnehmenden der Kurse 1 bis 3 und im Ergebnis der Reflexionen die Gestaltung dieses Präsenztages geprüft und angepasst wurde. Inhaltlich wurden keine Veränderungen vorgenommen. Auch die Lernaufgaben und die damit verbundenen Anforderungen an die Teilnehmenden wurden beibehalten. Dem Austausch zu den Lösungswegen, der Reflexion der Herangehensweisen wurde mehr Zeit eingeräumt und die Herausarbeitung der tragenden mathematischen Kernideen fokussiert.

Zum Abschluss des Moduls beurteilten die Teilnehmenden in einer retrospektiven Einschätzung ihren Wissenszuwachs. In den Abbildungen 7.7 bis 7.10 (S. 138f.) werden diese Einschätzungen aus allen Kursen zu den einzelnen Lernzielen des Moduls 3 zusammengefasst. Diese Abbildungen zeigen, dass die Mehrzahl der Lehrpersonen eine Kompetenzerweiterung wahrnehmen. Es wird aber auch sichtbar, dass mit komplexeren Anforderungen, die in den Lernzielen 3 und 4 abgebildet sind, der Anteil der Lehrpersonen zunimmt, der sich weniger kompetent fühlt. In der Anlage B.2 sind die Ergebnisse der einzelnen Kurse dargestellt. Betrachtet man den Kurs 2 (42 Prozent Fachlehrpersonen) und den Kurs 3 (54 Prozent MfuL), so könnten die Unterschiede in den Vor-Einschätzungen mit der qualifikationsheterogenen Zusammensetzung der Kurse begründet werden. Interessanter ist, dass sich die Einschätzungen der Teilnehmenden zum Abschluss des Moduls weniger unterscheiden. Die Teilnehmenden des Kurses 3 mit dem höheren Anteil MfuL nehmen im Vergleich der beiden Kurse einen höheren persönlichen Wissenszuwachs wahr. Ein möglicher Erklärungsansatz wird unter FF 2. diskutiert.

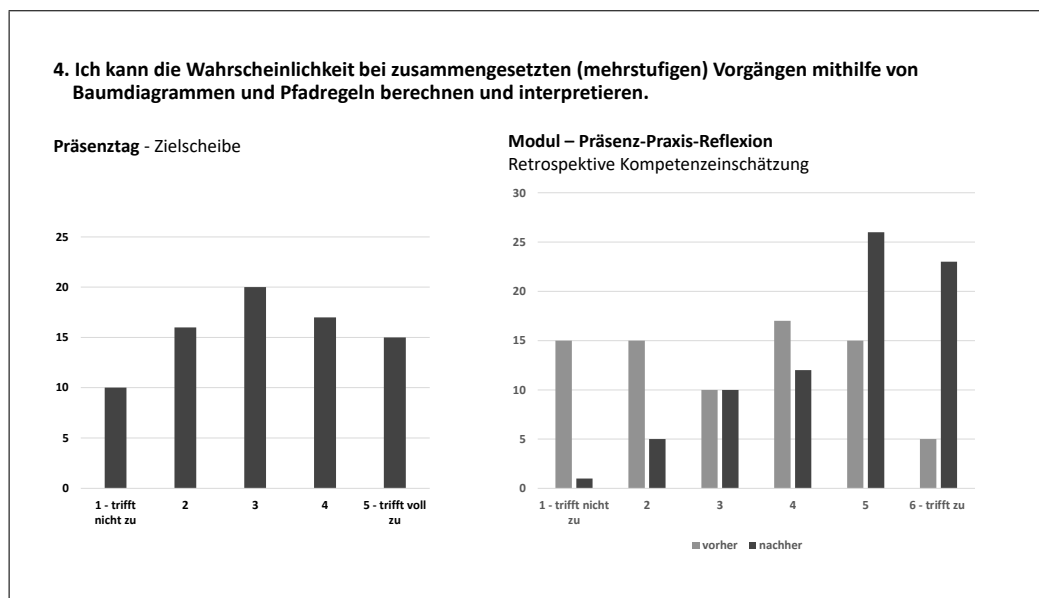


Abbildung 8.2: Modul 3 - Vergleich der Selbsteinschätzungen (Lernziel 4)

Betrachte man die Beurteilung der Lernzielerreichung am Ende des Präsenzta-
ges im Vergleich zur Einschätzung des Wissenszuwachses am Ende des Moduls
(vgl. Abbildung 8.2), so kann angenommen werden, dass die sich an die Prä-
senzzeit anschließende Distanzphase das Lernen nachhaltig unterstützt. Erklär-
ungsansätzen wird im folgenden Abschnitt (FF 2.) nachgegangen.

Resümee

Ein berufsbegleitendes fachinhaltliches Lernen von unterschiedlich qualifizier-
ten Lehrpersonen einer sechsjährigen Grundschule ist durch diese Stochastik-
fortbildung möglich. Durch die Standortbestimmungen konnte für alle Module
ein Wissenszuwachs in den Kursgruppen festgestellt werden. Die Ergebnisse
zeigen aber auch, dass diese Fortbildung eine grundlegende Fachausbildung
nicht ersetzen kann.

Die Lernziele sind grundlegende fachliche Kompetenzerwartungen in der Sto-
chastik für Lehrpersonen an einer Grundschule. Die Selbsteinschätzungen der
Teilnehmenden lassen den Schluss zu, dass die überwiegende Mehrheit auch
persönlich einen Wissenszuwachs in den einzelnen Modulen wahrgenommen
hat. Damit sind „optimistische Kompetenzerwartungen“ erfüllt, die eine Grund-
bedingung dafür darstellen, dass Lehrpersonen in Zukunft mit den fachlichen

Anforderungen der Stochastik kompetent umgehen können (Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 36) (vgl. auch Abschnitt 2.3.4).

FF 2. Welche Gestaltungsprinzipien und -schwerpunkte werden von Lehrpersonen als besonders bedeutsam für ihren Wissenszuwachs in einer Stochastik-Fortbildung angesehen?

Die Rückmeldungen zur Durchführung der Fortbildungen zeigen, dass die Gestaltungsprinzipien den Lernprozess in allen Kursen prägten und die Lehrpersonen diese wertschätzten. Die Aussagen der Teilnehmenden in den Reflexionen und in offenen Rückmeldungen in den Befragungen lassen den Schluss zu, dass auch die Gestaltungsschwerpunkte (vgl. Abschnitt 4.3) das Lernen unterstützen.

Bei der Entwicklung der DZLM-Fortbildung wurde von Anfang an eine systemische Einbindung angestrebt, d. h. die Kurse sollten von Beginn an im Fortbildungssystem verortet werden, Lehrpersonen als Lernende im System Schule gesehen und Möglichkeiten des Lernens in der Fortbildung mit unterrichtlichen Transferprozessen verknüpft werden. Damit wurden die Teilnehmenden nicht nur als lernende Lehrkräfte wahrgenommen. Sie wurden als Fachleute für Unterricht angesehen, denen ihre Verantwortung für Unterrichtsentwicklung bewusst gemacht und gleichermaßen herausgefordert werden muss.

Im Weiteren werden die Gestaltungsschwerpunkte detaillierter betrachtet, die in der hier vertretenen Fortbildung als bedeutsam für einen Lernfortschritt der Kursgruppen angesehen werden.

Der *modulare Aufbau* wurde von den Teilnehmenden in zweifacher Hinsicht als förderlich eingeschätzt. Zum einen, weil die Module abgeschlossene inhaltliche Lerneinheiten bilden, sie sich aber in der Folge logisch aufeinander aufbauen und beziehen. Des Weiteren wurde von den Teilnehmenden betont, dass es wichtig war, dass in jedem Modul auf die Präsenzzeit eine Praxisphase mit einer geforderten Unterrichtserprobung folgte. Die Länge der Distanzphase von ca. sechs Wochen wurde als optimal für ein berufsbegleitendes Lernen angesehen. Aus Sicht der Teilnehmenden ist die Zeit ausreichend, die Unterrichtserprobung in den Schulalltag einzuplanen, vor- und nachzubereiten. Die Lehrkräfte betonten, dass dieser Zeitrahmen sicherte, dass sie eigentlich im „Lernverlauf“ der Fortbildung blieben.

In den Berliner Kursen wurde die Erprobung von den Teilnehmenden als hilfreich bewertet, um die fachlichen und fachdidaktischen Anregungen aus der Präsenzzeit zu verarbeiten bzw. im Unterricht umzusetzen. Die Unterrichtsvorbereitung, die Durchführung und die Aufbereitung für den Austausch mit den anderen Lehrkräften wurde als eigentliche Lernzeit bezeichnet.

Diese Erkenntnisse sind Ergebnis eines Prozesses. In allen Kursen reagierten die Teilnehmenden am Ende des ersten Präsenztages zunächst schon mit Unverständnis und auch unterschwelligem Widerstand auf die Forderung, in der folgenden Distanzphase die mathematischen Inhalte in ihrem Unterricht umzusetzen. Obwohl diese Aufgabe für die Praxisphase in der Ankündigung der Fortbildung beschrieben war. Nach der ersten Praxisphase brachten in allen Kursen auch immer nur etwas mehr als die Hälfte der Lehrpersonen Material aus der Unterrichtserprobung mit. In der sich anschließenden Reflexionsphase, zunächst in Gruppen auf der Ebene von Doppeljahrgangsstufen, entstand dann ein intensiver Austauschprozess. Diese Reflexions- und Austauschphase am Ende des ersten Moduls ist in allen Kursdurchläufen als ein Schlüsselerlebnis für die Teilnehmenden anzusehen. Die eigene Unterrichtserprobung wurde in der Folge immer mehr als Chance angesehen und genutzt, um sich mit den anderen Kursteilnehmenden auszutauschen und Anregungen für die eigene Arbeit zu erhalten und Bestätigung zu erfahren. Es wurde von den Teilnehmenden zum Ausdruck gebracht, dass eine geforderte Reflexion zur Unterrichtserprobung nur in Form einer Dokumentation als eine notwendige Pflichtaufgabe angesehen, für sie aber weniger bedeutsam gewesen wäre. Im Laufe der einzelnen Fortbildungen entwickelten sich die Reflexionsphasen zu einer Art „Best-Practice-Messe“, in denen Aufgaben, Unterrichtsmaterialien und vielfältige Dokumente von Schülerinnen und Schülern bereit und zur Diskussion gestellt wurden. Diese Austauschprozesse unterstützten die Entwicklung der Reflexionsfähigkeit und erweiterten das fachdidaktische Wissen der Lehrpersonen. Gleichzeitig gaben sie ausschnittsweise und punktuell einen Einblick in den Unterricht der Teilnehmenden.

Als weiterer Gestaltungsschwerpunkt gilt der *Perspektivwechsel Lernende-Lehrende*. In den Berliner Fortbildungen musste dieser Rollenwechsel im Verlauf des ersten Präsenztages durch die Referentinnen immer wieder angemahnt und begründet werden. Lehrpersonen fiel es zu Beginn schwer, sich zunächst nur

als Mathematik-Lernende zu sehen und nicht gleichzeitig parallel oder sogar vorrangig als Lehrende über den mathematischen Inhalt nachzudenken. In den nachfolgenden Präsenzzeiten ließen sich die Teilnehmenden auf dieses Arbeitsmuster ein, sicher auch, weil sie sich mit steigenden Anforderungen auseinandersetzen mussten. Zudem schätzen die Teilnehmenden im Rückblick ein, dass sie es mit der Zeit als entlastend empfanden, nicht gleichzeitig schon über eine Umsetzung im Unterricht nachzudenken. Es war zu beobachten, dass sich die Teilnehmenden, ungestört durch die Lehrenden-Sicht, aktiv und intensiv auf eine Auseinandersetzung mit den mathematischen Inhalten einließen. In den anschließenden Phasen als Lehrende wurde beim Nachdenken über die Gestaltung von Lernprozessen für Schülerinnen und Schülern immer wieder Bezug zu den eigenen Lernprozessen hergestellt, insbesondere zu schwierigen Lernsituationen. Es wird davon ausgegangen, dass sich auch dadurch das fachdidaktische Verständnis von Lehr-Lern-Prozessen weiterentwickelt hat.

Sowohl als Gestaltungsprinzip als auch als Gestaltungsschwerpunkt durchzog die *Kooperation von Lehrkräften* die DZLM-Fortbildung. Das entspricht ihrer Bedeutung für eine kollegiale fachbezogene Unterrichtsentwicklung. Ausgehend von der unterrichtlichen Praxis sollten die Kooperations- und Reflexionsfähigkeiten der Lehrpersonen gefördert werden (vgl. Rolff et al., 2009; Ostermeier et al., 2010; Fischer et al., 2014; DZLM, 2015b).

Da der Blick von Anfang an auf eine kollegiale fachbezogene Unterrichtsentwicklung gerichtet war, wurde diese Fortbildung für Lehrkräftetandems einer Grundschule ausgeschrieben. Das auch mit dem Ziel, Impulse aus der Fortbildung in die Fachkollegien geben zu können. Das beeinflusste die Fortbildung in der inhaltlichen Gestaltung (vgl. Abschnitt 4.2.3). Es ermöglichte zudem eine für viele Lehrkräfte neue Form des gemeinsamen Lernens von Lehrpersonen einer Schule und eine erweiterte über den eigenen Unterricht hinausgehende Entwicklungsarbeit.

Das positive Erleben von Kooperation konnte in allen Reflexionsphasen der Fortbildung herausgestellt werden. Zudem wurden die Präsenztage mit dem Austausch zur Praxisphase eingeleitet, an deren Beginn die Reflexion der eigenen und der schulischen Arbeitsprozesse stand (vgl. Anlage D). Diese Phase erfüllte zwei Erwartungen. Einerseits wurde Frustpotential, insbesondere über schulische Rahmenbedingungen, thematisiert und Möglichkeiten und Grenzen

von Veränderungen innerhalb der Gruppe diskutiert. Andererseits konnte das Hauptaugenmerk auf einen Austausch zu Beispielen erfolgreicher Lehrkräftekooperation gelenkt werden. Abschließend wurden durch die Referentin wesentliche Diskussionsschwerpunkte mit Bezug zum PLG-Konzept herausgestellt. In Vorbereitung der nächsten Praxisphase wurde mit Rückgriff auf die Eingangsdiskussion über nächste Ziele und Maßnahmen der Ausgestaltung der Zusammenarbeit im Tandem und darüber hinaus nachgedacht.

Die Kurse zeigen, dass das angedachte Tandemkonstrukt nicht durchgehend realisiert werden konnte (vgl. Abschnitt 7.1, S. 131). Die Austauschphasen zu schulischen Arbeitsprozessen ermöglichten einen differenzierteren Einblick in die Rahmenbedingungen unter denen die Lehrkräfte die Teilnahme an der Fortbildung realisierten. Es wurden die bereits aus der Forschung (u. a. Lipowsky, 2014) und aus Unterrichtsentwicklungsprogrammen wie SINUS (Ostermeier et al., 2010; Fischer et al., 2014) bekannten begünstigenden und hemmenden Faktoren sichtbar. Beachtenswert war, dass sich Lehrpersonen mit sehr ungünstigen schulischen Rahmenbedingungen (fehlende/r Tandempartner/in, kein Rückhalt bei der Schulleitung) offensiv in der Kursgruppe vernetzten. Sie arbeiteten motiviert in allen Phasen der Fortbildung und brachten in allen Modulen Beiträge aus den eigenen Unterrichtserprobungen ein.

Der erweiterte Ansatz zur Lehrkräftekooperation zeigt in diesen Kursen, dass Lehrpersonen für kooperative Arbeitsformen aufgeschlossen werden können bzw. bestehende gestärkt werden. Über den Rahmen der Fortbildung hinaus Impulse und Anregungen für Fachgruppen der Schulen zu geben, gelang nur an den Stellen, an denen Teilnehmende bereits vor der Fortbildung in kooperative Arbeitszusammenhänge eingebunden waren.

In Berlin richtete sich die Ausschreibung bewusst an alle Lehrkräfte, die im Mathematikunterricht einer sechsjährigen Grundschule tätig sind. Den Referentinnen war zu Kursbeginn, zwar nicht personenbezogen, die *qualifikationsheterogene Zusammensetzung der Lerngruppe* bekannt. In den Arbeits- und Austauschprozessen waren keine Auffälligkeiten zu erkennen, die einen Zusammenhang zur mathematischen Qualifikation der Teilnehmenden vermuten ließen. Während der gesamten Kursdurchführung gab es zwei Lehrpersonen, die sich als fachfremd zu erkennen gaben. Beide taten das aus dem Grund, um ihre wohl möglichen wiederholten Nachfragen in der Gruppe zu rechtfertigen.

Aber auch ihr Lernverhalten unterschied sich nicht derartig von dem anderer Teilnehmenden, um einen Rückschluss auf die mathematische Qualifikation zuzulassen.

Um die Sicht der Teilnehmenden einzufangen, wurde jeweils in der Reflexionsphase zum Kursabschluss das Lernen in einer derartig qualifikationsheterogenen Lerngruppe angesprochen. Fachfremd unterrichtende Lehrpersonen gaben an, dass sie die fachliche Kompetenz anderer Lehrpersonen schätzten. Diskussionen in den Gruppenphasen wurden als hilfreich empfunden und angegeben, dass dieser Austausch das fachinhaltliche Verständnis unterstützte. Ausgebildete Lehrpersonen schätzten ein, dass ihre fachfremd unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen genau die (Nach)Fragen stellten, die für das Verständnis des mathematischen Problems und der Zusammenhänge wichtig waren. Sie schätzten insbesondere die fachdidaktischen Dispute zwischen den Lehrkräften in den Arbeits- und Reflexionsphasen als sehr bereichernd ein. Die teilnehmenden Lehrkräfte der Sekundarstufe fühlten sich nicht unterfordert und betrachteten die Fortbildung im Rückblick als eine notwendige fachinhaltliche Auffrischung. Diese Personengruppe betonte, dass der stufenspezifische Zugang zur Stochastik für sie teilweise neu und hilfreich dafür war, ein Verständnis von propädeutischer Stochastik in der Grundschule zu erwerben (vgl. auch Binner & Rösken-Winter, 2019).

Resümee

Die Gestaltungsprinzipien und -schwerpunkte des Fortbildungskonzept (vgl. Abschnitt 4.3) spiegeln die Erkenntnisse der Forschung zu erfolgreich gestalteten Fortbildungen wider (vgl. Abschnitt 3.4.2). Die Rückmeldungen der Teilnehmenden zeigen, dass sie auch in den Fortbildungen umgesetzt wurden und das Lernen unterstützten. Insbesondere ist es gelungen, den Teilnehmenden die Relevanz und die Wirksamkeit des eigenen Handelns sichtbar zu machen. Damit wurde ein Merkmal erfüllt, dem u. a. Stern (2009) und Lipowsky (2014) eine Schlüsselrolle im Lernen von Lehrpersonen und Unterrichtsentwicklungsprozessen zuschreiben. Ergänzend ist hervorzuheben, dass die vielschichtige Heterogenität der Gruppen die Lernprozesse der Lehrkräfte eher bereicherte als störte.

FF 3. Welche Denkprozesse und Handlungen unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen können in der Erprobung der Fortbildungsinhalte und in der Reflexion identifiziert werden?

In dieser Arbeit können keine Aussagen zu Entwicklungsprozessen im Sinne einer Wirkung der Fortbildung auf das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen (Lipowsky, 2014) getroffen werden, da die Ausgangssituationen nicht erfasst wurden. In den weiteren Betrachtungen ist zudem zu beachten, dass alle Teilnehmenden eine Lehramtsausbildung abgeschlossen haben und damit zumindest über eine grundlegende pädagogisch-psychologische und allgemein didaktische Ausbildung verfügen.

Zunächst ist festzustellen, dass die Analyse der Dokumentationen und Reflexionsprozesse keinen Rückschluss auf die Qualifikationen der Teilnehmenden zulassen. Qualitative Unterschiede in den Erfahrungsberichten lassen vermuten, dass eine derartige Dokumentationsform im Schulalltag nicht gebräuchlich, fachdidaktisches Wissen nicht aktuell und die Reflexionsfähigkeit wenig geschult ist.

Weiterführend wäre es noch interessant, die Ergebnisse der Erprobung vor dem Hintergrund des von Grigutsch und Törner (1994) beschriebenen mathematischen Weltbilds, detaillierter zu analysieren und zu diskutieren. Es zeichnet sich ab, dass der Prozess-Aspekt (stochastische Arbeitsweisen) dominiert im Verbund mit dem Formalismus-Aspekt (Arbeitsweisen begründen und reflektieren). In den Dokumenten und Reflexionen sind fast ausschließlich konstruktivistische Lernauffassungen mit transmissionsorientierten Elementen zu erkennen.

Innerhalb der Fortbildung wurden bewusst Lernphasen im Sinne eines kompetenzorientierten Lehrens und Lernens gestaltet (vgl. Abschnitt 4.3.2, S. 87). Der Austausch zu und das Verständnis von einem kompetenzorientierten Unterricht prägten die anschließenden Reflexionsprozesse. In den Dokumentationen der Erprobung waren zwar vergleichbare Vorgehensweisen wiederzuerkennen, inwieweit sie aber durch die Gestaltung der Fortbildung beeinflusst wurden, kann, da es dazu keine Vorerhebungen gab, nicht beurteilt werden. Es wird aber davon ausgegangen, dass bestehende konstruktivistisch orientierte Vorstellungen zum Lernen bestätigt bzw. gestärkt wurden.

Im Mittelpunkt der Dokumentationen und aller Austauschprozesse stand immer wieder die Gestaltung von Aufgaben. Vorrangig ging es um die Formulierung von Aufgabenstellungen, die altersspezifische Schülertätigkeiten initiieren und in einer heterogenen Lerngruppe funktionieren. Die Reflexion dazu fokussiert dann in der Regel auch auf das Gelingen einer jahrgangsspezifischen Adaption für die Lerngruppe.

Betrachtet man die Dokumentationen unter dem Aspekt, wie das Potential von Aufgaben als Steuerungsinstrument im Unterricht (vgl. Abschnitt 3.3.2) genutzt wird, dann wurden Aufgaben vordergründig als Lernaufgaben konstruiert und eingesetzt. Auf das diagnostische Potential wurde in den Dokumenten selten eingegangen. In den anschließenden Austausch- und Reflexionsphasen spielte die Analyse des Vorgehens von Schülerinnen und Schülern zunehmend eine größere Rolle.

Resümee

In der Fortbildung ist es gelungen, Lehrpersonen im Lernprozess in einen sozialen Austausch zu führen, um mit und voneinander zu lernen. (vgl. Ball & Cohen, 1999; Lipowsky, 2014). Betrachtet man das Agieren der Lehrpersonen in den Reflexions- und Austauschphasen, so kann davon ausgegangen werden, dass Lehrpersonen in dieser Fortbildung eine Verstärkung bzw. eine Bestätigung konstruktivistischer Lehr-Lern-Auffassungen erfahren haben. Auf erlebte Dissonanzen und mögliche Veränderungen wird in den Betrachtungen zu individuellen Lernprozessen eingegangen (vgl. Abschnitt 8.1.3).

