

2 Professionelle Kompetenz von Mathematik unterrichtenden Lehrpersonen

Was macht eine gute Mathematiklehrkraft aus? Worin unterscheidet sich der Mathematikunterricht einer mathematisch-fachlich ausgebildeten Lehrkraft von dem einer fachfremd unterrichtenden? Um sich diesen Fragen zu nähern, bedarf es einer Auseinandersetzung damit, was professionelle Kompetenz in diesem Kontext bedeutet und an welcher Stelle sich abhängig von der Ausbildung der Lehrkräfte Unterschiede zeigen können.

Da der Fokus dieser Arbeit auf der Betrachtung fachfremd unterrichtender Mathematiklehrkräfte liegt, wird der Schwerpunkt der folgenden Betrachtungen auf den fachlichen Aspekten der professionellen Kompetenz liegen, also dem Fachwissen, dem fachdidaktischen Wissen und den auf Mathematik bezogenen Überzeugungen. Eine Lehrperson braucht viele weitere Kompetenzen, z.B. allgemein-pädagogischer Art, es spielen auch Aspekte der Motivation oder der Selbstregulation eine Rolle. Diese werden im Rahmen der folgenden Ausführungen erwähnt, soweit sie in den dargestellten Konzeptualisierungen eine Rolle spielen, aber nicht näher ausgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass sich die fachfremd unterrichtenden Lehrpersonen in diesen Facetten nicht systematisch von den fachlich ausgebildeten unterscheiden.

Im Folgenden wird also der Stand der Forschung dargestellt, indem die Entwicklung von Konzeptualisierungen der professionellen Kompetenz von Mathematiklehrkräften aus verschiedenen Perspektiven aufgezeigt wird und die für diese Arbeit relevanten Ergebnisse der verschiedenen Studien dargestellt werden.

„Der Begriff ‚Kompetenz‘ beschreibt die persönlichen Voraussetzungen zur erfolgreichen Bewältigung spezifischer situationaler Anforderungen“ (Baumert und Kunter 2011a, S.31). In dieser Definition wird deutlich, dass für kompetentes Handeln sowohl die kognitiven Voraussetzungen eine Rolle spielen als auch die konkrete Umsetzung in der Situation.

Dabei geht es hier um die *professionellen* Kompetenzen, d.h. um diejenigen Kompetenzen, die für die Ausübung des Berufes einer Lehrkraft im Besonderen gelten. Um kompetent handeln zu können, sind auch allgemeine Fähigkeiten wie beispielsweise Kreativität oder kommunikative Fähigkeiten von Bedeutung, die im Folgenden jedoch außer Acht gelassen werden (vgl. Blömeke und Kaiser im Druck). Es soll betrachtet werden, welche Aspekte (im Folgenden als Kompetenzen im Plural verwendet) eine solche professionelle Kompetenz (als Oberbegriff im Singular verwendet) (vgl. Blömeke et al. 2015, S. 5) in den verschiedenen Konzeptualisierungen ausmachen.

Die Darstellung dieser Konzeptualisierungen hat zwei Ziele: Auf der einen Seite die Systematisierung der vorhandenen Forschungsergebnisse, um daraus Schlüsse für die Betrachtung der fachfremd Unterrichtenden zu ziehen. Auf der

anderen Seite die Ausschärfung des Blickwinkels dieser Arbeit auf die professionelle Kompetenz, um daraus abzuleiten, welche Aspekte bei der Entwicklung eines Fortbildungskurses für fachfremd Unterrichtende eine Rolle spielen sollten.

Die kognitive Perspektive betrachtet professionelle Kompetenz als Disposition der unterrichtenden Lehrkraft, während situative Ansätze diese eher in der Fähigkeit einer Lehrperson sehen, in der unterrichtlichen Situation auf die situativen Anforderungen reagieren zu können (vgl. Depaepe et al. 2013). Da das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Fortbildungskurses ist, wird außerdem betrachtet, welche Kompetenzen die Bildungsadministration in ihren normativen Vorgaben für die Ausbildung von Mathematiklehrpersonen vorgibt. Mit dem Kompetenzrahmen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) wird eine Konzeptualisierung vorgestellt, die sich auf den Fortbildungsbereich bezieht.