In diesen Fortbildungen hat sich bestätigt, dass Erprobungen und Reflexionen der Fortbildungsinhalte unabdingbar sind, um eine Entwicklung von Überzeugungen zu unterstützen (vgl. u. a. Blömeke, 2002; Blömeke et al., 2008, 2011). Nimmt man zudem Bezug darauf, dass empirisch ein positiver Zusammenhang von konstruktivistischen Lehr-Lern-Auffassungen zur Unterrichtsqualität und Lernerfolg der Schülerschaft besteht, kann angenommen werden, dass durch diese Fortbildungen Impulse für Unterrichtsveränderungen gegeben werden können (Voss et al., 2011)(vgl. auch Abschnitt 2.2.3).

8.1.3 Einblicke in individuelle Lernprozesse

Für eine differenziertere Betrachtung von individuellen Lernprozessen wurde der Fokus auf folgende Forschungsfragen gerichtet:

bezüglich des Wissenszuwachses

- FF i1. Wie schätzen unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen ihren Wissenszuwachs in Bezug auf die einzelnen Module der Stochastik-Fortbildung ein?
- FF i2. Welche Kriterien sind Grundlage für eine retrospektive Einschätzung?
- FF i3. Was beschreiben Lehrpersonen als bedeutsam für ihren Lernprozess in dieser Stochastik-Fortbildung?

bezüglich der Tätigkeit als Lehrpersonen

- FF i4. Welche Veränderungen in ihren Denkprozessen und Handlungen durch eine Stochastik-Fortbildung beschreiben unterschiedlich qualifizierte Lehrpersonen?

Lernprozesse in der Fortbildung werden von der bisherigen berufsbiografischen Entwicklung der Teilnehmenden geprägt (Lipowsky, 2014). Vor dem Hintergrund der qualifikationsheterogenen Zusammensetzung der Lerngruppen werden zu Beginn des Abschnitts die Aspekte beschrieben, die für die Einordnung der Ergebnisse der Untersuchung von Bedeutung sind. Es gilt herauszufinden, ob sich Fachpersonen und fachfremd Unterrichtende in der Wahrnehmung ihrer Lernprozesse unterscheiden und was für die Teilnehmenden in Bezug auf das eigene Lernen besonders bedeutsam war. Das erfolgt einerseits im Vergleich von Fachlehrpersonen mit MfuL, andererseits mit den Ziel, einen differenzierteren Einblick in die Gruppe der MfuL zu gewinnen.

Blick in die berufsbiografische Entwicklung

Im Zusammenhang mit Fortbildungen interessiert, inwieweit das „berufsbiografisch produktive Erfahrungsbild“ und eine Kompetenzentwicklung stabilisiert bzw. gefördert werden konnte (vgl. Terhart, Bennewitz, H. & Rothland, 2014, S. 436). Mit Blick auf die interviewte Teilgruppe fallen zwei berufsbiografische

Aspekte auf, die bei der Untersuchung von Lernprozessen in qualifikationsheterogenen Lerngruppen beachtet werden sollten.

Aspekt - fachfremd erteilter Unterricht

Alle teilnehmenden Lehrpersonen verfügen über eine abgeschlossene Lehramtsausbildung und sind damit Fachlehrkräfte in unterschiedlichen Disziplinen. In dieser Arbeit wird nur die Qualifikation bezüglich der Mathematik betrachtet. Zur Gruppe der MfuL gehören Teilnehmende mit Lehramtsausbildungen für die Grundschule, die Sekundarstufe I bzw. II und Sonderpädagogen.

Den Interviews kann man entnehmen, dass auch die Fachleute in Mathematik, Erfahrungen in fachfremd erteiltem Unterricht besitzen bzw. zum Zeitpunkt der Fortbildung andere Fächer fachfremd unterrichten (vgl. z. B. Abschnitt 7.3.4). Fachfremd erteilter Unterricht, der für Mathematik aufgrund der vorliegenden Untersuchungen in der Öffentlichkeit vehement diskutiert wird, scheint an Grundschulen ein generelles Problem zu sein (vgl. u. a. Stanat et al., 2012; Porsch, 2016). Mögliche Gründe sind das für die Grundschule typische Klassenlehrerprinzip und der Mangel an Fachlehrkräften.

Aspekt - Fortbildungsauswahl

Obwohl alle Lehrpersonen Fachlehrkräfte in unterschiedlichen Fächern sind, zeigt sich ein vergleichbares Auswahlverhalten in Bezug auf Fortbildungen. In dem Fach, in dem sie ausgebildet sind, wird das Fortbildungsangebot zu Beginn des Schuljahres gesichtet. Veranstaltungen werden nach speziellen persönlichen Fachinteressen bzw. nach für die unmittelbare Berufstätigkeit bedeutsamen Themen ausgewählt (vgl. z. B. Abschnitt 7.3.2). Lehrkräfte suchen in dem Fach, das sie fachfremd unterrichten, aktiv nach fachlichen und fachdidaktischen Fortbildungsangeboten und nutzen diese zunächst sehr umfangreich. Mit zunehmenden Unterrichtserfahrungen im fremden Fach wird die Auswahl durch den eigenen fachbezogenen Fortbildungsbedarf gesteuert. Bei der Übernahme spezifischer Funktionen oder weitergehender Aufgaben werden Fortbildungen genutzt, um sich dafür zu qualifizieren. In diesen Phasen tritt die eigene fachliche und fachdidaktische Fortbildung in den Hintergrund.

Einschätzung des wahrgenommenen Wissenszuwachses

Individuellen Wissenszuwachs einzuschätzen, erfolgt in einer Rückschau auf erlebte Lernprozesse und wird durch das persönliche Erleben der Lernphasen

geprägt. Auf diese Art und Weise gewinnt man einen Einblick, was zum Zeitpunkt der Einschätzung für die Lernenden bedeutsam war und im Endeffekt von ihnen als Ergebnis des Lernprozesses angesehen wird.

Die Einschätzung der *Erreichung der Lernziele zum Abschluss der Präsenzzeit* wurde vom individuellen Gefühl bestimmt, wie man als Lehrperson die Anforderungen des Tages bewältigt hat. MfuL gaben an, dass für sie entscheidend war, in welchem Umfang sie in der Lage waren, Lösungsprozesse selbstbestimmt zu gestalten und inwieweit sie sich zutrauten, die Anforderungen auch allein ohne Austausch- und Unterstützungsmöglichkeiten bewältigen zu können. Weiterhin war für sie entscheidend, inwieweit sie mit Rückschau auf den Tag der Meinung waren, „fachinhaltlich alles verstanden zu haben“. Interessant ist, dass sich MfuL, die angaben, dass sie das Thema inhaltlich durchdrungen haben, oft nur als „mittelkompetent“ einschätzten. Sie begründeten das damit, dass die Präsenzzeit fachlich für sie herausfordernd war und sie noch Zeit brauchen, das Fachwissen persönlich zu verarbeiten. Sie waren sich nicht sicher, inwieweit sie die Fachaufgabe in der Distanzphase allein bewältigen können. Fachlehrkräfte, die nach ihrer Wahrnehmung ohne Schwierigkeiten die Herausforderungen des Präsenztages bewältigten und im Vergleich mit der Gruppe urteilten, dass sie es können, schätzten sich als kompetent auf der höchsten Stufe ein. Fachlehrpersonen, die in Teilbereichen Neues erfuhren, schätzten ihre Kompetenz geringer ein. Sie waren der Meinung, dass sie dieses neue Wissen eigentlich fachlich noch tiefer durchdringen müssten und es auch als noch nicht genug gefestigt ansehen.

Es fiel auf, dass MfuL viel ausführlicher und differenzierter ihr fachinhaltliches Lernen beschrieben oder Schlüsselereignisse im Lernprozess benennen konnten als Fachlehrpersonen der Sekundarstufen. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass für MfuL diese Fortbildung bedeutete, vorrangig Neues zu lernen. Fachlehrpersonen der Sekundarstufe betonten, unabhängig davon wie lange ihre Ausbildung zurücklag und unabhängig von ihren Berufserfahrungen, dass sie die Fortbildung als Auffrischung ihres Fachwissens betrachteten. Erst bei konkreten Nachfragen differenzierten sie die Aussagen in Bezug auf einzelne Anforderungen. Es konnten zwei Teilbereiche identifiziert werden, in denen sie Wissenszuwachs wahrgenommen haben. In der Statistik ging es um das inhaltliche Verständnis von Mittelwert und Median. Im Modul 3 wurde eine

Erweiterung des Wahrscheinlichkeitsbegriffes auf statistische Wahrscheinlichkeit als zum Teil neu Gelerntes benannt. Fachlehrkräfte der Sekundarstufe gaben an, dass vorrangig ihr fachdidaktisches Wissen stufenspezifisch vertieft wurde.

Die Frage, die in diesem Zusammenhang bereits bei der Konzeptentwicklung stand, sind die fachlichen Anforderungen der Fortbildung eine wirkliche Herausforderung für Fachlehrpersonen im Sinne einer kognitiven Aktivierung? In Auswertung der Beobachtungen und Interviews kann eingeschätzt werden, dass diese Lehrkräfte spätestens in den Lernphasen gefordert wurden, in denen in den heterogenen Teilgruppen zu arbeiten war. Die fachliche Auseinandersetzung in der Arbeitsgruppe, die Nachfragen, das Streiten über unterschiedliche Zugänge zum mathematischen Inhalt wurde schon, wie es eine Fachkraft der Sekundarstufe beschrieb, als eine fachliche Herausforderung angesehen.

Betrachtet man die *retrospektiven Selbsteinschätzungen* am Ende des Moduls, so gaben alle Befragten an, dass sie die Einschätzung eigentlich als Rückschau vorgenommen haben. Sie haben sich zunächst im Ergebnis des Lernprozesses über das gesamte Modul bezüglich der Lernziele verortet. Im Anschluss haben sie ihren Eindruck vom Abschneiden in der Standortbestimmung zu Beginn der Fortbildung und selbstreflexiv wichtige Lernprozesse in Erinnerung gerufen. Unter diesem Eindruck haben sie entschieden, von welcher Stufe sie zu Kursbeginn gestartet sind.

In der Selbsteinschätzung am Ende des Präsenztages fokussierten die MfuL, wie oben beschrieben, u. a. auf die eigenen Fähigkeiten bezogen, den Fachauftrag in der Distanzzeit allein bearbeiten zu können. Zum Modulabschluss urteilten sie auch unter dem Eindruck, wie es ihnen gelungen war, diesen Inhalt im eigenen Unterricht umzusetzen und in welchem Umfang sie Bestätigung durch die Kursgruppe in der Reflexionsphase erlebten. Ein wichtiger Gesichtspunkt war dabei, inwieweit sie sich in der Lage fühlten, fachkompetent auf Schülernachfragen zu reagieren.

Die persönliche Bedeutsamkeit dieser Gesichtspunkte scheint davon abzuhängen, wie lange diese Lehrpersonen Mathematik fachfremd unterrichten. MfuL gaben an, dass sie basierend auf ihrem Schul- und Erfahrungswissen und mit Hilfe der Lehrwerke Mathematik unterrichten. Im Vergleich zu Einsteigern haben sich anscheinend langjährig fachfremd Unterrichtende (bis zu 22 Jahre)

auf diese Art und Weise und durch Reflexion des eigenen Unterrichts mathematische Fachinhalte weitgehend selbst erschlossen. In Bezug auf die Themen Zufall und Wahrscheinlichkeit orientierten sich die MfuL bisher nur an den ausgewiesenen Lerninhalten in den Lehrwerken. Langjährig fachfremd Unterrichtende beschrieben, dass sie im Verhältnis zu den anderen mathematischen Inhaltsbereichen des Rahmenlehrplans kaum Unterrichtserfahrungen zu Zufall und Wahrscheinlichkeit haben. Als ermutigend empfanden sie, dass sie in Teilen ihr bisheriges Planen und unterrichtliches Handeln bestätigt fanden.

Veränderungen in der Tätigkeit als Lehrperson

Wie bereits beschrieben, kann nicht eingeschätzt werden, welches Bild von Mathematik und welches Lehr-Lern-Verständnis von den Lehrpersonen in die Fortbildung mitgebracht wurde. Diskussionen und der Austausch in den Fortbildungen zeigten, dass ein Großteil der Teilnehmenden Mathematik als eine aktive, kreative Wissenschaft ansieht und konstruktivistische Lehr-Lern-Auffassungen vertritt (s. oben).

Unter Abschnitt 7.3 wurde ein Einblick in individuelle Entwicklungsprozesse von einzelnen Lehrpersonen gegeben. Mit Blick auf Anna, Britta und Carsten als MfuL kann resümiert werden, dass sie eine Erweiterung ihres mathematischen Wissens und Veränderungen im fachdidaktischen Wissen wahrgenommen haben. Sie sehen fachliche Sicherheit als eine Grundlage für erfolgreiches Unterrichten an. Ihren Aussagen kann man entnehmen, dass sie sich sehr viele Gedanken über die kognitive Aktivierung ihrer Schülerinnen und Schüler machen. Im Unterschied zu den Fachlehrkräften haben sie eine sehr kritische Sicht auf ihre bisherige Unterrichtstätigkeit und beschreiben sehr konkret mit Bezug auf ihre Unterrichtserprobungen, was sie verändert haben (vgl. Abschnitte 7.3.1 und 7.3.2). Das Hauptaugenmerk liegt bei allen drei Lehrpersonen darauf, Aufgabenstellungen in die Unterrichtsgestaltung so einzubinden, dass eine aktive Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit dem Lerngegenstand möglich ist.

Sie gehen von einem konstruktivistischen Lehr-Lern-Verständnis aus, bemerken aber, dass die Umsetzung ihrer Auffassungen im Unterricht und in ihren heterogenen Lerngruppen für sie die eigentliche Herausforderung ist. Das lässt den Schluss zu, dass ihre subjektiven Überzeugungen für ihre Unterrichtstä-

tigkeit eine handlungsleitende Funktion erhalten haben (vgl. Blömeke et al., 2008; Schwarzer & Jerusalem, 2002).

In den Gesprächen kam zum Ausdruck, dass die subjektiven Überzeugungen der Lehrpersonen ihre kognitiven, motivationalen, emotionalen und aktionalen Prozesse steuern, um das für die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler notwendige unterrichtliche Handeln zu planen und zu realisieren (vgl. auch Abschnitt 2.3.4). Trotzdem zeigt sich, dass Lehrpersonen zwar veränderte Auffassungen beschreiben können, daraus aber kein unmittelbarer Rückschluss gezogen werden kann, dass diese auch das Planen und Handeln bestimmen. Erst ein Blick in den Unterricht zeigt, inwieweit das gelingt. Die Unterrichtserprobungen von Anna, Britta und Carsten zeigen, dass sie auf dem Weg sind, Mathematikunterricht kompetenzorientiert zu gestalten.

Wie die befragten Lehrpersonen gibt die überwiegende Mehrzahl der MfuL an, dass ihr Selbstvertrauen gewachsen ist und die damit verbundene subjektive Gewissheit, das Themenfeld Stochastik im Mathematikunterricht der Grundschule kompetenter umsetzen zu können.

In der Zusammenschau beschreiben Anna, Britta und Carsten wesentliche Aspekte, die ihre Selbstwirksamkeitserwartungen gefördert haben (Bandura, 1997; Schwarzer & Jerusalem, 2002; Schmitz & Schwarzer, 2002)(vgl. auch Abschnitt 2.3.4). So stärkte das eigene erfolgreiche Arbeiten, insbesondere in der Unterrichtserprobung, das Selbstwertgefühl und damit das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit. Sich mit anderen Lehrpersonen auszutauschen und so auch Erfahrungen mit anderen zu teilen, wurde besonders geschätzt und half auch eigene Entwicklungsressourcen wahrzunehmen. Die Reflexionen zu den Unterrichtsveränderungen waren von einer kritischen, aber optimistischen Grundhaltung geprägt, die als ein Ausdruck für ein Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit interpretiert werden kann.

Abschließend wird auf Dirk eingegangen (vgl. Abschnitt 7.3.4). Er ist Fachlehrer, der aber vorrangig in seinen Rollen als Multiplikator und Schulleiter die Fortbildung beobachtet und reflektiert hat. Auch im Interview schaute er vorrangig aus einer systemischen Perspektive auf das Konzept, die Durchführung und das Ergebnis der Fortbildung. In diesem Zusammenhang betrachtete er schulische Rahmenbedingungen für Fortbildungen und Faktoren, die das Agieren von Lehrpersonen beeinflussen. Im Gespräch waren viele Facetten

wiederzuerkennen, die im erweiterten Angebot-Nutzungsmodell von Lipowsky (2014, S. 515) erfasst sind.

Als Fachlehrkraft reflektierte Dirk sein bisheriges Verständnis von Stochastik in der Grundschule, das er als Grundlage für seine Multiplikatorentätigkeit ansieht. In dieser Rolle suchte er bereits während der Fortbildung den Austausch mit den Referentinnen. Das erfolgte mit dem Ziel, einerseits sein bisheriges Agieren, auch als Fortbildner, zu hinterfragen und auch Bestätigung zu erhalten. Andererseits sondierte er weitere Handlungsfelder und suchte nach Anregungen für seine Multiplikatorentätigkeit.

Dirk ist ein Beispiel dafür, dass bei teilnehmenden Fachpersonen das Interesse an einem fachlichen und fachdidaktischen Wissenszuwachs nicht vorrangig vorhanden sein muss. Ein vergleichbares Verhalten war in nachfolgenden Fortbildungen bei verschiedenen Fachkräften zu beobachten. Sie waren neben ihrer Lehrtätigkeit auch mit der Wahrnehmung anderer Aufgaben betraut. Dazu zählten stellvertretende Schulleitungen, Fachkonferenzleitungen Mathematik und Lehrpersonen, die im Studienseminar tätig sind. Alle suchten in der Fortbildung den Kontakt zu den Referentinnen, um sich über Anforderungen in ihrem spezifischen Tätigkeitsbereich mit Bezug zur Fortbildung auszutauschen.

Resümee

Betrachtet man individuelle Lernprozesse von einzelnen Lehrpersonen, dann wird sichtbar, wie unterschiedlich berufliche Entwicklungen verlaufen (vgl. Abschnitt 7.3). In dieser Arbeit wird exemplarisch und punktuell sichtbar, dass mit dem Begriff Berufsbiografie ein sehr komplexes und vielschichtiges Feld umrissen wird. Dieser individuelle berufsbiografische Hintergrund der Lehrpersonen bestimmt die Auswahl und die Lernprozesse in der Fortbildung (vgl. Lipowsky, 2014).

Betrachtet man die Aussagen der einzelnen Lehrpersonen, dann findet man Gemeinsamkeiten und Unterschiede, die bereits beim Blick auf die Lernprozesse der Gruppe (vgl. Abschnitt 8.1.2) beschrieben wurden. Die einzelnen unterschiedlich qualifizierten Lehrpersonen betonten immer mit Bezug zu ihrer berufsbiografischen Entwicklung einzelne Bereiche des Wissenszuwachses (FF i1., FF i2.), einzelne Facetten, die bedeutsam für das individuelle Lernen waren (FF i3.) und einzelne Aspekte von Veränderungen im Denken und Handeln (FF i4.) (vgl. Abschnitt 7.3). MfuL beschrieben im Vergleich zu Fach-

lehrkräften differenzierter die Themen bzw. Lernsituationen, die für ihr Lernen von Bedeutung waren. Die Unterschiede in den Aussagen der MuFL ergeben sich aus dem berufsbiografischen Bezug der Lehrpersonen. Fachlehrpersonen reflektierten eher ihr bisheriges Fachwissen. Fachlehrpersonen der Sekundarstufe hoben insbesondere das Erkunden des stufenspezifischen Zugangs zur Stochastik hervor.

Mit Blick auf das Anliegen dieser Arbeit und dem Fokus auf Heterogenität der Lerngruppe bezüglich der Qualifikationen in Mathematik ist es interessant, dass die befragten unterschiedlich qualifizierten Lehrpersonen alle über Erfahrungen mit fachfremd erteiltem Unterricht verfügten. Das lässt die Vermutung zu, dass Lernen in einer qualifikationsheterogenen Gruppe auch in Fortbildungen anderer Fächer stattfindet. Diese These wird gestützt durch die Aussagen der befragten Lehrpersonen zur Auswahl von Fortbildungen. Diese sind, trotz der unterschiedlichen Qualifikationen in Mathematik, vergleichbar und nicht unbedingt fachtypisch. Lehrpersonen beziehen sich auf ihr aktuelles Tätigkeitsfeld und suchen Fortbildungen, die für ihre unmittelbare Bedarfslage eine Kompetenzerweiterung versprechen. Das können fachspezifisch, aber auch fachübergreifende und pädagogisch-psychologische Themen sein.

Die Einblicke zeigen, dass durch diese Fortbildung das „berufsbiografisch produktive Erfahrungsbild“ und eine Kompetenzentwicklung der unterschiedlich qualifizierten Lehrpersonen stabilisiert bzw. gefördert werden kann (vgl. Terhart et al., 2014, S. 436). Anscheinend ist es in der Fortbildung gelungen, durch Erprobungen und Reflexionen bei den Lehrpersonen die Veränderung von Überzeugungen anzuregen, die Ergebnisse ihres veränderten unterrichtlichen Handelns sichtbar werden zu lassen und bewusst zu machen (Blömeke, 2002; Blömeke et al., 2008, 2011). Damit ist in den Kursen das gelungen, was als ein Schlüsselmerkmal erfolgreicher Fortbildung angesehen wird (Timperley et al., 2007; Lipowsky, 2014).

8.2 Reflexion der Methoden

In der Dissertation stand zu Beginn die Entwicklung einer Stochastikfortbildung für Lehrkräfte an einer sechsjährigen Grundschule und deren Etablierung ins Fortbildungssystem im Mittelpunkt. Die Begleitforschung richtete sich darauf aus, die qualifikationsheterogene Zusammensetzung der Lerngruppe und insbesondere die initiierten Lernprozesse in den Blick zu nehmen. Die Untersuchungsmethoden wurden so ausgewählt, dass sie fortbildungsbegleitend Informationen lieferten, ohne im Umfang und zeitlichen Aufwand den Ablauf der Fortbildung zu beeinträchtigen. Darüber hinaus wurde der Forschungszugriff so gewählt, dass er Akzeptanz bei den Lehrpersonen fand. Im Folgenden wurden die methodischen Entscheidungen kritisch reflektiert.

Durch die Ausschreibung der Kurse über das reguläre Fortbildungssystem, konnte kein Einfluss auf die Auswahl der Lehrpersonen für die Untersuchung genommen werden (vgl. Abschnitt 6.2). Die Auswahl der Teilnehmenden zu den Interviews kann somit die Vielzahl unterschiedlicher Ausbildungen und die verschiedenen Berufsbiografien nicht umfänglich abbilden (vgl. Abschnitt 6.2). Dennoch konnten interessante Einblicke in Lernprozesse unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen gewonnen werden.

Für die Standortbestimmungen wurde auf extern entwickelte Materialien zurückgegriffen. Eine Fortbildung mit einer einstündigen Standortbestimmung (informeller Test) zu beginnen und abzuschließen ist grundsätzlich nicht zu empfehlen. Es wirkt auf die Teilnehmenden demotivierend. So betonten Lehrpersonen des Kurses 2, dass sie eigentlich zum Lernen gekommen seien. Sie wüssten, dass sie Wissensdefizite bezüglich des Fortbildungsgegenstands haben und dass sie das nicht noch zu Beginn der Fortbildung eine Stunde lang bestätigt bekommen müssten. Mit Bezug zu den parallel laufenden Fortbildungen in Mecklenburg-Vorpommern und der Aussage, dass am Ende dieser neuen Fortbildung auch der Nachweis erfolgen sollte, dass die Teilnehmenden einen fachlichen Wissenszuwachs erreichen, gelang es den Referentinnen, die Lehrpersonen für die Notwendigkeit der Maßnahme aufzuschließen.

Die in den nachfolgenden Kursen genutzte Standortbestimmung (Dissertationsvorhaben Schüler) war für 30 min konzipiert. Es fiel nicht schwer, die Teilnehmenden für die Durchführung zu motivieren. Die Teilnehmenden hatten ein

Interesse daran zu erfahren, in welchen Bereichen und in welchem Umfang sie in der Stochastik Vorwissen besitzen bzw. zum Abschluss etwas dazu gelernt haben. Zudem befürworteten die Teilnehmenden, dass die Referentinnen die Ergebnisse der Ausgangslage nutzen, um das Fortbildungskonzept zu prüfen und gegebenenfalls inhaltlich für die Lerngruppe anzupassen.

Es ist zu prüfen, inwieweit diese Standortbestimmung mit 24 Items bei einer Bearbeitungszeit von 30 min zu umfangreich ist. Ein Einblick in Lösungsdokumente von Teilnehmenden zeigt, dass die Bearbeitung der Aufgaben in der vorgegebenen Zeit teils nicht geschafft wurde. Aufgrund der Anlage der Standortbestimmung konnten richtige Lösungsansätze nicht berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund kann man annehmen, dass die Ergebnisse der Standortbestimmung tendenziell den Wissenszuwachs richtig abbilden. Es kann vermutet werden, dass eine Reihe von Lehrpersonen bezüglich der Zielstellung der Fortbildung auch einen größeren Wissenszuwachs erreicht haben, der über diese Standortbestimmung nicht erfasst werden konnte.

Generell sollten Standortbestimmungen so konstruiert werden, dass sie auch in den Lernprozess während der Fortbildung eingebunden werden können. So sollten auf der Grundlage einer Lerneingangsanalyse im Lauf der Fortbildung auch sachbezogene Einschätzungen der Lernfortschritte der Lehrpersonen möglich sein. So könnten Lerngelegenheiten der Präsenztage angepasst bzw. optimiert und für die Praxisphase gegebenenfalls Lernangebote unterbreitet werden, um individuelle Lernprozesse zu unterstützen.

Die selbstreflexiven Einschätzungen nehmen in der Fortbildung eine Schlüsselstellung ein. Sie unterstützen Lehrpersonen darin, den eigenen Lernprozess bewusst wahrzunehmen. Neben der pädagogischen Funktion der Selbsteinschätzungen geben die Ergebnisse in der Zusammenschau mit den Ergebnissen der anderen Erhebungen einen Einblick in Lernprozesse innerhalb der Fortbildung (vgl. Abschnitt 6.1). Vergleichende Betrachtungen zwischen den Selbsteinschätzungen sind kritisch zu hinterfragen und werden nur genutzt, um tendenziell Entwicklungen abzuschätzen. Sie zeigen Bereiche auf, die weitergehend untersucht werden müssten. Für eine umfassendere Darstellung der individuellen Veränderungsprozesse wäre es notwendig, den Zugang und Perspektiven weiterer an diesem Prozess Beteiligten (u. a. Fachkollegium, Schulleitung) einzubeziehen (vgl. Peter, 1996; Lipowsky, 2014).

Das problemzentrierte Interview ist ein wichtiger Bestandteil der Methodenkombination (vgl. Abschnitt 6.1.3) und ermöglicht einen detaillierteren Einblick in individuelle Entwicklungsprozesse innerhalb der Fortbildung (vgl. Abschnitt 6.4.2 und Anlage E). Das Interview wurde zu einem von den Teilnehmenden gewünschten Termin und an einem von ihnen bestimmten Ort durchgeführt. Damit wurde gesichert, dass ausreichend Zeit für das Interview zur Verfügung stand und dass es in einer entspannten und vertrauten Umgebung stattfand. Insgesamt wurden 90 min für die Durchführung vorgesehen. Davon dienten 30 min der technischen Vorbereitung der Audioaufzeichnungen und die restlichen 60 min waren für das Interview vorgesehen.

Das Interview wurde von einer Referentin durchgeführt, die die Fortbildung selbst durchgeführt hat. Ein Einfluss auf die Aussagen der Teilnehmenden wird eher als gering eingeschätzt. Die Anfrage für das Interview kam direkt von der Referentin und enthielt Anlass und Ziel des Gesprächswunsches. Den Teilnehmenden war bekannt, dass die Rückmeldungen und die während der Fortbildung erhobenen Daten viele Fragen offenließen und für eine Optimierung der Fortbildung und adressatengerechte Gestaltung weitere Informationen notwendig sind. Die Gesprächsführerin gewann in den Interviews den Eindruck, dass die Interviewten diese Gesprächsmöglichkeit sehr ernst nahmen - im Sinne: An meiner Meinung ist man interessiert. Das kann an der inhaltlichen Struktur und der Offenheit des Interviews liegen. Es wurde vielschichtig versucht, berufsbiografische Hintergründe, das persönliche Erleben der Fortbildung und das Agieren der Lehrpersonen im schulischen Kontext zu erfassen.

Es kann nicht eingeschätzt werden, inwieweit der zeitliche Abstand zwischen dem Abschluss der Stochastikfortbildung und dem Zeitpunkt des Interviews einen Einfluss auf die Aussagen der Teilnehmenden hatte (vgl. Abschnitt 6.4). Bezüglich der Veränderungen im unterrichtlichen Planen und Handeln der Lehrkräfte kann nur auf Aussagen der Lehrpersonen, ihre Berichte und Unterrichtsdokumentationen zurückgegriffen werden. Es war aus den oben genannten Gründen kein Einblick in den Unterricht vor der Fortbildung möglich und auch nicht vorgesehen. Unterrichtsbeobachtungen und Schülerbefragungen konnten in diese Untersuchung nicht eingebunden werden.

Unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen können die Daten genutzt werden, um aus verschiedenen Perspektiven Einblicke in Lernprozesse

von qualifikationsheterogenen Lehrpersonengruppen in dieser Fortbildung zu erhalten. Es geht um eine Abbildung von Lernprozessen nahe am Lerngegenstand und somit um eine gegenstandsspezifische Betrachtung. Damit geht es nicht um eine Verallgemeinerung der Untersuchungsergebnisse, sondern um die Erschließung eines Forschungsfeldes und die Ableitung weiterführender Forschungsfragen.

8.3 Ausblick

Im Folgenden werden aus den dargestellten Untersuchungsergebnissen mögliche Konsequenzen für die Fortbildungsentwicklung (Abschnitt 8.3.1) und die Fortbildungsforschung (Abschnitt 8.3.2) abgeleitet.

8.3.1 Konsequenzen für die Fortbildungsentwicklung

Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein Konzept für eine fachinhaltliche Fortbildung Stochastik für Lehrpersonen einer sechsjährigen Grundschule zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Die Untersuchung zeigt, dass das vorgestellte Konzept, das auf der Grundlage der Erkenntnisse der Forschung zur Lehrkräfteprofessionalisierung und den Standards für die Lehramtsausbildung konstruiert wurde, tragfähig ist und umgesetzt werden kann. Diese Fortbildung kann damit ein berufsbegleitender Baustein in der Ausprägung von Lehrkräfteprofessionalität sein und den lang andauernden Prozess der Konstruktion und Selbstkonstruktion des Berufs unterstützen (Tenorth, 2006).

Durch die Ausschreibung über das Fortbildungssystem wurden in den untersuchten Kursgruppen vergleichbare heterogene Zusammensetzungen wie in regulären Fortbildungen erreicht. Mit der Untersuchung wurde der Blick auf das Lernen in qualifikationsheterogenen Lehrkräftegruppen erweitert. Das ist im Blick zu behalten, da in zukünftige Kursgruppen Lehrpersonen, aufgrund der Veränderungen in der Lehramtsausbildung, ein umfassenderes Stochastikwissen einbringen und auch Quereinsteigende nach ihrer verpflichtenden Grundausbildung teilnehmen werden.

Die Untersuchung zeigt, dass die Durchführung und damit das Lernen der Lehrpersonen von der Heterogenität der Gruppe profitieren kann. Auch wenn sich die Heterogenität bezüglich der Qualifikation der Teilnehmenden, wie oben

beschrieben, verändert wird, sollten Referentinnen und Referenten folgende Grundauffassungen vertreten: Die Gestaltung der Fortbildung hat Lehrpersonen als Fachleute für Unterricht einzubinden, ihre kooperative Zusammenarbeit zu fordern und zu fördern und mit Unterrichtserprobungen Impulse für Unterrichtsentwicklung zu geben.

In dieser fachinhaltlich orientierten Fortbildung wird ein fachlicher und fachdidaktischer Wissenszuwachs erreicht. Es ist trotzdem davon auszugehen, dass Defizite bezüglich einer mathematischen Grundausbildung eines Lehramts bei fachfremd Unterrichtenden in derartigen Fortbildungen nicht überwunden werden können.

Die konzeptionelle Einbindung des PLG-Ansatzes in die Fortbildung ermöglicht, Lehrkräftekooperation zu initiieren und Impulse für Unterrichtsentwicklung zu geben. Die Dokumentationen und Aussagen der Lehrpersonen lassen vermuten, dass diese Fortbildung auch Wirkungen auf der Ebene des Unterrichts und der Schülerkognition erreicht.

Mit der dargestellten Stochastik-Fortbildung wurde ein erster Schritt gegangen, um für Grundschullehrkräfte berufsbegleitende fachinhaltliche Fortbildungen anzubieten. Parallel zu dieser Untersuchung wurden am DZLM zu weiteren mathematischen Themenbereichen fachinhaltlich orientierte Fortbildungen für Grundschullehrkräfte konzipiert. Ihre Realisierung sollte unter vergleichbaren bzw. noch weiteren, offenen Fragestellungen betrachtet werden, um z. B. spezifische inhaltliche und fachdidaktische Anforderungen einzelner Themenbereiche für qualifikationsheterogene Lerngruppen zu erkennen.

Im Ergebnis dieses Prozesses kann das DZLM ein System von fachinhaltlichen und fachdidaktischen Fortbildungsbausteinen für Grundschullehrkräfte bundesweit zur Verfügung stellen.

8.3.2 Konsequenzen für die Fortbildungsforschung

Die Entwicklung und Untersuchung des dargestellten Fortbildungskonzepts greift bzw. nimmt Bezug auf Forschungserkenntnisse zum Verständnis von professioneller Kompetenz, zur Gestaltung der Professionalisierung von Lehrpersonen und zur Unterstützung von Unterrichtsentwicklungsprozessen. Mit der gegenstandsspezifischen Ausrichtung als fachinhaltliche Qualifizierung für Grundschullehrkräfte im Mathematik wird weitgehend Neuland betreten. Mit

diesem Fokus werden im Folgenden Ansätze für neue Forschungsfragen und Impulse für mögliche Forschungsprojekte beschrieben.

Vor dem Hintergrund der Bedeutung des Fachwissens als notwendige Grundlage für die Gestaltung eines kompetenzorientierten Mathematikunterrichts, sollte die Forschung der Veränderung des fachinhaltlichen Wissens von Lehrkräften während ihrer Berufstätigkeit mehr Aufmerksamkeit widmen.

Es sollte detaillierter untersucht werden, über welches mathematische Wissen MfuL verfügen. Dabei wäre es interessant zu ergründen, inwieweit im Zusammenhang mit Lehrerfahrungen parallel individuelles Mathematiklernen erfolgt und sich das Fachwissen der MfuL verändert. In diesem Zusammenhang stellt sich zudem die Frage, über welches Fachwissen Fachlehrpersonen nach Jahren der Berufstätigkeit verfügen. Die Beantwortung dieser Fragen wäre für die Gestaltung und Unterstützung von berufsbegleitendem fachlichem Lernen und von fachbezogenen Unterrichtsentwicklungsprozessen nicht nur an Grundschulen von Bedeutung.

In der Bildungsforschung sollte das Bild von MfuL und zunehmend auch das Bild von Quereinsteigenden vielschichtiger ausgelotet und voneinander abgegrenzt werden (vgl. Porsch, 2016; Porsch & Rösken-Winter, 2019). Ein Fokus könnten Lernprozesse von MfuL vor ihrem Erfahrungshintergrund sein. In der Fortbildung waren es genau die Lehrpersonen, die sich am intensivsten mit den mathematischen Inhalten und neuen Erkenntnissen der Didaktik auseinandergesetzt haben. Im Sinne des Forschungstransfers scheinen MfuL eine interessante Lerngruppe zu sein.

In dieser Arbeit wurde eine Fortbildung zur Stochastik betrachtet. Das ist ein mathematischer Inhaltsbereich, der in der Vergangenheit einen geringen curricularen Anteil in der Schul- und der Lehramtsausbildung hatte. Die in dieser Arbeit gestellten Fragen könnten auch auf die Untersuchung von Fortbildungen zu anderen traditionellen Inhaltsbereichen der Grundschulmathematik übertragen werden, so z.B. der Arithmetik. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse von TEDS-M (Döhrmann, Hacke & Buchholz, 2010) ist zu vermuten, dass sich das Lernen in einer qualifikationsheterogenen Lehrkräftegruppe in diesem Bereich im Vergleich zur dargestellten Stochastik-Fortbildung anders darstellt. Nicht nur in einer fachinhaltlich orientierten Fortbildung ist die qualifikationsheterogene Zusammensetzung der Gruppe eine Herausforderung für Referen-

tinnen und Referenten. Damit entsteht die Frage nach den Anforderungen an diese Personengruppe, die adressatengerechte Fortbildungen konzipieren, gestalten und selbstreflexiv betrachten soll. Referentinnen und Referenten sind zudem zu befähigen, inhaltliche Schwerpunkte und spezifische Lernprozesse in einer Fortbildung zu optimieren.

Vor dem Hintergrund, dass Aufgaben Steuerinstrumente von Lernprozessen sind, sollte ein Forschungsfokus auf die Entwicklung und den Einsatz von fachinhaltlichen und fachdidaktischen Aufgabenstellungen in Fortbildungen gerichtet sein.

In Ergänzung zu den klassischen Evaluationsinstrumenten sind auch fachliche und fachdidaktische Standortbestimmungen zu entwickeln, um Lernprozesse in Fortbildungen besser abbilden zu können.

Abschließend sei der Fokus auf den in dieser Arbeit dargestellten Gesamtprozess gerichtet. Er kann exemplarisch als ein Prozess der Entwicklung und Selbstevaluation durch eine Fortbildnerin interpretiert werden. Durch die Autorin wurde eine Fortbildung entwickelt und als Referentin hat sie die Kurse selbst durchgeführt. Als Evaluatorin ist sie Fragen nachgegangen, die sie einerseits als Entwicklerin und andererseits als Durchführende interessierten, um das Konzept und ihr Agieren in den verschiedenen Rollen zu optimieren. Die Untersuchungsmethoden wurden diesen Forschungsinteressen angepasst und bei den quantitativen Erhebungen auf Instrumente Externer zurückgegriffen.

Das hier beschriebene Vorgehen sollte in Zukunft weiter diskutiert und untersucht werden, um die bereits für Lehrpersonen geforderte Selbstevaluation der Unterrichtstätigkeit auch auf die Fortbildungs- und Qualifizierungsebene zu übertragen. Ein derartiges Herangehen kann durch Videocoaching zusätzlich unterstützt werden.

8.3.3 Schlussbemerkungen

Nicht nur im Zusammenhang mit Fortbildungen steht die Frage, wie es gelingen kann, Aufgaben der Bildungsadministration und Forschungsinteressen in der Zusammenarbeit zu vernetzen. Die Schwierigkeit ergibt sich vorrangig daraus, dass die Bildungsadministration im Unterschied zur fachbezogenen Bildungsforschung Unterrichtsentwicklungsprozesse für die ganze Schule und damit im Verbund aller Fächer betrachten muss. Dabei gibt es gerade im

Grundschulbereich die Chance und Möglichkeiten, fachbezogene und systembezogene Unterrichtsentwicklung miteinander zu verbinden (vgl. Fischer et al., 2014). Grundschullehrkräfte sind vielfach in drei Fächern ausgebildet. Es ist davon auszugehen, dass Unterrichtsentwicklung in einem Fach bei diesen Lehrpersonen sich auch auf das unterrichtliche Handeln in den anderen Fächern auswirken kann. Zudem kann das Klassenleiterprinzip diesen Prozess verstärken. Wenn die Lehrperson erfolgreiches unterrichtliches Handeln in der eigenen Lerngruppe in einem Fach erlebt, wird Selbstvertrauen gestärkt, unterrichtliches Planen und Handeln auch in den anderen Fächern zu überdenken.

Maßnahmen der Qualitätssicherung und -entwicklung sollten bildungspolitisch nicht nur auf die Ebene des Unterrichts beschränkt bleiben, sondern auch auf das Agieren von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren und Referentinnen und Referenten erweitert werden.

Anhang A

Modul Statistik

A.1 Zielerreichung Präsenztage

In dieser Anlage werden für das Modul *Statistik* die Ergebnisse der Selbsteinschätzung der Teilnehmenden für die einzelnen Lernziele im Vergleich der Kurse veranschaulicht.