Historisch lässt sich die Entwicklung unterschiedlicher Auffassungen zu professioneller Kompetenz am Wandel der Paradigmen der Lehr-Lern-Forschung rekonstruieren (zur ausführlicheren Darstellung vgl. Bromme 1997). Im Folgenden soll die Entwicklung der Paradigmen im Überblick dargestellt werden (Kap. 2.1).

Dann werden mit Shulmans Topologie des Lehrerwissens (Shulman 1986) und deren Weiterentwicklung durch Bromme (Bromme 1997) theoretische Konzeptualisierungen aus kognitiver Perspektive dargestellt, die die Grundlage empirischer Forschungsarbeiten bilden. Hier sind es vor allem die große internationale Studie TEDS-M (Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics, Blömeke et al. 2010c) und die auf Deutschland beschränkte COACTIV-Studie (Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz, Kunter et al. 2011) und die Forschungsgruppe der University of Michigan (Hill et al. 2008a; Ball et al. 2008), die Modelle des professionellen Lehrerwissens entwickelt und diese empirisch überprüft haben (Kap. 2.2).

Im Anschluss daran wird unter Einbezug der situativen Perspektive mit dem Ansatz von Blömeke et al. (2015) eine Synthese der kognitiven und der situativen Sichtweisen dargestellt, die Kompetenz von Lehrkräften unter einem Entwicklungsaspekt betrachtet (Kap. 2.3).

Mit den Standards für die Lehrerbildung und den entsprechenden Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz (KMK) und des Ministeriums für Schule und Weiterbildung Nordrhein-Westfalen (MSW) (DMV et al. 2008; KMK 2012; 2014; 2015; MSW NRW 2012b) wird eine normative Konzeptualisierung vorgestellt, die aufzeigt, welche Inhalte in der Ausbildung von Lehrkräften in Deutschland vermittelt werden sollen (Kap. 2.4). Außerdem wird mit der Konzeptualisierung des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) der Fortbildungsbereich in den Blick genommen.

Am Ende jedes Unterkapitels werden die für diese Arbeit bedeutenden Ergebnisse der Forschung herausgestellt.

Den Abschluss des gesamten Kapitels bildet eine Zusammenfassung (Kap. 2.5), die auf der Basis der vorgestellten Modelle die Konsequenzen der Darstellungen für die vorliegende Arbeit herausstellt.

2.1 Ausgangslage: Paradigmen zum Lehrerwissen

Bis Anfang der 1970er Jahre wurde das, was Lehrkräfte können sollten, als abhängig von der Persönlichkeit der Lehrkraft angesehen, d.h. es wurden die Auswirkungen von individuellen Personeneigenschaften von Lehrkräften (z.B. Freundlichkeit) auf Schüler beschrieben (vgl. Bromme 1997). Forschungsergebnisse zeigen jedoch, dass diese nur einen geringen direkten Effekt auf die Unterrichtsqualität haben (vgl. Abshagen et al. 2016, S. 12).

Unter Rückgriff auf den Behaviorismus entwickelte sich dann das Prozess-Produkt-Paradigma, das die Wirkung von einzelnen Lehrerverhaltensweisen (z.B. Reaktion auf Schülerfehler) auf den Leistungszuwachs der Schüler untersuchte (vgl. Bromme 1997). Dabei zeigte sich, dass „effective teaching involves the orchestration of a large number of factors, continually shifting teaching behavior to respond to similarly shifting needs.“ (Bennet 1978, S. 144f, zit. nach Bromme 1997, S.185). Dabei ging es um bestimmte, erlernbare Verhaltensweisen (vgl. Neuweg 2011), nicht jedoch um die Beschreibung eines theoretischen Wissens von Lehrkräften.

In der Weiterentwicklung dieses Paradigmas wurden zahlreiche Aspekte gefunden, die den direkten Einfluss bestimmter Verhaltensweisen der Lehrkräfte auf Schüler zusätzlich beeinflussen (vgl. Bromme 1997).

„Der Befund, dass Lehrerverhalten in Abhängigkeit von Kontextbedingungen unterschiedlich wirkt und effektives Lehrerhandeln sich daher durch Adaptivität und Flexibilität auszeichnet, lenkt den Blick auf die Lehrkompetenzen“ (Neuweg 2011, S. 451).