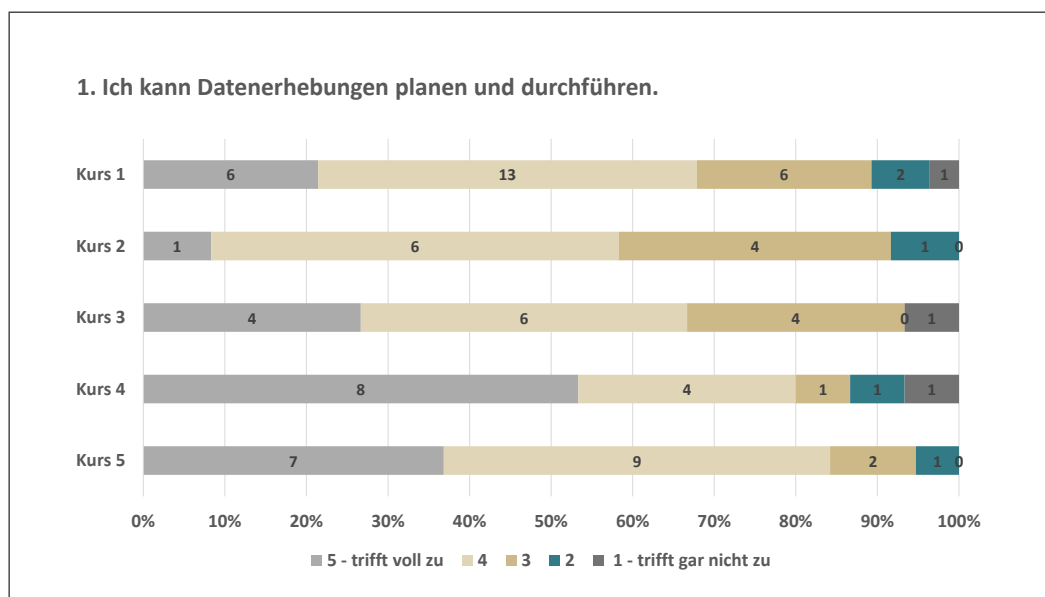


Abbildung A.1: Präsenztage 1 - Einschätzung Lernziel 1

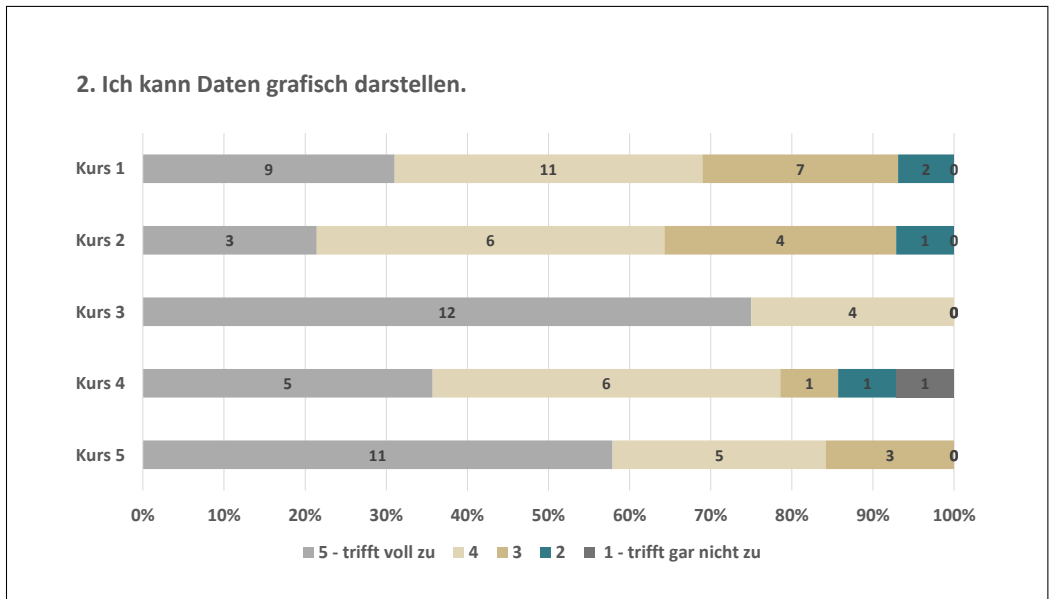


Abbildung A.2: Präsenztage 1 - Einschätzung Lernziel 2

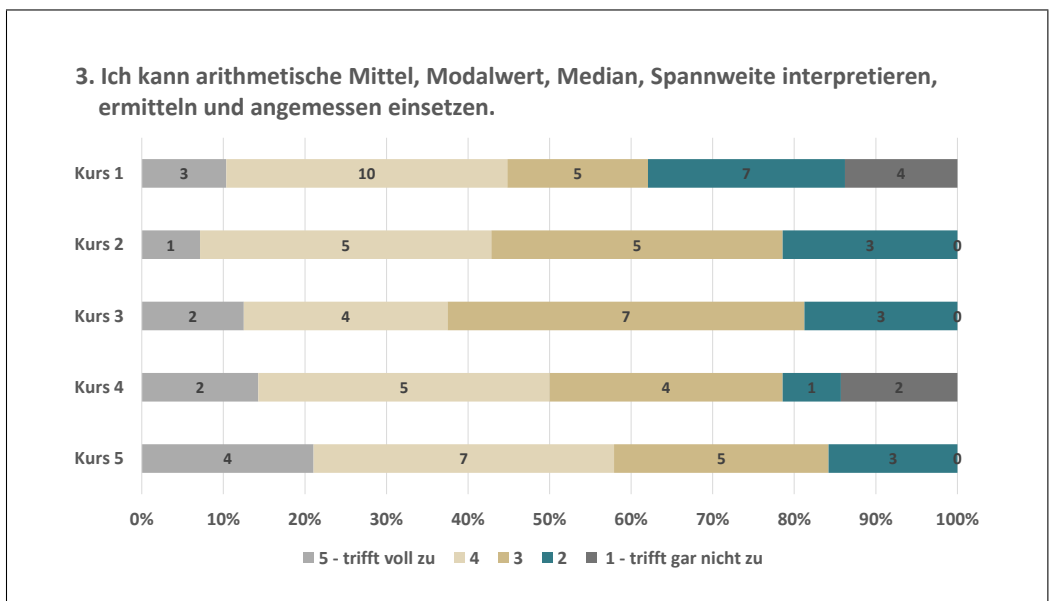


Abbildung A.3: Präsenztage 1 - Einschätzung Lernziel 3

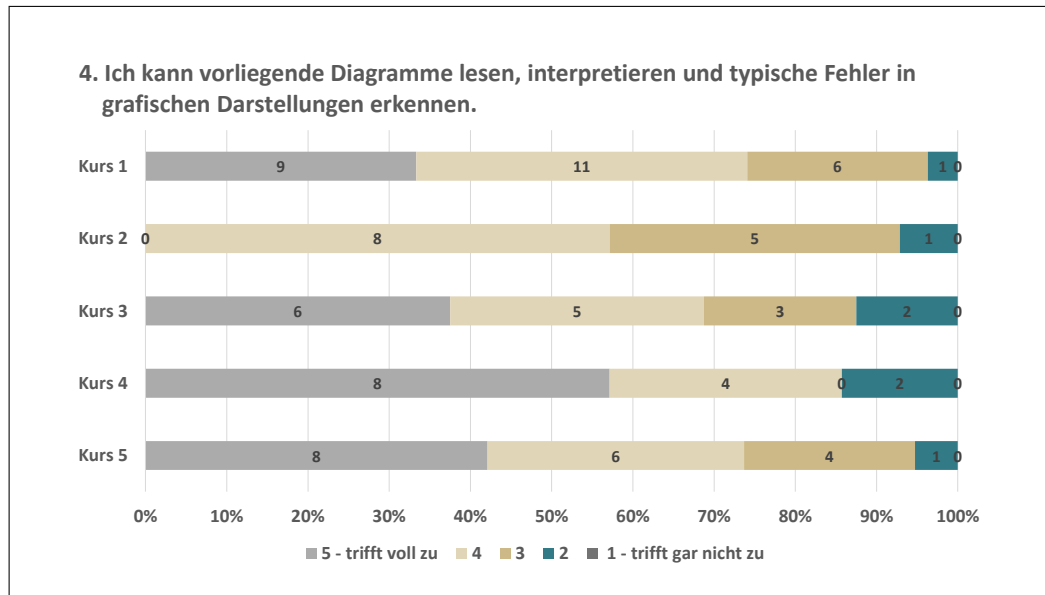


Abbildung A.4: Präsenztage 1 - Einschätzung Lernziel 4

A.2 Retrospektive Selbsteinschätzungen

Für das Modul *Statistik* werden für die einzelnen Lernziele die Ergebnisse der retrospektiven Selbsteinschätzung der Teilnehmenden im Vergleich der Kurse veranschaulicht.

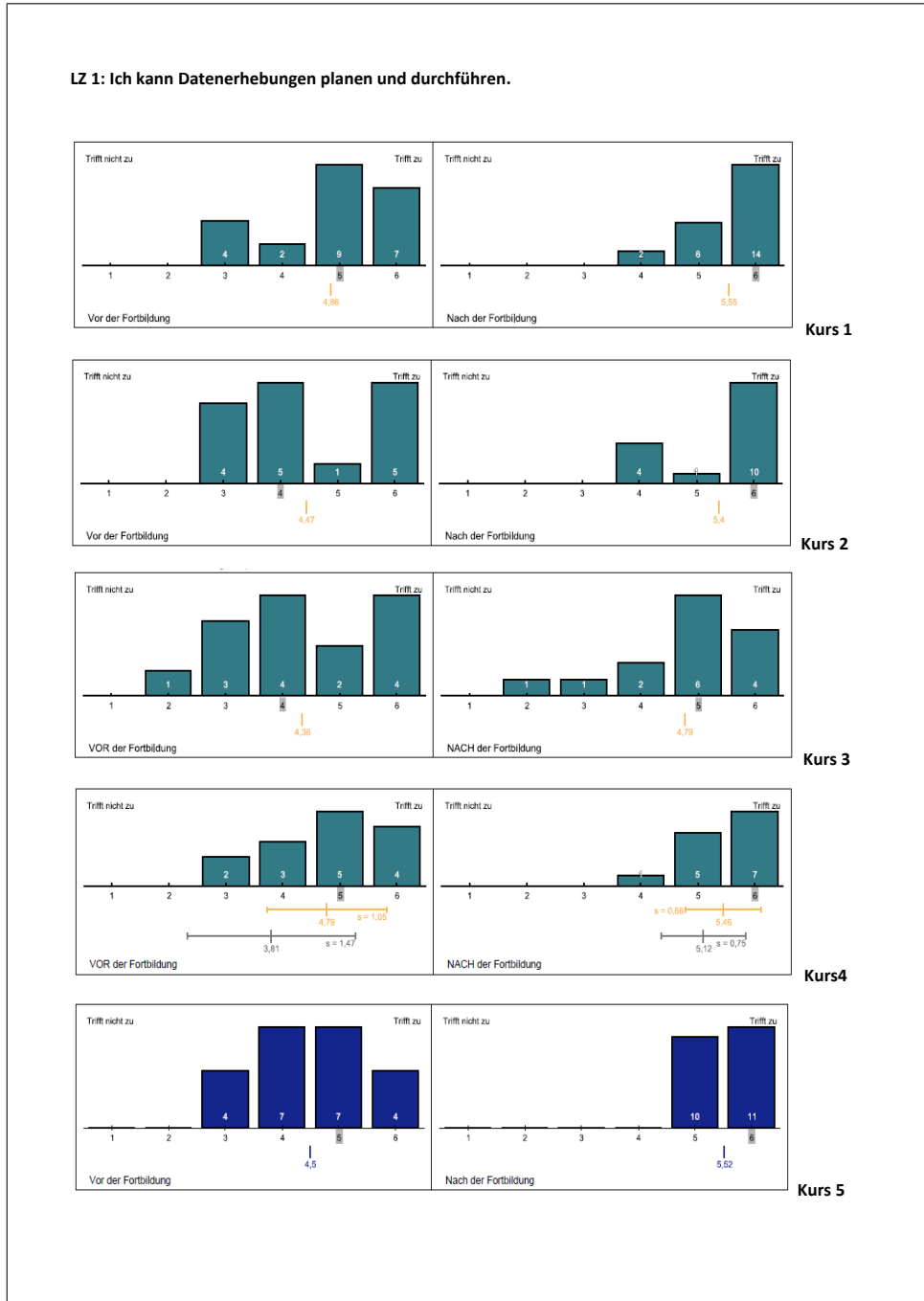


Abbildung A.5: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 1

LZ 2: Ich kann Daten graphisch darstellen.

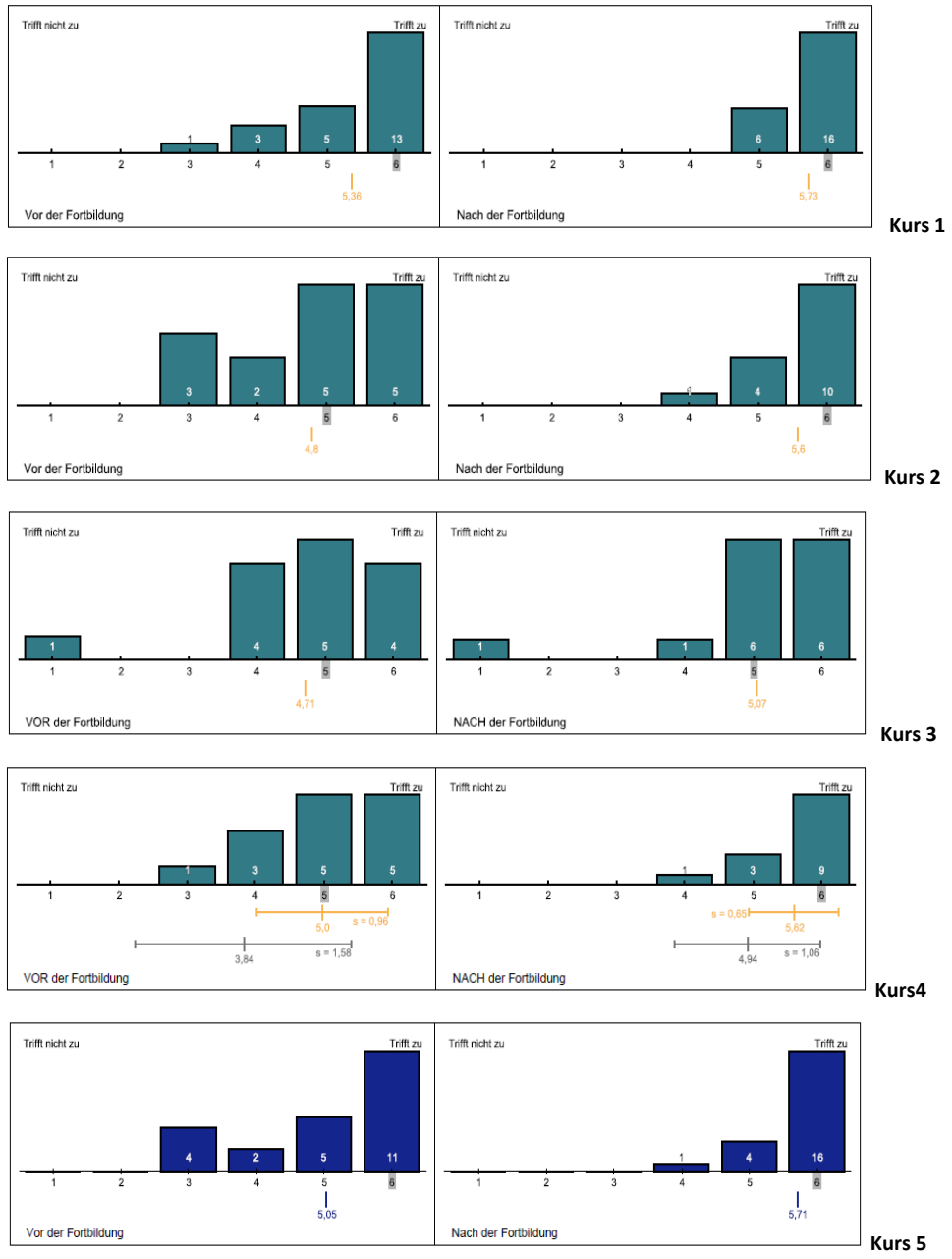


Abbildung A.6: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 2

LZ 3: Ich kann arithmetische Mittel, Modalwert, Median, Spannweite interpretieren, ermitteln und angemessen einsetzen.

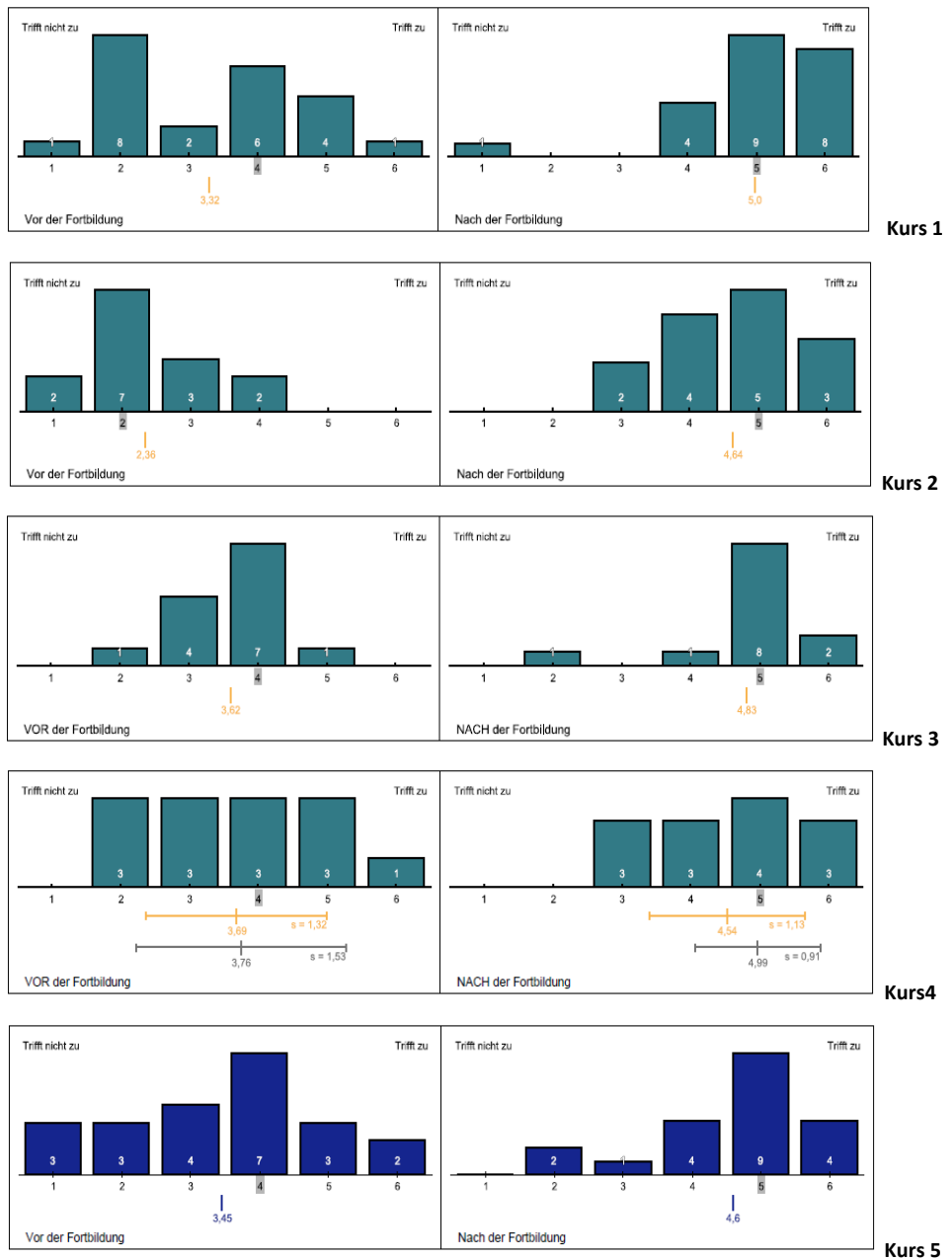
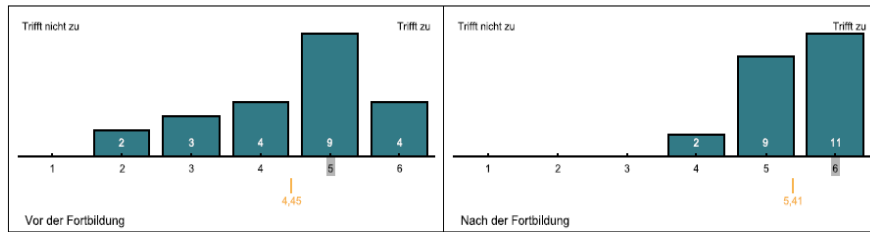
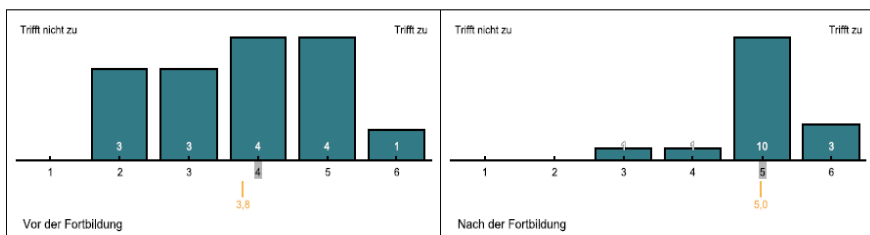


Abbildung A.7: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 3

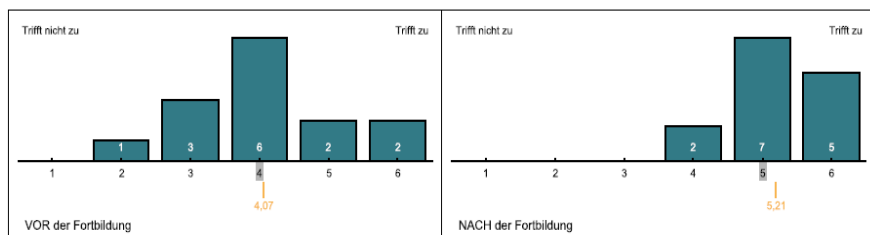
LZ 4: Ich kann vorliegende Diagramme lesen, interpretieren und typische Fehler in graphischen Darstellungen erkennen.



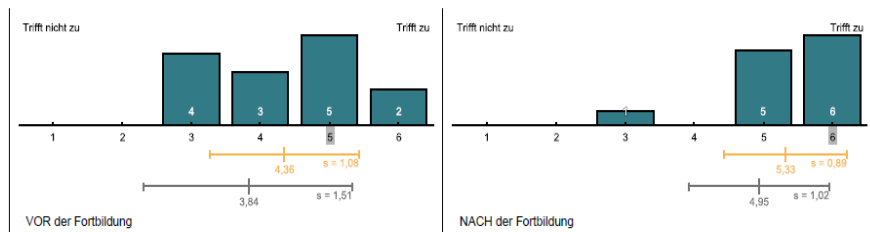
Kurs 1



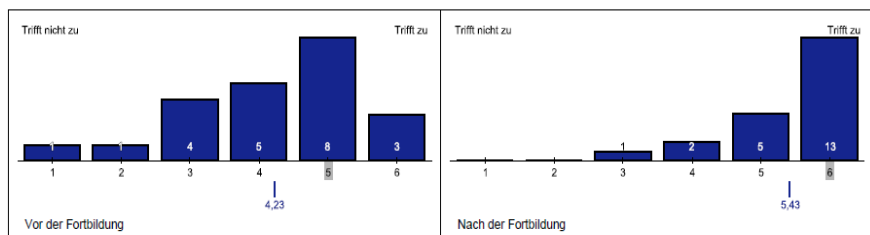
Kurs 2



Kurs 3



Kurs 4



Kurs 5

Abbildung A.8: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 4

Anhang B

Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit

B.1 Standortbestimmungen

Für den Kurs 4 werden die Ergebnisse der Standortbestimmungen zu Beginn und am Ende der Fortbildung zusammengefasst und ein Aufgabenbeispiel abgebildet.

	Lösungshäufigkeiten (gerundet in Prozent)	
	Prä	Post
Wahrscheinlichkeiten darstellen	94	100
Wahrscheinlichkeiten in unterschiedlichen Darstellungen vergleichen	83	100
Gleichwahrscheinlichkeit erkennen	55	67
Wahrscheinlichkeit von Aussagen einschätzen unmöglich, möglich, sicher	72	67
Empirisches Gesetz der großen Zahlen nutzen, um Versuchsergebnisse zu beurteilen	22	60
Vergleich von Wahrscheinlichkeiten zwischen unterschiedlichen Zufallsgeneratoren	88	100
Begriff Chance korrekt verwenden	38	40

Abbildung B.1: Ergebnisse Kurs 4 - Verständnis Zufall und Wahrscheinlichkeit

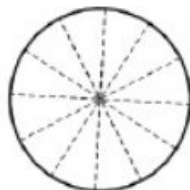
	Lösungshäufigkeiten (gerundet in Prozent)	
	Prä	Post
Zufallsgenerator an Gewinnwahrscheinlichkeit anpassen und begründen	94	100
Dargestellte Wahrscheinlichkeiten nutzen, um absolute Häufigkeiten einer Versuchsdurchführung zuzuordnen	33	53
Summe Augenzahlen – größte Wahrscheinlichkeit (Würfel)	67	80
Produkt Augenzahlen – größte Wahrscheinlichkeit (Würfel)	72	100
Darstellung im Baumdiagramm – Rückschluss auf Versuchsdurchführung ziehen und begründen	33	40
Im Baumdiagramm fehlende Wahrscheinlichkeiten ergänzen	22	47
Wahrscheinlichkeit, zweimaliges Ziehen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge	0	20
Zufallsgenerator nach Wahrscheinlichkeitsaussagen gestalten	39	53

Abbildung B.2: Ergebnisse Kurs 4 - Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten

Aufgabe 1

Für ein Schulfest baut eine Klasse Glücksräder. Die Besucher gewinnen beim Drehen der Glücksräder, wenn der Zeiger auf ein schwarzes Feld zeigt.

- a) Färben Sie das Glücksrad so, dass die Gewinnwahrscheinlichkeit $\frac{1}{3}$ beträgt.



- b) Michaela, Julia und Elif haben bereits ihre Glücksräder gebastelt. Jede der drei dreht ihr Glücksrad gleich schnell und mit voller Kraft.



Michaelas Glücksrad



Julias Glücksrad



Elifs Glücksrad

Welche der folgenden Aussagen ist richtig.

- Bei Julias Glücksrad ist die Gewinnwahrscheinlichkeit am größten.
- Bei Elifs Glücksrad ist die Gewinnwahrscheinlichkeit am größten.
- Bei Michaelas Glücksrad ist die Gewinnwahrscheinlichkeit am größten.
- Bei Julias, Michaelas und Elifs Glücksrad ist die Gewinnwahrscheinlichkeit gleich.

Abbildung B.3: Aufgabenbeispiel aus einer Standortbestimmung - Wahrscheinlichkeiten darstellen und vergleichen

B.2 Retrospektive Selbsteinschätzungen

In dieser Anlage werden zu den einzelnen Lernzielen die Ergebnisse der retrospektiven Selbsteinschätzung der Teilnehmenden am Ende des Moduls *Zufall und Wahrscheinlichkeit* im Vergleich der Kurse veranschaulicht.

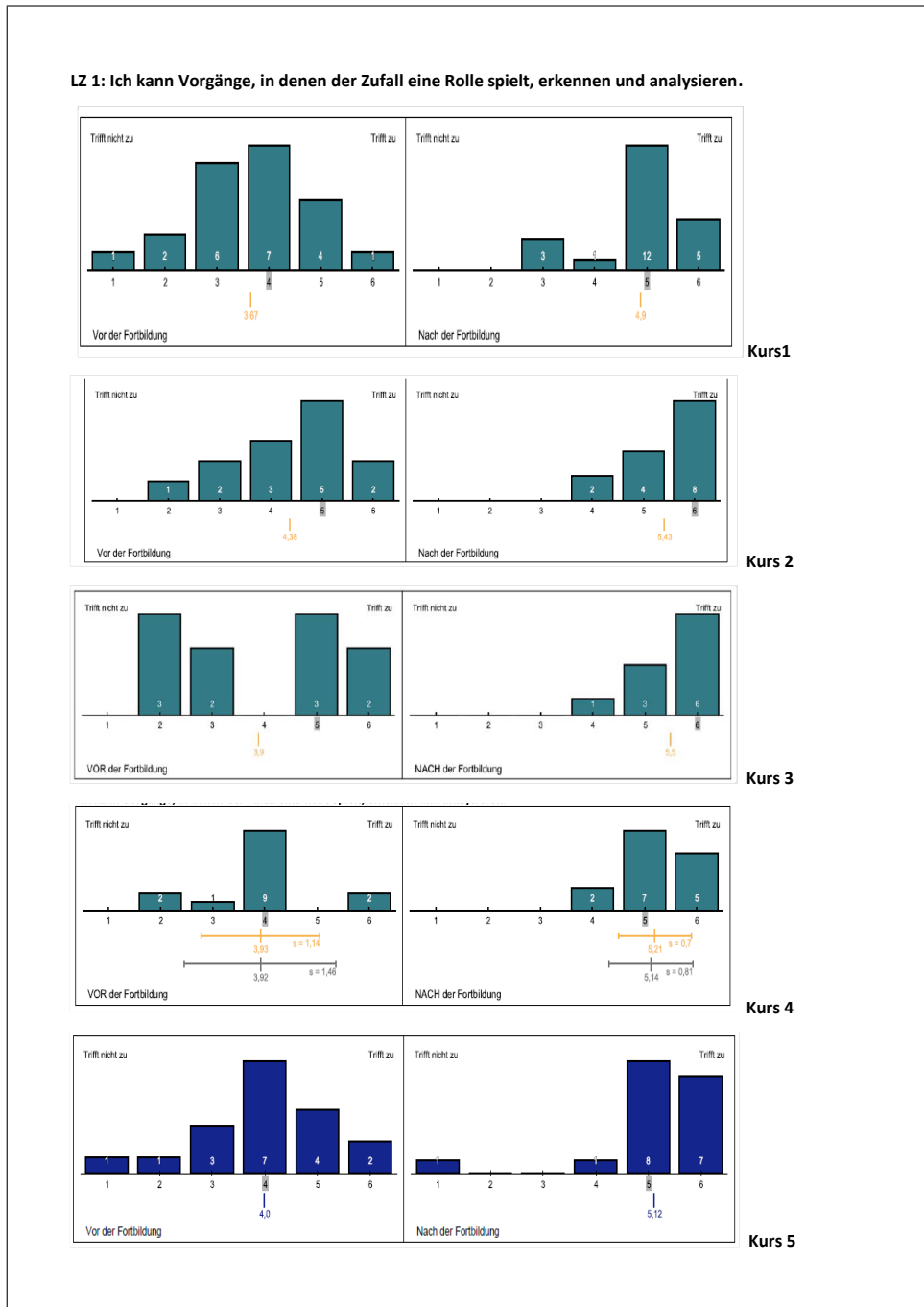


Abbildung B.4: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 1

LZ 2: Ich kann Wahrscheinlichkeiten für wiederholbare reale Vorgänge in der Natur oder der Gesellschaft sicher interpretieren.

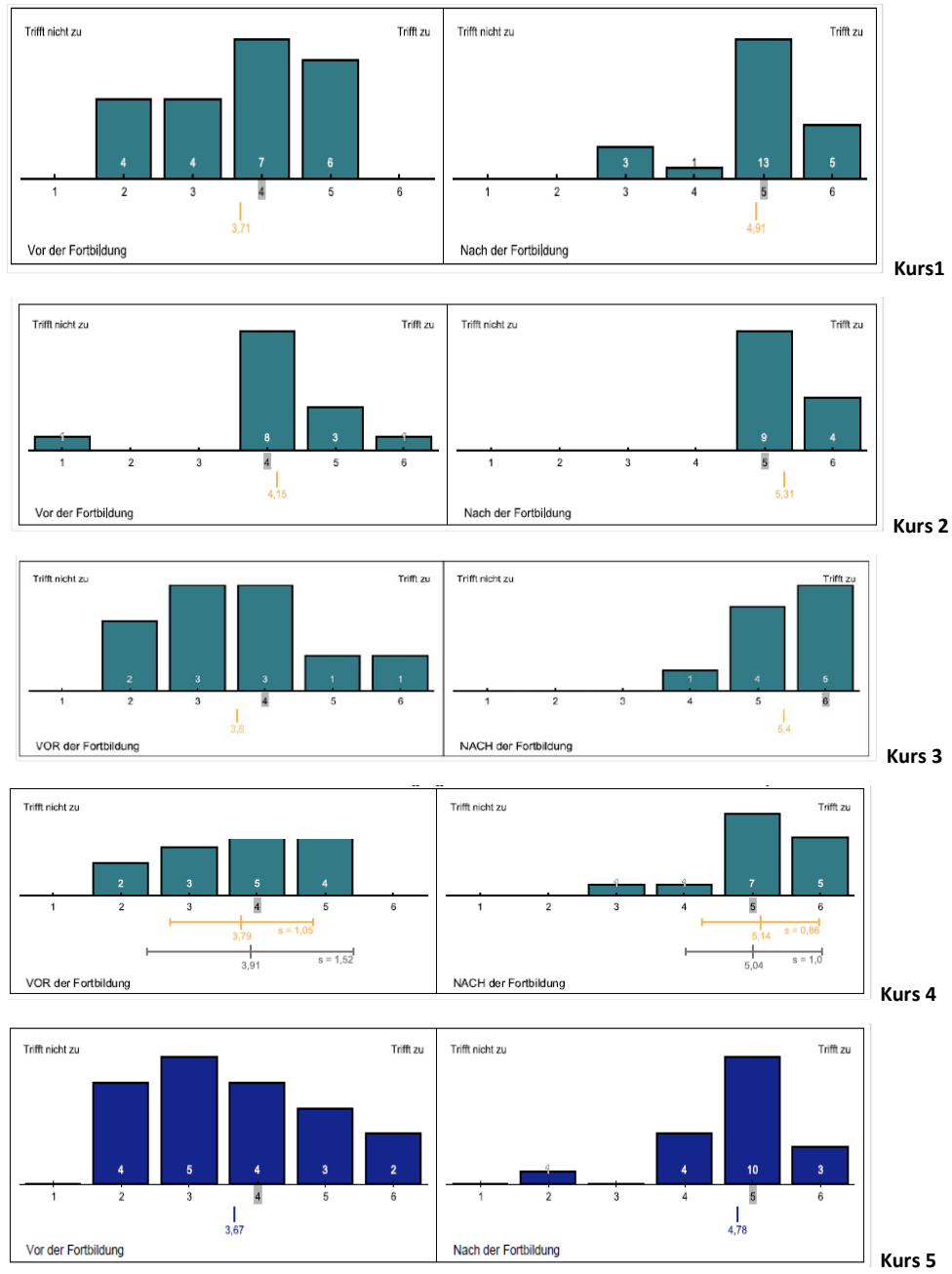


Abbildung B.5: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 2

LZ 3: Ich kann Beziehungen zwischen zufälligen Erscheinungen und dazu vorliegenden Daten und Begriffen, Zusammenhängen auf der Modellebene herstellen.

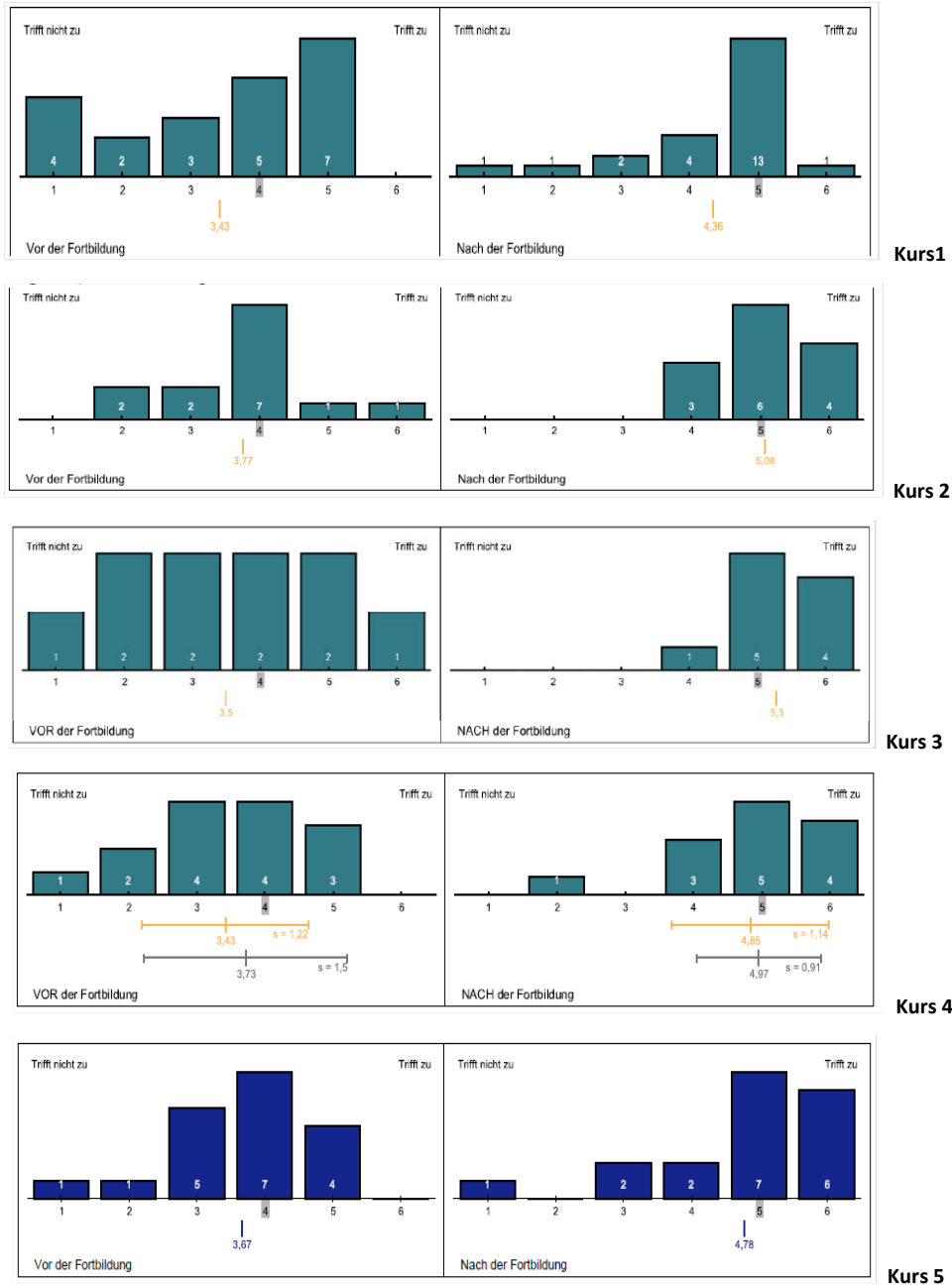


Abbildung B.6: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 3

LZ 4: Ich kann die Wahrscheinlichkeit bei zusammengesetzten (mehrstufigen) Vorgängen mithilfe von Baumdiagrammen und Pfadregeln berechnen und interpretieren.

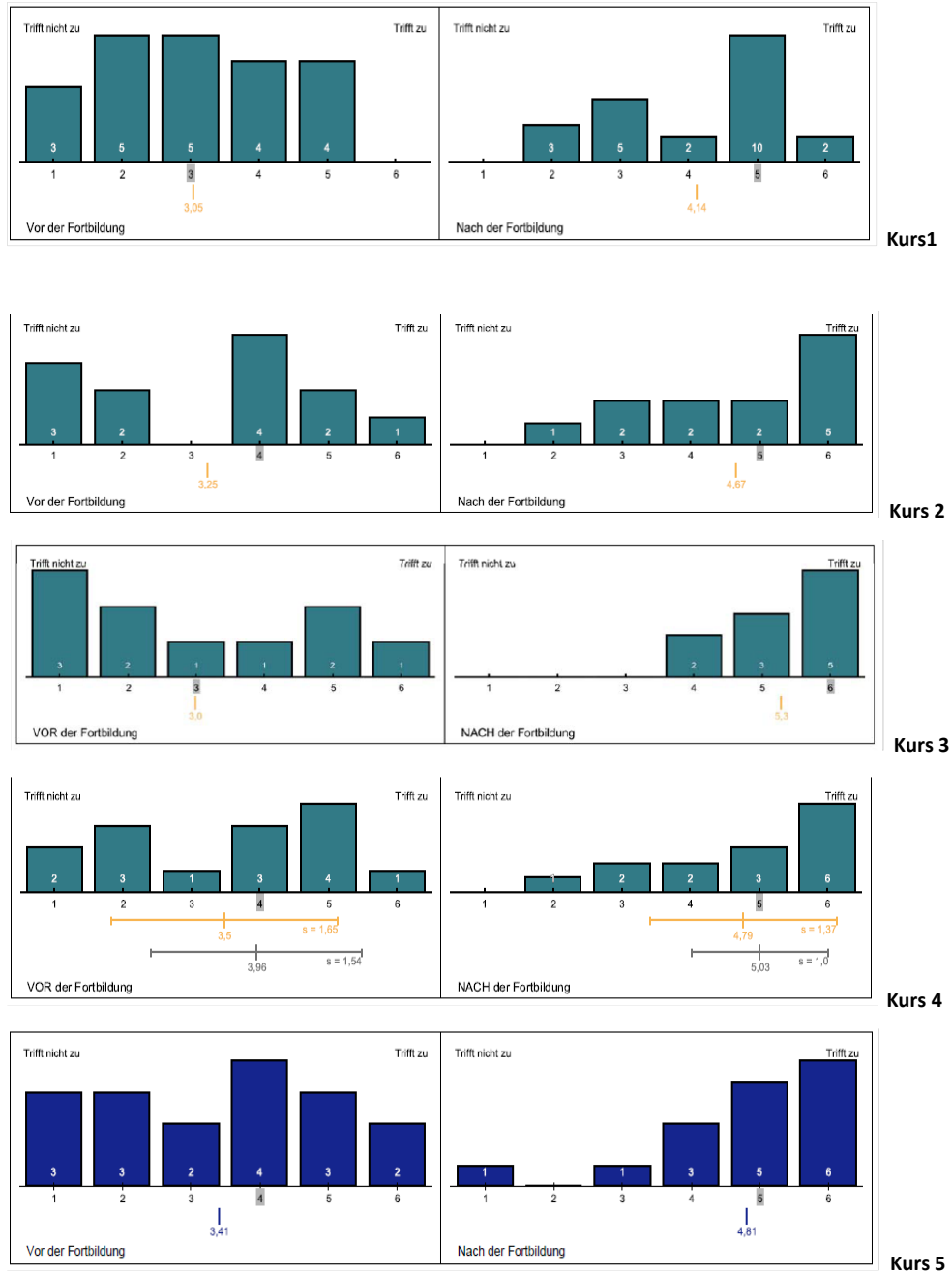


Abbildung B.7: Retrospektive Selbsteinschätzung - Lernziel 4

B.3 Auszug aus dem Fortbildungsmaterial

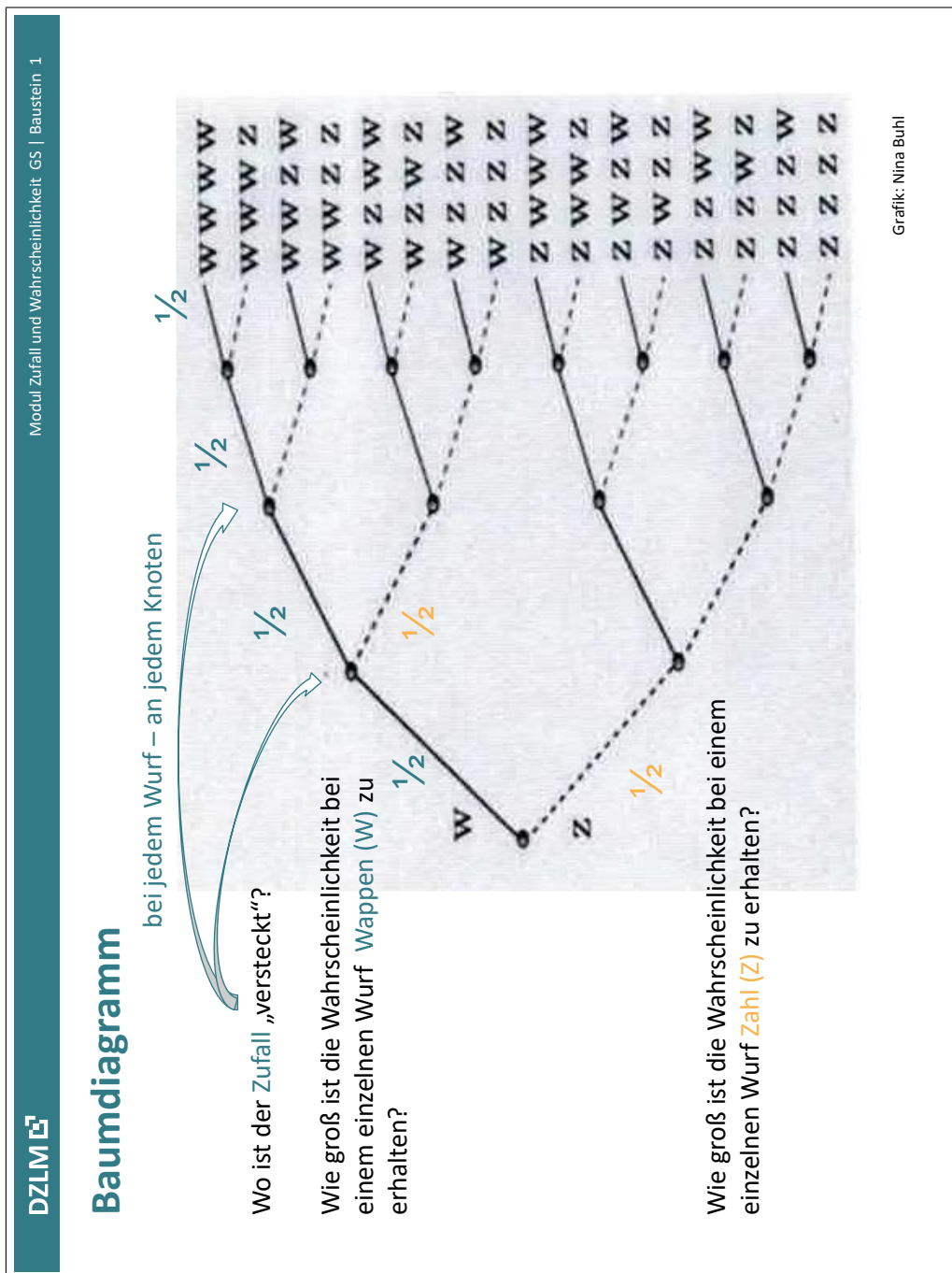


Abbildung B.8: Fortbildungsmaterial - Interpretation Baumdiagramm

Mehrstufige Zufallsexperimente

1. Pfadregel – Produktregel

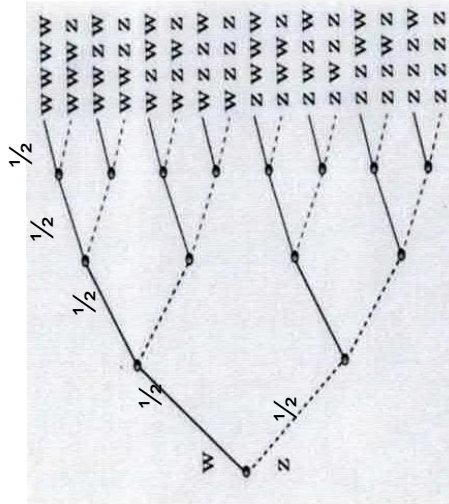
Wahrscheinlichkeit ist gleich dem Produkt der Wahrscheinlichkeiten entlang des Pfades

$$P(\text{wwwwww}) = 1/16$$

2. Pfadregel – Summenregel

unvereinbare Ereignisse

Wahrscheinlichkeit ist gleich der Summe der Wahrscheinlichkeiten der durch Pfade im Baumdiagramm dargestellten Elementarereignisse, die im Baumdiagramm dieses Ereignis bilden



Wie wahrscheinlich ist es, dass beim 4-maligen Wurf einer Münze **mindestens dreimal „Wappen“** fällt?

$$P(\text{wwwwww}) + P(\text{wwwz}) + P(\text{wwzw}) + P(\text{wzww}) + P(\text{zwww})$$

$$1/16 + 1/16 + 1/16 + 1/16 + 1/16$$

$$5/16$$

Abbildung B.9: Fortbildungsmaterial - Verständnis 1. und 2. Pfadregel

Anhang C

Umsetzung Gestaltungsprinzipien

Für das Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* werden die Einschätzungen der Teilnehmenden zur Umsetzung der Gestaltungsprinzipien in folgender Übersicht zusammengefasst.