Daraus entwickelte sich das Expertenparadigma, das den „Lehrer als kompetente[n] Fachmann (Experte[n]) für die Kunst des Unterrichtens“ (Bromme 1997, S. 186) sieht. In der dazugehörigen Forschung werden Unterschiede zwischen Experten und Novizen untersucht, die zum Ziel haben, das für die Gestaltung von Lerngelegenheiten notwendige Wissen und Können zu beschreiben (vgl. Munby et al. 2001).²

2 Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Paradigmen und der Forschung dazu findet sich bei Bromme (1997).

Wichtig für die weitere Entwicklung der Forschung ist, dass der Lehrerberuf als Folge dieser Entwicklung als eine *Profession* angesehen wird, d.h. als etwas, dass man lernen kann³:

„Der Beruf der Lehrerin oder des Lehrers bleibt schwierig – aber er ist [...] mit einem professionstheoretisch klar zu bezeichnenden Handlungsrepertoire zu bewältigen, und man kann lernen, die Arbeit besser oder schlechter zu machen und im Lichte von Kompetenzerwartungen und Standards über ihn sprechen“ (Tenorth 2006, S. 584).

Das Kerngeschäft dabei ist der Unterricht, der von Experten mit Hilfe von „Curriculum-Scripts“ erfolgreich bewältigt wird:

„Ein curriculum-script besteht aus spezifischen zielgerichteten Handlungsplänen, in denen der zu unterrichtende Stoff bereits mit geeigneten Beispielen und mit möglichen Verständnisschwierigkeiten verknüpft ist“ (Krauss 2011 S.178f).

In diesem Zusammenhang wird auch die Unterscheidung von Wissen und Können diskutiert. Implizit vorhandenes Wissen muss durch Umsetzung in die Praxis zu explizitem Können werden, das dann aber wiederum nur durch Reflexion weiterentwickelt werden kann (vgl. Neuweg 2011). Die Forschung hat gezeigt,

„dass es durchaus Zusammenhänge zwischen Facetten des Lehrerwissens und dem Handeln der Lehrpersonen im Unterricht und demnach eine gewisse Korrespondenz zwischen Lehrerwissen und dem praktischen Können im Unterricht gibt. [...] Gleichwohl sind diese Zusammenhänge nicht so eng, dass man Lehrerkönnen ausschließlich als eine Funktion von Lehrerwissen begreifen kann bzw. von einer direkten Steuerung des Könnens durch das Wissen und einem unmittelbaren Transfer vom Wissen zum Handeln ausgehen kann“ (Abshagen et al. 2016, S. 18).

Expertise zeigt sich in der Entwicklung professioneller Schemata, aber

„Professionalität, also Expertise und nicht nur den Status des Novizen, d.h. Souveränität im Umgang mit den Schemata, erwirbt man nur im Prozess, in einem lang andauernden Prozess der Konstruktion und Selbstkonstruktion des Berufs“ (Neuweg 2011, S. 591).

In diesen Ansätzen wird bereits deutlich, dass es zwei Perspektiven gibt, aus denen sich die Kompetenz von Lehrkräften betrachten lässt: Auf der einen Seite eine kognitive Sichtweise, die Lehrerwissen als etwas ansieht, das „im Kopf“ der Lehrkraft vorhanden ist und sich entsprechend mit schriftlichen Tests überprüfen lässt, auf der anderen Seite eine situative Sichtweise, die davon ausgeht, dass sich Lehrerkompetenz erst in der konkreten Lehrsituation konstituieren kann. Die Forschung aus dieser Perspektive nutzt z.B. Videovignetten zur Erhebung (vgl. z.B. Blömeke et al. 2014).

Beide Perspektiven lassen sich nicht klar trennen und schließen sich gegenseitig nicht aus. In den großen Studien der vergangenen Jahre lag der Fokus zunächst auf der kognitiven Perspektive, die dann in der Regel von Wissen bzw.

3 Eine ausführliche Diskussion des Professionsbegriffs für Lehrkräfte findet sich bei Schwarz 2013.

knowledge spricht, zur Zeit verschiebt sich der Fokus stärker auf situative Sichtweisen bzw. auf eine Verknüpfung der Perspektiven.

2.2 Konzeptualisierung aus kognitiver Perspektive

Grundlage aller im folgenden vorgestellten Konzeptualisierungen ist das Mitte der 80er Jahre von Shulman entwickelte theoretische Rahmenkonzept für das Lehrwissen (vgl. Shulman 1986; 1987). Bis dahin herrschte eine Sichtweise auf das für Lehrkräfte notwendige Wissen vor, die sich durch eine Vernachlässigung der Unterschiede zwischen Inhalts- und Vermittlungskompetenz und durch eine Überbetonung der (nicht fachlich spezifizierten) Methode auszeichnete. Shulman hebt hervor, dass es, neben dem allgemein pädagogischen Wissen über das Unterrichten, ein „missing paradigm“ (Shulman 1986, S.7) gebe, das sich auf das fachlich notwendige Wissen bezieht.

2.2.1 Taxonomien des Lehrwissens von Shulman und Bromme

Shulman unterscheidet dabei zwischen *subject matter knowledge*, dem Fachwissen, und *pedagogical content knowledge*, dem fachdidaktischen Wissen.

Unter *subject matter knowledge* versteht er das Wissen über die Fachinhalte, das für Lehrkräfte neben dem Wissen über Fakten und Konzepte eines Bereichs vor allem die zugrundeliegenden Strukturen erfassen muss:

„Der Lehrer muß ... nicht nur wissen, daß etwas so ist; er muß darüber hinaus verstehen, warum es so ist, aus welchen Gründen bestimmte Ansprüche bestehen, und unter welchen Umständen dieser Geltungsbereich zu bezweifeln oder abzulehnen ist“ (Shulman 1991, S. 151).

Mit *pedagogical content knowledge* beschreibt Shulman das Inhaltswissen für den Unterricht, das sich auf Aspekte der Lehrbarkeit des Inhalts bezieht. Hier sind sinnvolle Formen der „Repräsentation und Formulierung einer Disziplin, die sie für andere verständlich macht“ (Shulman 1991, S. 151) und das Wissen über Schülerkonzepte und das Vorwissen der Schüler wesentlich. Gemeint ist „that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of the teachers, their own special form of professional understanding“ (Shulman 1987, S. 8).

Der dritte Bestandteil des notwendigen Inhaltswissens ist *curricular knowledge*. Damit ist das Wissen bezogen auf die Lehrpläne, aber auch auf zur Verfügung stehende Materialien und verschiedene Alternativen der Behandlung eines Inhalts gemeint. In späteren Veröffentlichungen wird diese Facette dem *pedagogical content knowledge* zugeordnet (vgl. Grossman 1990).

Eine Weiterentwicklung dieses Konzeptes stellt der Ansatz von Bromme dar (Bromme 1992; 1997). Er geht von den Anforderungen aus, die an Lehrer zur Erzeugung von Lerngelegenheiten gestellt werden: Die Schaffung einer Aktivi-

tätsstruktur, die Stoffentwicklung und die Organisation von Unterrichtszeit. Um dies erfolgreich zu bewältigen, benötigt eine Lehrkraft professionelles Wissen. Unter Bezug auf verschiedene Fallstudien stellt Bromme fest, dass dieses Wissen vielschichtig sei und dass „... nur Lehrer mit guten Fachkenntnissen ausreichendes Selbstvertrauen [haben], um den Unterrichtsverlauf auch dann noch steuern zu können, wenn die Schüler neue Wege bei der Erarbeitung des Stoffes gehen“ (Bromme 1997, S. 195), was wiederum Auswirkungen auf den Unterrichtserfolg habe. Er greift die Taxonomie von Shulman auf und unterteilt das professionelle Wissen in folgende Bereiche mit etwas anderen Schwerpunkten (vgl. Bromme 1992, S. 96 ff):