Ergebnisse der Zwischenbefragungen zum Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* - Gestaltungsprinzipien


Gestaltungsprinzip	Item	1 - trifft nicht zu	2	3	4	5	6 - trifft zu
Kompetenzorientierung	Im Zentrum der Veranstaltung stand die Kompetenzentwicklung der Teilnehmenden.	0	4	1	6	22	42
	Es wurde klar benannt, welche Kompetenzen ich erlernen oder vertiefen sollte.	1	2	2	15	39	17
Teilnehmendenorientierung	Ich fühlte mich gut in den Lernprozess einbezogen.	0	2	3	6	32	32
	Ich bekam ausreichend Hinweise und Anregungen zur konkreten Gestaltung des Unterrichts.	0	0	1	7	24	28
	Im Rahmen der Fortbildung konnte ich Neues ausprobieren und habe dazu konstruktives Feedback erhalten.	0	0	0	0	24	51
Lehr-Lern-Vielfalt	Ich traue mir zu, die Inhalte im eigenen Unterricht umzusetzen.	0	2	2	10	25	36
	Die verwendeten Methoden waren gut auf den Inhalt abgestimmt.	0	0	1	7	24	28
	Die Relevanz der theoretischen Inhalte wurde ausreichend durch Beispiele aus der Praxis verdeutlicht.	0	0	2	1	23	48
	Die einzelnen Inhalte der Veranstaltung bezogen sich sinnvoll aufeinander.	0	2	1	4	18	50
	Ich hatte genügend Gelegenheiten, gemeinsam mit anderen Teilnehmenden an Problemen und Aufgaben zu arbeiten.	0	0	0	6	15	54
	Ich habe von den Erfahrungen und Sichtweisen der anderen Teilnehmenden profitiert.	0	0	0	0	27	48
Fallbezug	Der Kursinhalt wurde an unterrichtsnahen Beispielen veranschaulicht.	0	0	1	5	19	50
	Ich hatte genügend Gelegenheiten, Beispiele aus meiner eigenen Praxis einzubringen.	0	0	0	4	26	45
Reflexionsförderung	Wir hatten genügend Zeit zum gemeinsamen Reflektieren.	0	1	2	5	25	42
	Die Veranstaltung regte mich an, meinen eigenen Unterricht zu reflektieren.	0	2	2	5	18	48
Kooperationsanregung	Mir wurden durch die Fortbildung (neue) Wege der Kooperation eröffnet.	0	0	0	18	39	18

Abbildung C.1: Modul *Zufall und Wahrscheinlichkeit* - Einschätzung Umsetzung Gestaltungsprinzipien

Anhang D

PLG - Arbeit im Tandem

Im Folgenden ist zunächst die mit Lehrpersonen entwickelte und in allen Kursen genutzte Vorlage für einen Erfahrungsbericht zur Unterrichtserprobung eingefügt. Im Anschluss werden Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium abgebildet, die Grundlage für einen Austausch in der Reflexion der Praxisphase waren.

DZLM 		Zufall und Wahrscheinlichkeit Baustein 1 Arbeitsblatt	
Praxisphase – Erfahrungsbericht des Tandems			
Fortbildung:			
Praxisphase (bei mehreren): 1 2 3			
Namen:			
Arbeit im Tandem			
mathematischer Inhalt/ Themengebiet			
Planung und Organisation (z. B. Beratung im Tandem und mit anderen Lehrkräften, kollegiale Hospitation, Reflexion zur Erprobung)			
Erprobung im Unterricht			
durchgeführt in Klassenstufe			
Vorkenntnisse Ihrer Lerngruppe			
Aufgabenformulierung, wie sie an die Lerngruppe gerichtet wurde			
kurze Darstellung der erprobten Aufgabe (ggf. Kopien des Arbeitsmaterials im Anhang)			
Funktion der Aufgabe für das Lernen der Schülerinnen und Schüler (Lernziele)			
methodische Gestaltung des Unterrichts			
Ergebnisse			
beispielhafte Schülerarbeiten, kurze Beschreibung der Lösungswege (Kopien oder Originale anhängen)			




Abbildung D.1: Dokumentation Praxisphase - Erfahrungsbericht

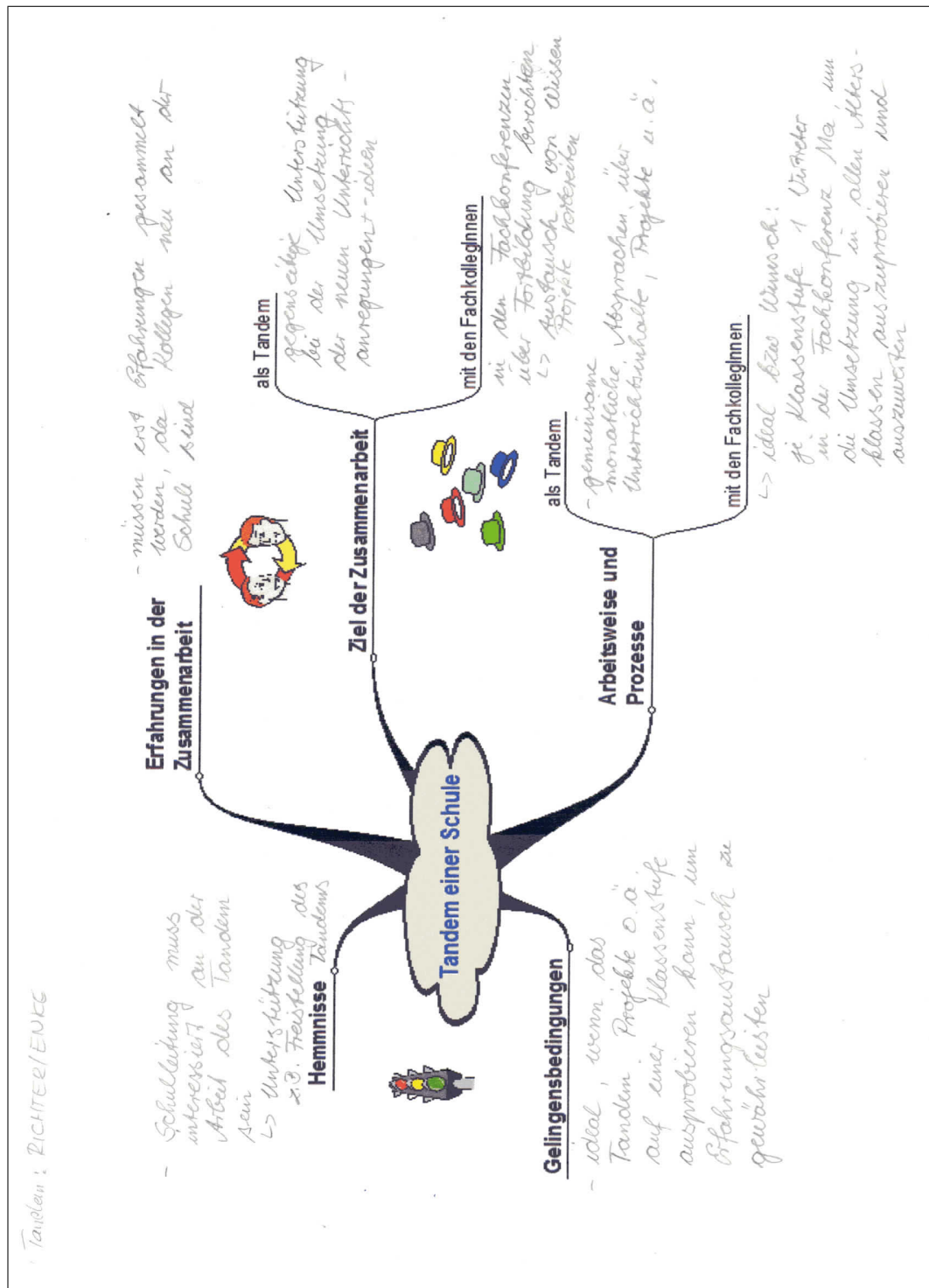


Abbildung D.2: Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium - PLG 1

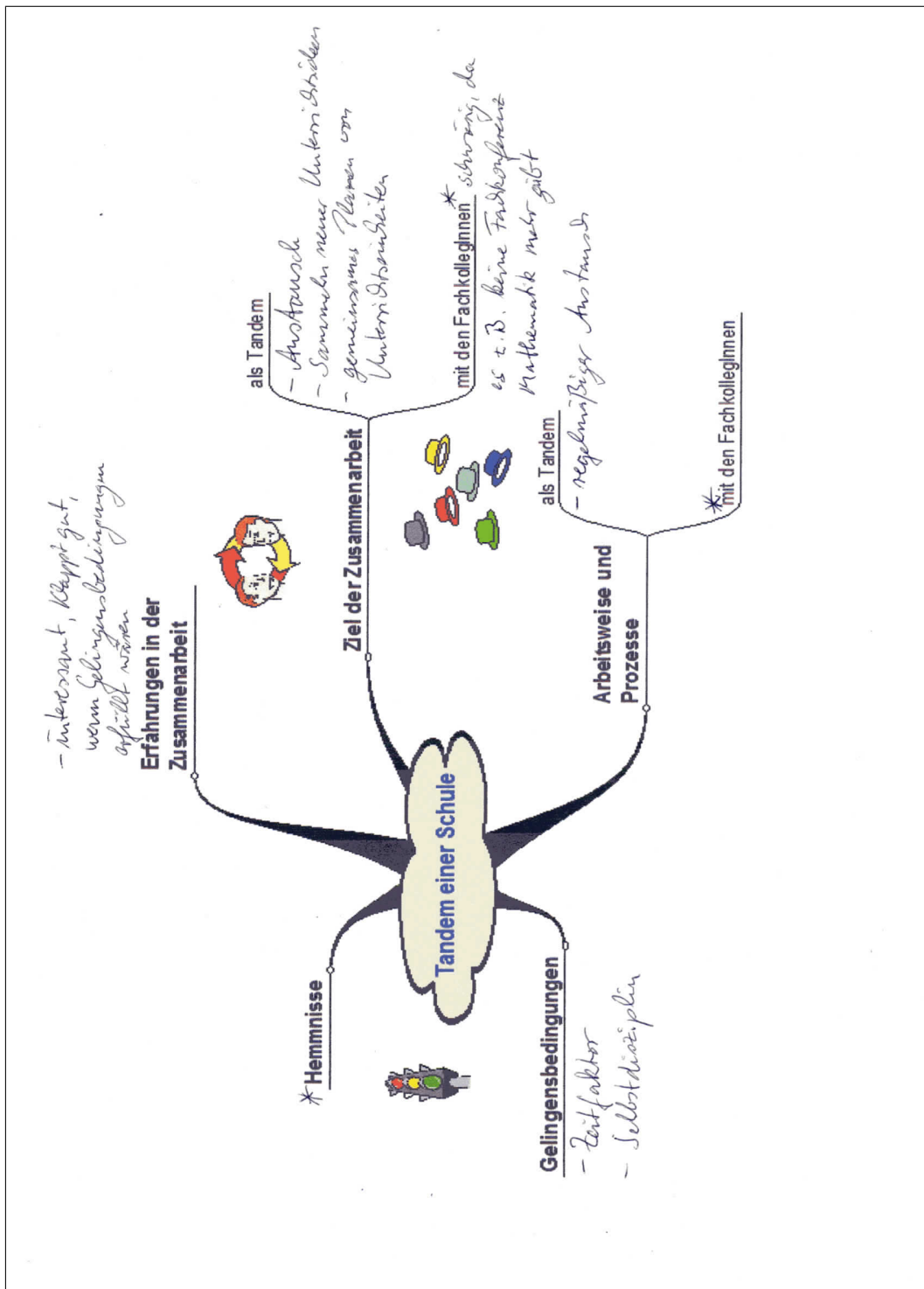


Abbildung D.3: Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium - PLG 2

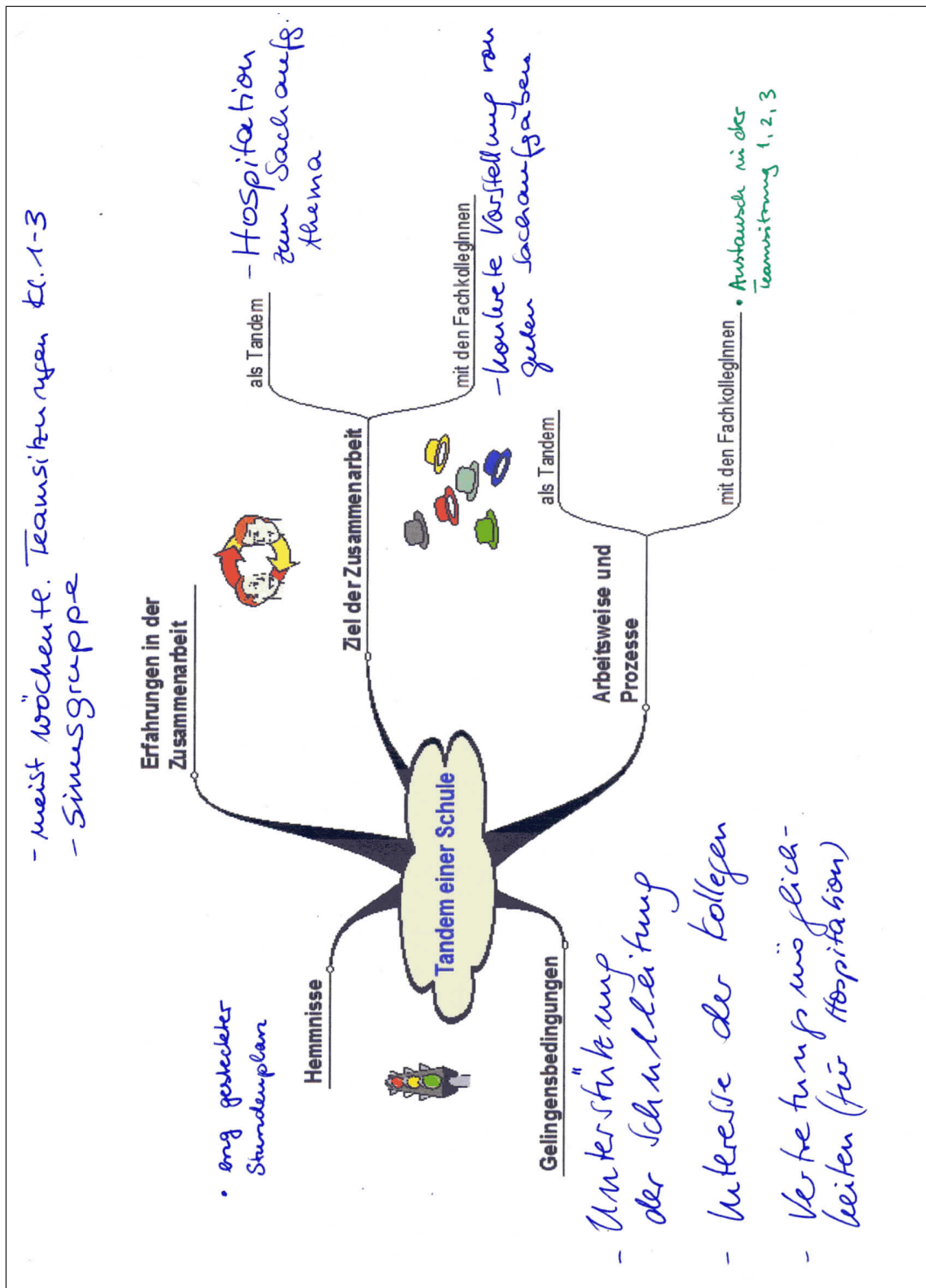


Abbildung D.4: Notizen zur kooperativen Zusammenarbeit im Tandem und im Fachkollegium - PLG 3

Anhang E

Leitfadeninterview

Interviewleitfaden

Ziel: Detailliertere Informationen über Teilnehmende zu ihren beruflichen und individuellen Voraussetzungen und ihrem Lernen in der Fortbildung

Einleitung

- Begrüßung, Bedanken für Bereitschaft
- Einverständnis für Audioaufzeichnung
 - o Anonymisierung, Code angeben (Vorname Mutter, Vorname Vater, Geburtsmonat)
 - o Nutzung ausschließlich für Forschungszwecke, Optimierung des Kurskonzeptes und der Durchführung
 - o Hinweis auf Nachfragen: Es geht darum zu verstehen, wie Sie denken und wie Sie die Dinge verstehen.

Schwerpunkt	Thema	Fragen zu ...		
Fragen zur Person und ihren Erfahrungen	Berufsbiografie	Welche Ausbildung erworben? Wann abgeschlossen?	Zusatzqualifikationen?	
		Nach dem Abschluss ununterbrochen im Beruf tätig?	An der gleichen Schule? In der gleichen Schulform?	Unterbrechungen/Wechsel: Welche, warum, wie lange?
		Unterrichtserfahrungen in Ma?	Aktueller Einsatz im Unterricht (auch anderer Fächer)	Vorrangiger Einsatz in den letzten Schuljahren
		Funktionen, die bisher wahrgenommen wurden	aktuelle	
Überleitung	Wie sind sie auf unser Angebot aufmerksam geworden?			
Gründe für Teilnahme an Fortbildung	Wonach wählen Sie Fortbildungen aus? (generell)	Inhaltliche Schwerpunkte bisheriger Fortbildungen		
	Warum haben Sie DZLM-Kurse ausgewählt?	Warum speziell diese fachinhaltlich orientierte Fortbildungen?		
	freiwillige Teilnahme	persönlicher Fortbildungsbedarf, Ergebnis eines Personalgesprächs		
			Warum den Stochastikkurs?	

Überleitung/Vorerfahrungen	Welche Vorerfahrungen wurden in die Fortbildung eingebracht?	Unterrichtserfahrungen zur Stochastik	... zu den Teilgebieten: Statistik, Kombinatorik, Zufall und Wahrscheinlichkeit	
Erwartungen an diese Fortbildung	Benennen der Erwartungen, mit denen in den Kurs eingestiegen wurde	Wissen zu fachwissenschaftliche Inhalten, Verfahren, Konzepten	Welche Impulse für Umsetzung im Unterricht?	Bezüge zur Schulstufe, Jahrgangsstufe
Erleben der Fortbildung - Modul Statistik - Modul Kombinatorik - Modul Zufall und Wahrscheinlichkeit - Modul Linienführung RLP	Präsenzphasen	Rolle als Lernende(r) – Lernen von fachwissenschaftlichen Inhalten	Bezüge zur Schulmathematik	Impulse für die Umsetzung im Unterricht
	Praxisphase	Erprobungsbeispiele? Eigene Erfahrungen genutzt: Sichtung/Suche/eigene „Schätze“ Abgeleitet aus Bsp. der Präsenz	Reflexion der eigenen Planung und des unterrichtlichen Handelns?	Blick auf Lernen der Schülerinnen und Schüler?
Abgleich Erwartungen/Erleben	Tandemarbeit/ Lehrkräftekooperation	Im Kurs (Präsenzzeit)	In der Schule (Praxisphase)	In der Fachkonferenz (über den Kurs hinaus)
	Vergleich der Erwartungen mit dem Erlebten	fachwissenschaftlich	Bezüge zur Schulmathematik (stufenspezifisch)	Impulse für die Umsetzung im Unterricht
„Effekte“ der Fortbildung	Die Fortbildung hat sich gelohnt? Weil...	Gibt es Veränderungen? Welche?	Nachhaltigkeit? Nachnutzung der selbst entwickelten und erprobten Materialien?	Welche Bedingungen haben diese Veränderungen wesentlich unterstützt?
Selbstinschätzungen	Benennen Sie Kriterien für eigenen Kompetenzzuwachs.	Was hat Ihr fachliches Lernen besonders gefördert?	Beschreiben Sie die Beziehung zwischen Fachwissen und Unterrichtsgestaltung.	
Ausblick/Wünsche	Was sollten wir noch wissen?	Vorstellungen zu eigener Perspektive		

Anhang F

Transkriptausschnitte

F.0.1 Qualifikationsheterogene Lerngruppe

Wie haben Sie das Lernen in dieser heterogenen Gruppe erlebt?

Dokument: Transkripte 614

614: Na ja, also das ist ja immer so ein bisschen typabhängig von den Lehrkräften selber. Also das Studium, das steht einem ja nicht auf die Stirn geschrieben. Und ich finde das immer ein bisschen schade, wenn gerade diejenigen, die jetzt schon so viel Vorwissen haben, eigentlich sich nicht äußern, aus welchen Gründen auch immer. Ich mit null Vorwissen sozusagen, versuche, weil ich weiß, dass es mir selber hilft, auch wenn es mal falsch ist, dann einfach mitzureden (lacht). Im großen Rahmen, wenn mal alle zusammen sind und man soll sich äußern, dann machen es ja viele nicht. Ist wie im Unterricht.

I: Sie haben ja auch am Tisch zusammengearbeitet. Wie hat das funktioniert?

614: Ja, das ist noch mal ein anderer Rahmen. Wenn es dann tatsächlich eine Vierergruppe war, sag ich mal, dann wurde es schon lebendiger und auch wirklich gut. Ist mir wirklich sehr positiv in Erinnerung. Also, jeder weiß was und manche mehr (lacht).

Dokument: Transkripte 627

627: Man hat natürlich schon wahrgenommen, durch die Äußerungen der Teilnehmer schon gemerkt, dass da Leute mit ganz viel Erfahrung sind. Und Leute auch mit relativ wenig Erfahrung, die eben auch Mathematik noch nicht lange machen oder sich nicht intensiv damit beschäftigt haben. Ich ordne mich ir-

gendwo so in der Mitte ein, würde ich mal behaupten, so von dem, was ich bis jetzt gemacht habe. Aber ich fand das, für mich war das jetzt kein bisschen, dass ich das Gefühl hatte, das passt nicht zusammen. Das habe ich nicht so wahrgenommen. Ich habe das auch nicht als Problem wahrgenommen.[...] Ich hatte den Eindruck, dass gerade auch studierte Mathematiklehrer durchaus gerade in diesem: *Wie vermittele ich das? Wie bringe ich die Inhalte rüber?* durchaus profitieren konnten von anderen, die jetzt vielleicht fachfremd sind, aber eben in der Grundschule mehr unterrichten, auch in anderen Fächern. Da kann man ja auch bestimmte Dinge übertragen, zumindest im Umgang mit den Schülern. Also von daher finde ich das schon sinnvoll und denke schon, dass man da voneinander profitieren kann. Da können alle auch voneinander viel lernen, glaube ich.

Dokument: Transkripte 625

625: Ich fand das eigentlich gut so, auch gerade, dass es so ein bisschen gemischt war. Und der Kurs war ja so angelegt, dass jeder, egal aus welcher Ecke er kam, ganz gut das hinbekommen hat. Ich habe Wahrscheinlichkeit, Stochastik nie gehabt. Und hab mich eigentlich wohl gefühlt und bin auch überall, denke ich, ganz gut so mitgekommen. Ich hatte auch nicht das Gefühl, dass jetzt andere, die aus dem Oberstufenbereich kamen, weit überlegen sind, weil auch die rechnen nicht jeden Tag solche Sachen. Es ging ja auch mehr ums Denken. Ich fand das eigentlich ganz gut. Es geht ja auch immer für uns darum, wie bringe ich es meinen Kindern bei. Und das ist für mich genauso wichtig wie für jemanden, der gerade aus der Abiturstufe kommt. Man ergänzt sich irgendwie. Da schließt sich eigentlich so für mich so ein bisschen der Kreis.

F.0.2 Kriterien für retrospektive Selbsteinschätzung

Sie haben Ihren Wissenszuwachs in einem Vorher-Nachher-Vergleich eingeschätzt. Welche Kriterien lagen dieser Einschätzung zugrunde?