Er spricht zunächst von *fachlichem Wissen*, das die Mathematik als Disziplin umfasst. Daneben gibt es als schulmathematisches Wissen das *curriculare Wissen*. Zusätzlich bezieht er mit der *Philosophie des Schulfachs* die bewertende Perspektive mit ein und beschreibt diesen Bereich als „die Auffassungen darüber, wofür der Fachinhalt nützlich ist und in welcher Beziehung er zu anderen Bereichen des menschlichen Lebens steht.“ (Bromme 1992, S.196). Daneben nennt er das *pädagogische Wissen*, das unabhängig vom Fach ist und auch „pädagogische Philosophie“ als Anteil hat. Unter *fachspezifisch-pädagogischem Wissen* versteht Bromme die fachdidaktische Perspektive, also das Zusammenfügen von Fach und Unterricht. Hierunter fasst er, anders als Shulman, auch die Strukturierung und Gewichtung des Inhalts (Bromme 1992; 1997). In seiner Kritik des Begriffes „pedagogical content knowledge“ von Shulman formuliert Bromme, dass hier eine Unterscheidung zwischen dem theoretischen Wissen über Konzepte (z.B. Fehlvorstellungen von Schülern, die explizit benannt werden können) und dem Erfahrungswissen von Lehrkräften notwendig sei, das zu subjektiven Repräsentationen führt, die das Wissen der Lehrkraft in diesem Bereich ausmachen (Bromme 1995). Hier wird Wissen aus verschiedenen Bereichen (also neben Erfahrungen z.B. auch allgemein-pädagogisches Wissen) integriert und fachspezifisch gedeutet. Bromme bezieht also eine situative Sichtweise ein.

Diese Taxonomien sind die Grundlage für verschiedene Studien, die sich mit der Erfassung des professionellen Wissens von Mathematiklehrkräften und seiner Abhängigkeit von ihrer Ausbildung beschäftigen. Dabei werden auch die Zusammenhänge mit der Leistungsentwicklung von Schülern untersucht.

„[T]he risk of weak training in mathematics [is]: teachers' limited understanding of what mathematics actually is, a fragmented conception with vertical and horizontal disconnects, less than enjoyable teaching routines, and an inability to implement the modern ideas in new school curricula“ (Blömeke und Delaney 2012, S. 224).

In ihrem Überblick über die internationale Forschung zum Wissen von Mathematiklehrkräften stellen Blömeke und Delaney (2012) fest, dass verschiedene Forscher aus den Bereichen der Mathematik und der Mathematikdidaktik zu diesem Ergebnis kommen, es aber lange wenig systematische Nachweise dafür gab. Sie zeigen auf,

dass eines der größten Probleme bisher in der Messbarkeit der verschiedenen theoretisch aufgezeigten Kompetenzen liegt. Sie stellen auch die Frage, wie sinnvoll es sei, die Lehrerkompetenz in viele Unterkompetenzen zu zerlegen, wenn es doch gerade darauf ankomme, in der jeweiligen Unterrichtssituation angemessen zu reagieren und das Wissen der verschiedenen Bereiche miteinander zu verknüpfen (vgl. Blömeke und Delaney 2012, S. 241).

Lipowsky (2006) weist in seinem Review der Forschungslage darauf hin, dass „[i]nsbesondere schwächere Schüler ... offenbar von guten Lehrern bzw. einem gutem Unterricht [profitieren]“ (vgl. ebd., S. 49), dass aber „dabei zu berücksichtigen [ist], dass der Wirkungspfad zwischen solchen eher handlungsfernen Komponenten der Lehrerexpertise und Schülerleistungen durch eine Reihe anderer Variablen beeinflusst wird, sodass eher mit schwachen Zusammenhängen zwischen diesen beiden Polen zu rechnen ist.“ (ebd., S. 49).

Im Folgenden sollen drei Studien vorgestellt werden, die diese Zusammenhänge untersucht haben, indem sie auf der Grundlage der Shulman'schen Taxonomie Konzeptualisierungen der professionellen Kompetenz von Mathematiklehrpersonen entwickelt haben. In diesem Rahmen entstanden Tests für das fachliche und fachdidaktische Wissen von Mathematiklehrkräften, die erprobt und eingesetzt wurden. Dabei wurden auch die Auswirkungen dieser Kompetenzfacetten auf den Unterricht und das Lernen der Schülerinnen und Schüler in den Blick genommen.

2.2.2 LMT (Learning Mathematics for Teaching), University of Michigan

Auf der Grundlage von langfristigen Unterrichtsbeobachtungen im Rahmen des „Mathematics Teaching and Learning to Teach Project“ (vgl. Ball et al. 2008) entwickelte die Forschergruppe an der University of Michigan in den USA ein Modell für das professionelle Wissen von Mathematiklehrkräften, das die o.g. Kategorien von Shulman zum *subject matter knowledge* und zum *pedagogical content knowledge* weiter ausdifferenziert.

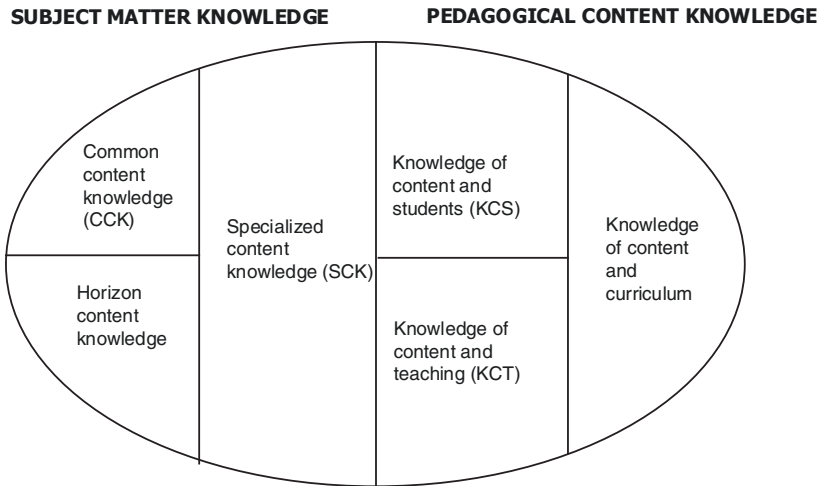


Abb. 2.2.1 Mathematical Knowledge for Teaching (aus: Ball et.al. 2008, S.403)

Konzeptualisierung professioneller Kompetenz

Die Autoren beschreiben mit ihrem *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT, siehe Abb. 2.2.1) das Wissen, über das Mathematiklehrkräfte verfügen müssen, um guten Mathematikunterricht zu geben (vgl. Ball und Bass 2003). Dabei gehen sie von den Anforderungen aus, die die Praxis an Lehrkräfte stellt. Dazu wurden im Laufe eines Jahres vielfältige Daten im Unterricht von Mathematiklehrkräften in dritten Schuljahren erhoben, z.B. Bild- und Tonaufnahmen aus dem Unterricht, Analysen von Schülerergebnissen und gestellten Aufgaben und Planungsunterlagen der Lehrpersonen (Ball und Bass 2003, S. 5). Mathematical knowledge for teaching beinhaltet demnach die Fähigkeit, die Mathematik Kindern zugänglich zu machen: „Mathematical knowledge has to be unpacked“. Außerdem müssen Zusammenhänge zwischen verschiedenen mathematischen Inhalten und zwischen den Schuljahren hergestellt werden können, es muss Wissen darüber vorhanden sein, wie sich mathematische Ideen entwickeln und dass dem Lernen von Mathematik mathematisches Handeln zugrunde liegt (Ball und Bass 2003, S. 11f).

Im „Learning Mathematics for Teaching Project“ (LMT) wurden diese Beobachtungen zu dem oben genannten Modell zusammengefasst und dann Instrumente entwickelt, um drei der genannten Aspekte messbar zu machen.

Zum einen beschreiben sie *specialized content knowledge* (SCK), also mathematisches Wissen, das im Besonderen für das Lehren von Mathematik von Bedeutung ist und in anderen (mathematischen) Zusammenhängen nicht benö-

tigt wird, also z.B. die Frage: Warum funktioniert ein bestimmter Lösungsweg auch allgemein? Diesen Teil des MKT sehen die Autoren als Teil des *subject matter knowledge* von Shulman.