Dokument: Transkripte 417

417: Ich glaube, es ist schwer, den eigenen Lernprozess zu verbalisieren. Man weiß nicht so genau, was man vorher schon konnte und was man so konkret durch den Kurs gelernt hat. Was nicht heißt, dass der Kurs nichts gebracht hätte, sondern einfach nur, sich das bewusst zu machen, das dann anzukreuzen ist schwierig (Pause) und man vergleicht sich mit anderen.[...] Das Vorher so zu quantifizieren, wie gut man in dem Bereich schon ist, ist schwierig. Man ist ja doch irgendwie Einzelkämpfer in seiner eigenen Klasse und weiß gar nicht manchmal, was könnte man noch machen. Weiß gar nicht, was machen die anderen alles. Wie groß ist eigentlich das (*fachinhaltliche*, d. A.)Spektrum? Wenn man das dann im Kurs erstmal sieht, merkt man, ach herrje, ja okay, die Spanne nach oben hin ist ja doch noch größer als ich dachte.

Dokument: Transkripte 613

613: Ich selber habe in manchen Teilen einen größeren Fortschritt gemacht. Manches war mir bekannt, dass ich sagen würde, *Gut, da habe ich noch mal einen anderen Blick drauf*. Ob ich dann sagen würde, jetzt habe ich einen Sprung gemacht, das weiß ich nicht. Na gut, mein Wissen ist an der Stelle noch mal vertieft worden. Also, insofern finde ich es schwierig zu sagen, welchen Sprung man da gemacht hat. Da ist aber sicher auch noch mal ein neuer Gesichtspunkt, noch mal etwas inhaltlich dazugekommen.

I: Im Sinne so von Stufe 4 zu 5.

613: Ja. Ja, also das würde ich schon sagen. Aber ob ich jetzt sagen kann, das ist ein großer Sprung oder das ist ein kleiner Sprung, da müsste es ganz genaue Kriterien geben. Es ist aber so oder so, aus meiner Sicht, immer so ein persönliches Empfinden.[...] Ich könnte mir vorstellen, dass ein Kollege sagt: *Ich stehe auf 4 und habe jetzt diesen Aha-Effekt und würde auf 6 gehen*. Aber, dann würde ich mich ja outen, dass ich wenig Ahnung hatte. Das will ich ja auch nicht. Dann gehe ich lieber auf 5. Ja? Aber zu sagen: *Nee mein Wissen war damals 3 und jetzt ist es das*. Das kann ich mir nicht vorstellen. Ich glau-

be eher, dass man dieses: *Mensch, jetzt habe ich aber viel dazugelernt*, kleiner zugeht, als zu groß, um sich nicht darzustellen: *Ach, ich habe ja vorher doch nicht so viel gewusst*.

Dokument: Transkripte 830

830: Inhaltliche Sicherheit und methodische. Ja. Ich glaube, das ist bei mir immer eine Mischung der Dinge. (lange Pause) Oder doch eher inhaltlich? Eher inhaltlich. Also, wenn ich am Anfang das einschätze und das am Ende miteinander vergleiche, dann ist es schon eher das Inhaltliche. Also inwiefern bin ich sicherer in dem Themenbereich geworden.

Dokument: Transkripte 614

614: Also inwieweit sich mein Wissen oder mein Können da gesteigert hat? Na ja, äußere Kriterien gibt es eigentlich wenig. Ist, glaube ich, auch eher so eine subjektive Einschätzung. Wie gut fühle ich mich in Bezug auf Schülernachfragen, wie gut konnte ich auf Nachfragen oder Schwierigkeiten im Unterricht reagieren. Also eher, dass ich im Unterricht praktisch auch fachlich Rede und Antwort stehen konnte, mit den Kindern das fachgemäß erarbeiten konnte. Aber es gibt ja auch Dinge, die klappen denn eben nicht so. Und dann denkt man sich hinterher: *Na okay, da weiß ich vielleicht nicht so gut Bescheid* oder habe es vielleicht nicht fachgerecht vorbereitet. Es ist schwierig. Es ist schon eine sehr, sehr subjektive Einschätzung.

I: Und wie weit die Spanne beim Ankreuzen auseinandergeht, wovon würde das bei Ihnen abhängen?

614: Also, es kommt wirklich auf den Bereich der Mathematik an. Also bei der Stochastik ist es wirklich extrem. Das war einfach so weit weg, dass ich gedacht habe: *Oh Gott, ich könnte das nicht alles*. Bei der Wahrscheinlichkeit liegt die Einschätzung weiter auseinander, ganz einfach, weil ich da einen richtigen Wissenszuwachs hatte. Bei Statistik ist es nicht so weit auseinander, denn hier habe ich schon Vorerfahrungen und schätze, dass ich sicherlich was dazugelernt habe, aber das ist nicht mehr so viel.

Dokument: Transkripte 628

628: Na, beim Vorher habe ich festgelegt, das ist ein Thema - keine bzw. kaum Vorkenntnisse. Dann habe ich eingeschätzt, ich sage mal, ich habe Grundkenntnisse erworben. Fortgeschrittene Erkenntnisse würde ich das nicht nennen, weil mir bestimmte Sachen einfach trotzdem noch fehlen und ich eine Woche oder zwei Wochen nach dem Kurs dachte: *Den müsstest du jetzt eigentlich noch ein zweites Mal machen*, um mit geschärfterem Blick noch mal darauf zu achten, was für mich in meiner Arbeit wichtig ist.

Dokument: Transkripte 625

625: (Pause) Na ja, inwieweit ich mich vorher in diesem Bereich sicher gefühlt habe und ob ich das Gefühl hatte, dass ich danach schon was dazu gelernt habe. Ich glaube, den größten Zuwachs hatte ich bei der Wahrscheinlichkeit und mit Daten umgehen, Statistiken erstellen. Ein Vorteil hatte ich dadurch, dass ich in Klasse 5/6 unterrichtete und die Themen in den letzten Jahren verstärkt Einzug in die Lehrbücher hatten. Also, habe ich mich damit auch schon beschäftigt, auch wie ich es den Kindern beibringe. Darauf habe ich schon in den letzten Jahren einen großen Wert gelegt.

Literaturverzeichnis

- AK Stochastik. (2002). *Empfehlungen zu Zielen und zur Gestaltung des Stochastikunterrichts: Beschluss der Herbsttagung 2002, 8.-11.11.2002, Dortmund*. Zugriff am 10.02.2019 auf <https://www.math.uni-frankfurt.de/ak-stochastik/publikationen.html>
- Ashcraft, M. H. & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment* (27(3)), 197–205.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A control system and its control processes. In K. Spence (Hrsg.), *The psychology of learning and motivation (Vol. 2)*. New York: Academic Press.
- Ball, D. & Bass, H. (Hrsg.). (2003). *Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching: Paper presented at the 2002 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group*.
- Ball, D. & Cohen, D. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional development. In L. Darling-Hammond & G. Skyes (Hrsg.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (S. 3–32). San Francisco: Jossey-Bass.
- Ball, D., Hill, H. H. & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. *American Mathematical Educator*, 14–46.
- Ball, D., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education* (59), 389–407.
- Bandura, A. (1992). Exercise of personal agency through the self-efficacy mechanism. In R. Schwarzer (Hrsg.), *Self-efficacy: Thought control of action*. (S. 3–38). Washington, DC: Hemisphere.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.

- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology* (52), 1–26.
- Barzel, B. & Selter, C. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen. *Journal für Mathematik-Didaktik* (36), 259–384.
- Baumert, J., Klieme, E. & Bos, W. (2001). Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Die Herausforderung von TIMSS für die Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. In BMBF (Hrsg.), *TIMSS- Impulse für Schule und Unterricht* (S. 11–41). Bonn: BMBF.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (9), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2013). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 277–337.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (2011). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Unterricht und die mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern (COACTIV)- ein Forschungsprogramm. In J. Baumert, M. Kunter, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 7–25). Münster: Waxmann.
- Bendixen, L. D. & Rule, D. C. (2004). An integrative approach to personal epistemology: A guiding model. *Educational Psychologist* (39), 69–80.
- Berlin-Abgeordnetenhaus. (2004). *Schulgesetz für das Land Berlin*. Zugriff am 10.12.2018 auf <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=SchulG+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true&aiz=true>
- Besser, M. & Krauss, S. (2009). Zur Professionalität als Expertise. In O. Zlatkin, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 71–82). Weinheim: Beltz.
- Binner, E. & Rösken-Winter, B. (2019). Fremd im Fach – Lernen vom Lehrkräften in qualifikationsheterogenen Lerngruppen. In R. Porsch & B. Rösken-Winter (Hrsg.), *Professionelles Handeln im fachfremd erteilten Mathematikunterricht* (S. 195–215). Wiesbaden: Springer Spectrum.
- Blömeke, S. (2002). *Universität und Lehrerbildung*. Bad Heilbrunn: Klink-

hardt.

- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelsson, R. J. (2015). Beyond dichotomies. Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie* (233), 3–13.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010). *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer*. Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Müller, C., Felbrich, A. & Kaiser, G. (2008). Epistemologische Überzeugungen zur Mathematik. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer* (S. 219–245). Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Seeber, S., Lehmann, R., Kaiser, G., Schwarz, B., Felbrich, A. & Müller, C. (2010). Messung des fachbezogenen Wissens angehender Mathematiklehrkräfte. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer* (S. 49–88). Münster: Waxmann.
- 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), 154–171.
- Bonsen, M. (2009). *Lehrerfortbildung. Professionalisierung im mathematischen Bereich: Expertise für das Projekt ‚Mathematik entlang der Bildungskette‘ der Deutsche Telekom Stiftung*. Münster.
- Bonsen, M. (2010). Schulleitung als Unterrichtsentwickler. In H. G. Rolff (Hrsg.), *Führung, Steuerung, Management* (S. 99–132). Seelze: Kallmeyer.
- Bonsen, M. & Rolff, H.-G. (2006). Professionelle Lerngemeinschaften von Lehrerinnen und Lehrern. *Zeitschrift für Pädagogik* (52 (2)), 167–184.
- Bortz, J. & Döring, N. (Hrsg.). (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Heidelberg: Springer.
- Bosse, M. (2014). Wie können fachfremd unterrichtende Mathematiklehrkräfte

- durch Lehrerfortbildungen effektiv unterstützt werden? In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 221–224). Münster: WTM.
- Boyd, W., Foster, A., Smith, J. & Boyd, W. E. (2014). Feeling good about teaching mathematics: Addressing anxiety amongst pre-service teachers. *Creative Education* (5), 207–217.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Washington, DC: National Academics Press.
- Brockmeyer, R. & Edelstein, W. (Hrsg.). (1997). *Selbstwirksame Schulen: Wege pädagogischer Innovation*. Oberhausen: Laufen.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte: Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Hans Huber.
- Bromme, R. (1995). Was ist pedagogical content knowledge? Kritische Anmerkungen zu einem fruchtbaren Forschungsprogramm. *Zeitschrift für Pädagogik* (Beiheft 33), 105–115.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Bromme, R., Clarebout, G., Elen, J. & Stahl, E. (Hrsg.). (2011). *Links between beliefs and cognitive flexibility. Lessons learned*. Dordrecht: Springer.
- Bromme, R., Jucks, R. & Rambow, R. (2003). Wissenskommunikation über Fachgrenzen: Ein Trainingsprogramm. *Wirtschaftspsychologie* (3), 94–102.
- Brown, A. B., Westenskow, A. & Moyer-Packenham, P. S. (2011). Elementary pre-service teachers: can they experience mathematics teaching anxiety without having mathematics anxiety? *IUMPST: The Journal* (5), 1–14.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, T. & Jordan, A. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (9(4)), 524–544.
- Buehl, M. M. & Alexander, P. A. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review* (13(4)), 385–418.

- Calderhead, J. & Robson, M. (1991). Images of teaching: Student teachers' early conceptions of classroom. *Teaching and Teacher Education* (7(1)), 1–8.
- Carpenter, T., Fennema, E., Franke, M., Levi, L. & Empson, S. (2000). *Cognitively guided instruction: A research-based teacher professional development program for elementary school mathematics: (Report No 003)*. Madison, WI.
- Clarke, D. (1991). *The role of staff development programs in facilitating professional growth*. Madison, WI.
- Clarke, D. & Peter, A. (1993). Modelling teacher change. In B. Atweh & Kaner, C. Carss, M. (Hrsg.), *Contexts in mathematics education* (S. 167–175). Brisbane.
- Collins, J. A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning and instruction* (S. 453–494). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Daschner, P. (2004). Dritte Phase an Einrichtungen der Lehrerfortbildung. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 290–300). Kempten: Klinkhardt.
- DMV, GDM & MNU. (2008). *Standards für die Lehrerbildung im Fach Mathematik*.
- Döhrmann, M., Hacke, S. & Buchholz, C. (2010). Nationale und internationale Typen an Ausbildungsgängen zur Primarstufenlehrkraft. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 55–71). Münster: Waxmann.
- Döhrmann, M., Kaiser, G. & Blömeke, S. (2010). Messung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens: Theoretischer Rahmen und Teststruktur. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer* (S. 169–194). Münster: Waxmann.
- Döhrmann, M., Kaiser, G. & Blömeke, S. (2012). The conceptualisation of mathematics competencies in the international teacher education study TEDS-M. *ZDM Mathematics* (44), 325–340.

- Dole, J. A. & Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist* (33), 109–128.
- DZLM. (2015a). *Mathe.Lehren.Lernen. Kursformate von DZLM-Fortbildungen*. Zugriff am 25.10.2018 auf https://www.dzlm.de/files/uploads/DZLM-1.0-Kursformate-20150303_FINAL.pdf
- DZLM. (2015b). *Mathe. Lehren. Lernen. Professionelle Lerngemeinschaften als Programmlinie des DZLM*. Zugriff am 12.02.19 auf https://www.dzlm.de/files/uploads/DZLM-2.2-Konzept-PLGen-20150309_FINAL-20150324.pdf
- DZLM. (2015c). *Mathe. Lehren. Lernen. Theoretischer Rahmen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik*. Zugriff am 03.01.2019 auf https://www.dzlm.de/files/uploads/DZLM-0.0-Theoretischer-Rahmen-20150218_FINAL-20150324.pdf
- Edelstein, W. (Hrsg.). (1995). *Entwicklungskrisen kompetent meistern. Der Beitrag der Selbstwirksamkeitstheorie von Albert Bandura zum Pädagogischen Handeln*. Heidelberg: Asanger.
- Edelstein, W. (1998). Selbstwirksame Schulen: Ein neuer Impuls für die Schulreform: Themenheft 2. *Unterrichtswissenschaft* (26), 100–106.
- Edelstein, W. (2002). Selbstwirksamkeit, Innovation und Schulreform Zur Diagnose der Situation. (Beiheft 44), 13–27.
- Eichholz, L. (2017). *Mathematik fachfremd unterrichten: Ein Fortbildungskurs für Lehrpersonen in der Primarstufe*. Wiesbaden: Springer Spectrum.
- Eichler, A. & Vogel, M. (2012). *Leitidee Daten und Zufall*. Heidelberg: Springer Spectrum.
- Einsiedler, W. (2010). Didaktische Entwicklungsforschung als Transferförderung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (13), 59–81.
- Feiman-Nemser, S. & Remillard, J. (1995). Perspectives on learning to teach. In F. Murray (Hrsg.), *Knowledge base for teacher educators*. Oxford: Pergamon Press.
- Felbrich, A., Schmotz, C. & Kaiser, G. (2010). Überzeugungen angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer* (S. 297–325). Münster: Waxmann.

- Fischbein, E. (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*. Dordrecht: Reidel.
- Fischbein, E., Sainati Nello, M. & Scilis Marino, M. (1991). Factors affecting probabilistic judgements in children and adolescents. *Educational Studies in Mathematics* (22), 523–549.
- Fischbein, E. & Schnarch, D. (1997). The Evolution With Age of Probabilistic, Intuitively Based Misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 96–105.
- Fischer, C., Rieck, K., Döring, B. & Köller, O. (Hrsg.). (2014). *Zusammenwirken – zusammen wirken. Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern*. Seelze: Kallmeyer.
- Flick, U. (2004). *Triangulation. Eine Einführung*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: Reidel.
- Frey, A. (2014). Kompetenzmodelle und Standards in der Lehrerbildung. In E. Terhart, Bennewitz, H. & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 712–744). Münster: Waxmann.
- Fussangel, K., Rürup, M. & Gräsel, C. (2016). Lehrerfortbildung als Unterstützungssystem. In H. Altrichter & K. Maag Merki (Hrsg.), *Handbuch Neue Steuerung im Schulsystem* (S. 327–354). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimore, L., Birman, B. F. & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal* (38(4)), 915–945.
- Godino, J. D., Ortiz, J. J., Roa, R. & Wilhelmi, M. R. (2011). Models for statistical pedagogical knowledge. In C. Batanero, G. Burrill & C. Reading (Hrsg.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/IASE study* (S. 271–282). Dordrecht: Springer Science+ Business Media.
- Goldin, G., Rösken, B. & Törner, G. (2009). Beliefs – No longer a hidden variable in mathematical and learning processes. In W. Schölglmann & J. Maasz (Hrsg.), *Beliefs and attitudes in mathematics education: new*

- research results* (S. 1–18). Rotterdam, Taipei: Sense Publishers.
- Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (13), 7–20.
- Gräsel, C., Fussangel, K. & Parchmann, I. (2006). Lerngemeinschaften in der Lehrerfortbildung. Kooperationserfahrungen und -überzeugungen von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (9(4)), 545–561.
- Green, D. R. (1983). School Pupils Probability Concepts. Teaching Statistics. *Stochastik in der Schule* (3), 25–38.
- Gresham, G. (2007). A study of mathematics anxiety in pre-service teachers. *Early Childhood Education Journal* (35), 181–188.
- Gresham, G. (2018). Preservice to inservice: Does mathematics anxiety change with teaching experience? *Journal of Teacher Education*, 90–107.
- Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik* (19(1)), 3–45.
- Grigutsch, S. & Törner, G. (1994). "Mathematische Weltbilder" bei Studienanfängern – Eine Erhebung. *Journal für Mathematik-Didaktik* (15(3/4)), 211–251.
- Guskey, T. (1985). Staff development and teacher change. *Educational Leadership* (42(7)), 57–60.
- Hammer, D. & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Hrsg.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (S. 169–190). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Handal, B. (2003). Teachers' mathematical beliefs: A review. *The Mathematics Educator* (13(2)), 47–57.
- Hartinger, A., Kleickmann, T. & Hawelka, B. (2006). Der Einfluss von Lehrervorstellungen zum Lernen und Lehren auf die Gestaltung des Unterrichts und auf motivationale Schülervariablen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (9(1)), 110–126.
- Hawkins, A. S. & Kapadia, R. (1984). Children's conceptions of probability - A psychological and pedagogical review. *Educational Studies in Mathematics* (15), 349–377.
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose,*

- Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (5. Aufl.). Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.
- Helsper, W. (2007). Eine Antwort auf Jürgen Baumerts und Mareike Kunters Kritik am strukturtheoretischen Professionsansatz. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (10(4)), 567–579.
- Helsper, W. (2014). Lehrerprofessionalität - der strukturtheoretische Professionsansatz zum Lehrberuf. In E. Terhart, Bennewitz, H. & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrberuf* (S. 216–240). Münster: Waxmann.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education* (21(1)), 33–46.
- Herrmann, U. & Hertramph, H. (2000). Zufallsroutinen oder reflektierte Praxis? Herkömmliche Wege in den Berufseinstieg von Lehrern und notwendige Alternativen. *Beiträge zu Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (18(2)), 172–191. Zugriff am 24.10.2018 auf <https://bz1-online.ch/de/>
- Hill, H. C., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L. & Loewenberg Ball, D. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction* (26), 430–511.
- Hill, H. C., Rowan, B. & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal* (42(2)), 371–406.
- Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. (Hrsg.). (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Horster, L. & Rolff, H. G. (2001). *Unterrichtsentwicklung: Grundlagen, Praxis, Steuerungsprozesse*. Weinheim: Beltz.
- Hydn, C. R. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research* (35), 699–714.
- Ingenkamp, K. (Hrsg.). (1970). *Handbuch der Unterrichtsforschung*. Weinheim and Berlin and Basel: Beltz.
- Ingvarson, L., Meiers, M. & Beavis, A. (2005). Factors affecting the impact of professional development programs on teachers' knowledge, practice, student outcomes & efficacy. *Education Policy Analysis Archives* (13(10)),

1–28.

- IPN. (2004). *SINUS-Transfer Grundschule: Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen* (Nr. Heft 112). Zugriff am 20.02.2019 auf http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_STG/BLK_Heft112.pdf
- Jäger, R. & Bodensohn, R. (2007). *Die Situation der Lehrerfortbildung im Fach Mathematik aus Sicht der Lehrkräfte e. Ergebnisse einer Befragung von Mathematiklehrern*. Bonn: Deutsche Telekom Stiftung. Bonn. Zugriff am 20.02.2019 auf https://dzlm.de/files/uploads/17_01_07_mathematiklehrerbefragung.pdf
- Jerusalem, M. (1998). Die Steigerung schulischer Selbstwirksamkeit – empirische Befunde. *Pädagogische Führung* (9), 72–75.
- Jerusalem, M. & Satow, L. (1999). Schulbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen. In R. Schwarzer & M. Jerusalem (Hrsg.), *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen* (S. 15–16). Berlin.
- Jerusalem, M. & Schwarzer, R. (1992). Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In R. Schwarzer (Hrsg.), *Self-efficacy: Thought control of action*. (S. 195–213). Washington, DC: Hemisphere.
- Jerusalem, M. & Schwarzer, R. (1999a). Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung. In R. Schwarzer & M. Jerusalem (Hrsg.), *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen*. Berlin.
- Jerusalem, M. & Schwarzer, R. (Hrsg.). (1999b). *Förderung von Selbstwirksamkeit bei Schülern und Lehrern*. Berlin.
- Kahlert, J. (2010). Das Schulbuch - Ein Stiefkind der Erziehungswissenschaft? In E. Fuchs, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Schulbuch konkret. Kontexte - Produktion - Unterricht* (S. 41 – 56). BadHeilbrunn : Klinkhardt.
- Kienhues, D., Bromme, R. & Stahl, E. (2008). Changing epistemological beliefs: The unexpected impact of a short-term intervention. *British Journal of Educational Psychology* (78), 545–565.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., ... Vollmer, H. J. (2007). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: Expertise. Bonn, Berlin. Zugriff am 24.10.2018 auf <https://>

www.bmbf.de/pub/Bildungsforschung_Band_1.pdf

Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. Zeitschrift für Pädagogik (56 (6)), 876–903.

KMK. (2002). Gegenseitige Anerkennung von Lehramtsprüfungen und Lehramtsbefähigungen.

KMK. (2003). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Zugriff am 09.12.2018 auf <https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards.html#c2604>

KMK. (2004a). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Zugriff am 09.12.2018 auf <https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards.html#c2604>

KMK. (2004b). Standards für Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Zugriff am 09.12.2018 auf <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/lehrkraefte/lehrerbildung.html>

KMK. (2008). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Zugriff am 09.12.2018 auf <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/lehrkraefte/lehrerbildung.html>

Kramer, J. & Lange, T. (2014). Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM). In T. Wassong, D. Frischmeier, P. R. Fischer, R. Hochmuth & P. Bender (Hrsg.), Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen-Using Tools for Learning Mathematics and Statistics (S. 487–497). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Krauss, S. & Bruckmaier, G. (2014). Das Experten-Paradigma in der Forschung zum Lehrerberuf. In E. Terhart, Bennewitz, H. & M. Rothland (Hrsg.), Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf (S. 171–191). Münster: Waxmann.

Kuckartz, U. (2014). Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren. Wiesbaden: Springer VS.

Kuckartz, U., Dresing, T., Rädiker, S. & Stefer, C. (2008). Qualitative Eva-

- uation: Der Einstieg in die Praxis. *Wiesbaden: Springer VS.*
- Küffer, U. (2000). *Darum muss der Lehrer alle Tage sorgfältig seine Nase untersuchen" - Gotthelf und die berufliche Selbstreflexion.* Beiträge zu Lehrerinnen- und Lehrerbildung (18(1)).
- Kunter, M. & Baumert, J. (2011). *Das COACTIV- Forschungsprogramm zur Untersuchung professioneller Kompetenz von Lehrkräften- Zusammenfassung und Diskussion.* In J. Baumert, M. Kunter, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 346–366). *Münster: Waxmann.*
- 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. (2013). *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers. Results from the COACTIV project.* *New York: Springer.*
- Kunter, M., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Jordan, A., ... Tsai, Y.-M. (2006). *Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse.* In M. Prenzel et al. (Hrsg.), *PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahrs.* *Münster.*
- Kurtzmann, G. (2017). *Entwicklung eines internetgestützten einjährigen Lehrerfortbildungskurses für Primarstufenlehrpersonen (IGEL) "Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit" (Bd. 5).* *Münster: WTM.*
- Küttig, H. & Sauer, M. J. (2011). *Elementare Stochastik: Mathematische Grundlagen und didaktische Konzepte (3. Aufl.).* *Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.*
- Limón, M. & Mason, L. (2002). *Reconsidering conceptual change. Issues in theory and practice.* *Dordrecht: Kluwer.*
- Lindmeier, A. & Reiss, K. (2014). *Wahrscheinlichkeitsvergleich und inferenzstatistisches Schließen: Fähigkeiten von Kindern des 4. und 6. Schuljahrs bei Basisproblemen aus dem Bereich Daten und Zufall.* *mathematica didactica* (37), 30–60.

- Lipowsky, F. (2004). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? Die Deutsche Schule (96(4)), 462–479.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung (S. 51–70). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2014). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und Weiterbildung. In E. Terhart, Bennewitz, H. & M. Rothland (Hrsg.), Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf (S. 511–541). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner- Wann gelingt der Rollentausch? Schulpädagogik heute (3(5)), 1–17.
- Lipowsky, F., Rzejak, D. & Dorst, G. (2011). Lehrerfortbildung und Unterrichtsentwicklung. Oder: Wie können Wirkungen des eigenen Handelns erfahrbar gemacht werden? Pädagogik (63(12)), 38–41.
- LISUM. (2017). Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1 - 10: Teil C - Sachunterricht, Jahrgangsstufen 1 - 4. Zugriff am 04.07.2019 auf https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Sachunterricht_2015_11_16_web.pdf
- Ma, X. (1999). A meta-analysis of the relationship between anxiety towards mathematics and achievement in mathematics. Journal for Research in Mathematics Education (30(5)), 520–540.
- Martignon, L. & Wassner, C. (2005). Schulung frühen stochastischen Denkens von Kindern. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 8 (2), 202–222.
- Meiers, M. (2007). Teacher professional learning, teaching practice and student learning outcomes: important issues. In T. Townsend & R. Bates (Hrsg.), Handbook of teacher education (S. 409–414). Dordrecht: Springer.
- Meyer, H. (2004). Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Morgan, D. L. (2014). Integrating qualitative and quantitative methods: A pragmatic approach. Los Angeles: Sage.
- Müller, G. & Wittman, E. C. (1984). Der Mathematikunterricht in der Pri-

- marstufe. Ziele, Inhalte, Prinzipien, Beispiele. (3. Aufl.). Wiesbaden: Vieweg.
- Müller, H. P. (Hrsg.). (1991). Lexikon der Stochastik (5. erw. Auflage Aufl.). Berlin.
- Neubert, B. (2012). Leitidee: Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit. Offenburg: Mildenerger.
- Neuweg, G. H. (2010). Fortbildung im Kontext eines phasenübergreifenden Gesamtkonzepts der Lehrerbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung (S. 35–49). Münster: Waxmann.
- Niklaus, D. (1979). Lehrerfortbildung - am Lehrer vorbei? Pädagogische Beiträge, 31 (12), 459–464.
- Nisbett, R. & Ross, L. (1980). Human inference. Strategies and shortcomings of social judgment. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Novak, E. & Tassell, J. L. (2017). Studying preservice teacher math anxiety and mathematics performance in geometry, word, and non-word problem solving. Learning and Individual Differences (54), 20–29.
- OECD. (2010). PISA 2009 - Ergebnisse: Zusammenfassung. Zugriff am 20.02.2019 auf <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46619755.pdf>
- Oevermann, U. (1996). Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns. In A. Combe & W. Helsper (Hrsg.), Pädagogische Professionalität (S. 70–82). Frankfurt a.M..
- op t'Eynde, P., de Corte, E. & Verschaffel, L. (2002). Framing students' mathematic-related beliefs. In G. C. Leder, E. Pehkonen & G. Törner (Hrsg.), Beliefs: A hidden variable in mathematics education? (S. 13–37). Dordrecht: Kluwer.
- Ostermeier, C., Prenzel, M. & Duit, R. (2010). Improving science and mathematical instruction – The SINUS-project as an example for reform as teacher professional development. International Journal of Science Education (32(3)), 303–327.
- Pajares, F. M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. Review of Educational Research (62(3)), 307–332.
- Peter, A. (1996). Aktion und Reflexion - Lehrerfortbildung aus international

- vergleichender Perspektive. Weinheim: Deutscher Studien Verlag. *Weinheim: Deutscher Studien Verlag.*
- Peter-Koop, A. (1999). Mathematics teacher professional growth processes and their influencing factors: Two case studies. In Ellerton, N. F. (Hrsg.), Mathematics teacher development - International perspectives. Perth: Meridian Press.*
- Peterson, P. L., Carpenter, T. P. & Fennema, E. (1989). Teachers' knowledge of students' knowledge in mathematics problem solving: Correlational and case analysis. Journal of Educational Psychology.*
- Piaget, J. (1931). Introduction psychologique à l' éducation internationale. Quatrième cours pour le personnel enseignant (4), 56–68.*
- Piaget, J. (1967). Psychologie der Intelligenz. Zürich/Stuttgart: Rascher.*
- Piaget, J. (1977). Phenocopy in biology and the psychological development of knowledge. In E. Howard, J. Gruber & J. Vonèche (Hrsg.), The essential Piaget (S. 803–813). London: Routledge and Kegan Paul.*
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1951). La genèse de l' idée de hasard chez l' enfant: engl.: The Origin of the Idea of Chance in Children. London: Routledge & Kegan Paul 1975. Paris: Presses Universitaires de France. (Originalausgabe 1951)*
- Pintrich, P. R. (1999). Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Hrsg.), New perspectives conceptual change (S. 33–50). Amsterdam: Pergamon/Elsevier.*
- Porsch, R. (2016). Fachfremd unterrichten in Deutschland. Definition – Verbreitung – Auswirkungen. Die Deutsche Schule (108(1)), 9–32.*
- Porsch, R. & Rösken-Winter, B. (Hrsg.). (2019). Professionelles Handeln im fachfremd erteilten Mathematikunterricht: Empirische Befunde und Fortbildungskonzepte. Wiesbaden: Springer Spectrum.*
- Porsch, R., Strietholt, R., Macharski, T. & Bromme, R. (2015). Mathematikangst im Kontext – Ein Inventar zur situationsbezogenen Messung von Mathematikangst bei angehenden Lehrkräften. Journal für Mathematik-Didaktik (36), 1–22.*
- Prediger, S., Leuders, T. & Rösken-Winter, B. (2017). Drei-Tetraeder-Modell der gegenstandsspezifischen Professionalisierungsforschung: Fachspezifi-*

- sche Verknüpfung von Design und Forschung. Jahrbuch für Allgemeine Didaktik, 159–177.
- Rambow, R. & Bromme, R. (2001). *Experten-Laien-Kommunikation als Gegenstand der Expertiseforschung: Für eine Erweiterung des psychologischen Bildes vom Experten*. In R. Silbereisen & M. Reitzle (Hrsg.), *Psychologie 2000* (S. 541–550). Lengerich.
- Ramirez, G., Hooper, S. Y., Kersting, N. B., Ferguson, R. & Yeager, D. (2018). Teacher math anxiety relates to adolescent students' math achievement (January-March 2018, Vol. 4, Aufl.) (Nr. 1). Zugriff auf DOI: 10.1177/2332858418756052
- Reid, M., Reid, S. & Hewitt, J. (2018). *Nervous about numbers: Math content knowledge and math anxiety of teacher candidates*. Master of Teaching Research Journal.
- Reimann, G. (2005). *Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung*. *Unterrichtswissenschaft* (33(1)), 52–69.
- Reimann, G. & Vohle, F. (2012). *Entwicklungsorientierte Bildungsforschung: Diskussion wissenschaftlicher Standards anhand eines medien-didaktischen Beispiels*. *Zeitschrift für E-Learning – Lernkultur und Bildungstechnologien* (4), 21–34.
- Reinhold, M. (2016). *Lehrerfortbildung zur Förderung prozessbezogener Kompetenzen: Eine Analyse der Effekte auf den Wirkungsebenen Akzeptanz und Überzeugungen* (Bd. 24). Wiesbaden: Springer Spectrum.
- Reusser, K. (2005). *Problemorientiertes lernen - Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung*. *Beiträge zu Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (23(2)), 159–182.
- Reusser, K. (2009). *Von der Bildungs- und Unterrichtsforschung zur Unterrichtsentwicklung. – Probleme, Strategien, Werkzeuge und Bedingungen* *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 27 (2009) 3, S. 295–312. *Beiträge zu Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 27(3), 295–312.
- Richardson, V. (1996). *The role of attitudes and beliefs in learning to teach*. In P. Sikula, T. J. Buttery & E. Guyton (Hrsg.), *Handbook of Research on Teacher Education: A Project of the Association of Teacher Educators* (S. 102–109). USA: Macmillan.

- Rolff, H.-G. (2001). *Professionelle Lerngemeinschaften*. Lernende Schule (16(4)), 20–21.
- Rolff, H.-G., Rhinow, E. & Röhrich, T. (Hrsg.). (2009). *Unterrichtsentwicklung - Eine Kernaufgabe der Schule: Die Rolle der Schulleitung für besseres Lernen*. Köln: Wolters Kluwe.
- Rowland, T. (2014). *Mathematics teacher knowledge*. In P. Andrews & T. Rowland (Hrsg.), *Masterclass in mathematics education* (S. 87–98). London: Bloomsbury Academic.
- Ruwisch, S. & Peter-Koop, A. (Hrsg.). (2013). *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. Offenburg: Mildenerger.
- Sacher, W. (2014). *Leistungen entwickeln, überprüfen und beurteilen*. Bewährte und neue Wege für die Primar- und Sekundarstufe. (6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Sandfuchs, U. (2010). *Schulbücher und Unterrichtsqualität – historische und aktuelle Reflexionen*. In E. Fuchs, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Schulbuch konkret. Kontexte - Produktion – Unterricht* (S. 11 – 24). Bad Heilbrunn : Klinkhardt.
- Schmitz, G. S. & Schwarzer, R. (2002). Individuelle und kollektive Selbstwirksamkeitserwartung von Lehrern. *Zeitschrift für Pädagogik* (Beiheft 44), 192–214.
- Schommer-Aikins, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Hrsg.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (S. 103–118). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schommer-Aikins, M. & Duell, O. K. (2013). Domain specific and general epistemological beliefs. Their effects on mathematics. *Revista de Investigación Educativa* (31(2)), 317–330.
- Schratz, M., Schrittmesser, I., Forthuber, P., Pahr, G., Paeka, A. & Seel, A. (2008). Domänen von Lehrer/innen/professionalität: Rahmen einer kompetenzorientierten Lehrer/innen/bildung. In C. Kraler & M. Schratz (Hrsg.), *Wissen erwerben, Kompetenzen entwickeln* (S. 123–127). Münster: Waxmann.
- Schulz, A. (2010). *Ergebnisorientierung als Chance für den Mathematikunterricht*. Innovationsprozesse qualitativ und quantitativ erfassen. München:

Herbert Utz Verlag.

- Schunk, D. H. (1995). Self-efficacy and education and instruction. In J. E. Maddux (Hrsg.), *Self-efficacy, adaptation, and adjustment. Theory, research, and application* (S. 281–303). New York: Plenum.
- Schwarzer, R. (Hrsg.). (1992). *Self-efficacy: Thought control of action*. Washington, DC: Hemisphere.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. *Zeitschrift für Pädagogik* (Beiheft 44), 28–53.
- Schwarzer, R. & Schmitz, G. S. (1999). Skala zur Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartung. In R. Schwarzer & M. Jerusalem (Hrsg.), *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen* (S. 60–61). Berlin.
- Schwarzer, R. & Warner, L. M. (2014). Forschung zur Selbstwirksamkeit bei Lehrerinnen und Lehrern. In E. Terhart, Bennewitz, H. & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 662–678). Münster: Waxmann.
- Seipel, C. & Rieker, P. (2003). *Integrative Sozialforschung. Konzepte und Methoden der qualitativen und quantitativen empirischen Forschung*. Weinheim: Juventa.
- Shtulman, A. & Carey, S. (2007). Improbable or Impossible? How Children Reason About the Possibility of Extraordinary Events. *Child development* (78), 1015–1032.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* (15(2)), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of a new reform. *Harvard Educational Research* (57), 1–22.
- Stahnke, R., Schüler, S. & Rösken-Winter, B. (2016). Teachers' perception, interpretation, and decisionmaking: a systematic review of empirical mathematics education research. *ZDM Mathematics Education* (48(1)), 1–27.
- Stanat, P., Pant, H. A., Böhme, K. & Richter, D. (Hrsg.). (2012). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann.

- Stark, R. (2004). Eine integrative Forschungsstrategie zur anwendungsbezogenen Generierung relevanten wissenschaftlichen Wissens in der Lehr-Lern-Forschung. (32), 257–273.
- Staub, F. (2001). Unterrichtsexpertise durch Unterrichtsentwicklung. *Beiträge zur Lehrerbildung* (19(2)), 175–198.
- Staub, F. & Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology* (94(2)), 344–355.
- Stern, E. (2006). Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans hinterher. Der Erwerb geistiger Kompetenzen bei Kindern und Erwachsenen aus kognitionspsychologischer Perspektive. In E. Nuisl (Hrsg.), *Vom Lernen zum Lehren* (S. 93–105). Bielefeld, Bonn: WBV.
- Stern, E. (2009). Implizite und explizite lernprozesse bei Lehrerinnen und Lehrern. In O. Zlatkin, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 355–364). Weinheim: Beltz.
- Sullivan, P. & Wood, T. (Hrsg.). (2008). *Knowledge and beliefs in mathematics teaching and teaching development. Volume 1: The international handbook of mathematics teacher education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Tenorth, H.-E. (2006). Professionalität im Lehrberuf. Ratlosigkeit der Theorie, gelingende Praxis. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (9(4)), 580–597.
- Tenorth, H.-E., Blum, W., Heinze, A., Peter-Koop, A., Post, M., Selter, C., ... Törner, G. (2010). *Mathematikentlang der Bildungskette: Empfehlungen einer Expertengruppe zur Kompetenzentwicklung und zum Förderbedarf im Lebenslauf*. Bonn.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S., ... Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28. Zugriff am 05.12.2018 auf http://archiv.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/18_Tepner.pdf
- Terhart, E. (1998). Lehrerberuf: Arbeitsplatz, Biographie, Profession. *Hand-*

buch der Schulentwicklung, 560–585.

- Terhart, E. (2000). Lehrerbildung und Professionalität: Strukturen, Probleme und aktuelle Reformtendenzen. In J. Bastian, W. Helsper, S. Reh & C. Schelle (Hrsg.), *Professionalisierung im Lehrerberuf* (S. 73–86). Opladen: Leske+Budrich.
- Terhart, E., Bennewitz, H. & Rothland, M. (Hrsg.). (2014). *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Münster: Waxmann.
- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H. & Fung, I. (2007). *Teacher professional learning: Best Evidence Synthesis Iteration*. Wellington.
- van de Heuvel-Panhuizen, M. (2013). Die Geschichte der „Realistic Mathematics Education“ anhand von Aufgaben erläutern. In S. Ruwisch & A. Peter-Koop (Hrsg.), *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. Offenburg: Mildenerger.
- Vosniadou, S. (2001). What can persuasion research tell us about conceptual change that we did not already know? *International Journal of Educational Research* (35), 731–737.
- Voss, T., Kunter, M. & Baumert, J. (2011). Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation. *Journal of Educational Psychology* (103(4)), 952–969.
- Wahl, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln. *Zeitschrift für Pädagogik*, 48(2), 227–241. *Zeitschrift für Pädagogik* (48(2)), 227-241Wahl.2002.
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (1997). *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (Bd. 3). Göttingen: Hogrefe.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Saganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Seattle, WA: Hogrefe&Huber Publishers.
- Wild, C. & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review* ,67(3), 223–248. *International Statistical Review* (67(3)), 223–248.
- Wittman, E. C. (1998). *Design von Lernumgebungen*. Ascona1Monte Veriti.
- Wollring, B. (1994). *Qualitative empirische Untersuchungen zum Wahrheitsverständniss bei Vor- und Grundschulkindern: Habilitationsschrift*. Münster.

- Wollring, B. (2007). Den Zufall festhalten – Spielräume und Dokumente bei Zufallsexperimenten für die Grundschule. Lernumgebungen und Versuchsumgebungen zur Stochastik. *Beiträge zum Mathematikunterricht* (472-475).
- Wollring, B. (2009). Zur Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht der Grundschule. In A. Peter-Koop, G. Lilitakis & B. Spindeler (Hrsg.), *Lernumgebungen-Ein Weg zum kompetenzorientierten Mathematikunterricht* (S. S. 9-23). Offenburg: Mildenerger.
- Zech, L. K., Gause-Vega, C. L., Bray, M. H., Secules, T. & Goldman, S. R. (2000). Content-based collaborative inquiry: A professional development model for sustaining educational reform. *Educational Psychologist* (35(3)), 207–217.
- Zehetmeier, S. (2008). *Zur Nachhaltigkeit von Lehrer/innenfortbildung: Dissertation*. Klagenfurt.
- Zhu, L. & Gigerenzer, G. (2006). Children can solve Bayesian problems: the role of representation in mental computation. *Cognition* (98), 287–308.
- Zimmermann, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology* (25), 82–91.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Qualitätsentwicklung und -sicherung von Unterricht wurden in den letzten zwei Jahrzehnten auf Bundes- und Länderebene auch Maßnahmen zur Professionalisierung von Lehrpersonen festgelegt. Vor diesem Hintergrund begannen 2012 am Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) auch Arbeiten, um bestehende Fortbildungsangebote für Grundschullehrkräfte zu erweitern.

In dieser Arbeit wird das Konzept einer Stochastik-Fortbildung für Lehrpersonen, die Mathematik in der Grundschule unterrichten, vorgestellt. Die Entwicklung greift Forschungserkenntnisse zum Verständnis von professioneller Kompetenz von Lehrpersonen und zur Gestaltung von Professionalisierungsprozessen auf und bindet konzeptionell Impulse für Unterrichtsentwicklungsprozesse ein.

In fünf Kursdurchführungen wurde das Konzept realisiert und hinsichtlich seiner Umsetzbarkeit untersucht. Die in diesem Rahmen gewonnenen Daten von 120 Lehrpersonen geben detailliertere Einsichten in Entwicklungsprozesse unterschiedlich qualifizierter Lehrpersonen. Die Ergebnisse zeigen insbesondere, dass in der fachinhaltlich orientierten Fortbildung ein fachlicher und fachdidaktischer Wissenszuwachs erreicht werden kann. Die Defizite bezüglich einer mathematischen Grundausbildung eines Lehramts können bei Lehrpersonen, die Mathematik fachfremd unterrichten, auf diesem Weg aber nicht überwunden werden. Die Untersuchungen zeigen zudem, dass die qualifikationsheterogene Zusammensetzung der Kursgruppen die Durchführung und das Lernen der Lehrpersonen bereichern. Mit der konzeptionellen Einbindung des PLG-Ansatzes in das Kurskonzept und Erprobungen in den Praxisphasen gelingt es, Impulse für Unterrichtsentwicklungsprozesse zu geben. Diese Fortbildung kann ein berufsbegleitender Baustein in der Ausprägung von Lehrkräfteprofessionalität sein und den lang andauernden Prozess der Konstruktion und Selbstkonstruktion des Berufs unterstützen.

Abstract

In the past two decades, increasing the quality of mathematics teaching and learning, particularly fostering the professional knowledge and skills of teachers has been researched in depth. Before this background, the German Center for Mathematics Education (Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik, DZLM) started from 2012 onwards to offer professional development (PD) courses for teachers and facilitators.

This thesis presents a concept for a PD course on stochastics for primary teachers, which draws on recently gained empirical evidences on appropriate professional competencies and on design elements relevant for effective professionalization. The concept of the PD course also includes building professional learning communities (PLCs) to initiate teachers' ongoing professional growth through working collaboratively on improving their classroom practices.

The long-lasting PD course has been conducted five times and data was gained to evaluate the feasibility of the concept. That is, the data acquired from 120 teachers provided detailed insight into the personal development of teachers with different qualifications, including those teaching out-of-field. The results show that a PD course focusing on a certain subject leads to an increase of both content knowledge professional content knowledge. However, deficits due to a missing basic education in mathematics – as for teachers not specialized on mathematics – cannot be totally overcome by this PD course. However, the results indicate that the heterogeneous teacher groups possessing different qualifications enrich the learning processes of all participants. Including the PLC concept into the PD course and conducting practical phases to probe issues in the classroom were both decisive impulses helping teachers to further develop their practices. Thus, the PD course proved to be effective with respect to fostering teachers' professional knowledge and skills sustainably and contributed to teachers' life-long and ongoing learning.