Pedagogical content knowledge (PCK), wie Shulman es beschreibt, teilt sich bei ihnen auf in *knowledge of content and students* (KCS) und *knowledge of content and teaching* (KCT). Ersteres bezieht sich auf das Wissen über die möglichen Lernwege der Schüler und das Wissen über Schülerfehler, letzteres bezeichnet das Wissen darüber, wie man die Inhalte verständlich macht, also welche Maßnahmen und Erklärungen nötig und hilfreich sind (vgl. Hill et al. 2008a, S. 380). Als weiteren Bestandteil von PCK sehen sie *knowledge of content and curriculum*.

Ergebnisse

Bei dieser Untersuchung standen praktizierende Grundschullehrkräfte in den USA im Fokus, d.h. das untersuchte Wissen kann neben der Ausbildung auch in der Berufspraxis oder durch Fortbildungen erworben worden sein.

Die entwickelten Instrumente wurden bei Lehrkräften in ersten und dritten Schuljahren eingesetzt und mit Ergebnissen aus Schülerleistungstests in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse zeigen signifikante Zusammenhänge zwischen den mit den Wissenstests gemessenen Aspekten und den Schülerleistungen:

„We found that teachers’ mathematical knowledge for teaching positively predicted student gains in mathematic achievement during the first and third grades. 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).

Weitere qualitative Untersuchungen dieser Forschungsgruppe zeigen, dass es einen starken Zusammenhang gibt zwischen dem Grad an MKT, den eine Lehrkraft aufweist, und ihrem Unterricht:

„In fact, the inescapable conclusion of this study is that there is a powerful relationship between what a teacher knows, how she knows it, and what she can do in the context of instruction“ (Hill et al. 2008b, S.496).

Sie stellen jedoch auch fest, dass dieser Zusammenhang z.B. durch die Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lehren und Lernen von Mathematik beeinflusst wird (vgl. Hill et al. 2008b, vgl. Kap. 3.5.1), auch wenn diese nicht Bestandteil dieser Konzeptualisierung sind.

Ein für die weitere Forschung wichtiges Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass sich verschiedene Bereiche des fachbezogenen Wissens getrennt voneinander messen lassen:

„These lines of research indicate at least two empirically discernable subdomains within pedagogical content knowledge (knowledge of content and students and knowledge of content and teaching) and an important subdomain of „pure“ content knowledge unique to the work of teaching, specialized content knowledge, which is distinct from the common content

knowledge needed by teachers and non-teachers alike.“ (Ball et al. 2008, S. 389) „However, this knowledge may rely in part on teachers’ underlying subject matter knowledge...“ (Hill et al. 2008a, S. 385)

Die in diesem Forschungsprogramm entwickelten Skalen wurden in verschiedenen Ländern länderspezifisch angepasst und verwendet (z.B. in Irland, Delaney et al. 2008; in China, An et al. 2004; in Ghana, Cole 2012; in Norwegen, Fauskanger et al. 2012; in Indonesien, Ng 2012; in Korea, Kwon et al. 2012). Dabei wurde deutlich, dass ein solches Testinstrument für MKT nicht ohne weiteres in anderen kulturellen Kontexten eingesetzt werden kann. Es ergeben sich Unterschiede im Wissen der Lehrkräfte, die sich aus der unterschiedlichen Schulkultur erklären lassen. Auch curriculare Unterschiede in verschiedenen Ländern machen sich bemerkbar. Auf diese Aspekte muss bei international angelegten Studien Rücksicht genommen werden (vgl. Blömeke und Delaney 2012). Das zeigt aber auch, dass bei der Einschätzung von MKT curriculare Aspekte ebenso eine Rolle spielen wie die fachdidaktische Kultur des jeweiligen Landes.

2.2.3 TEDS-M

In der internationalen Vergleichsstudie „Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics“ (TEDS-M) wurden Lehrkräfte am Ende ihrer Ausbildung untersucht. Es ging um eine vergleichende Betrachtung der Lehrerausbildung in den teilnehmenden Ländern, dazu wurden die Kompetenzen der Lehrkräfte mit Hilfe von Tests und Fragebögen erhoben (vgl. Blömeke et al. 2010b). Durch einheitliche Konstruktionsprinzipien der Untersuchungsinstrumente, nationale und internationale Expertenteams, mehrfache Übersetzungen und Erprobungen der eingesetzten Items und andere Maßnahmen (vgl. Blömeke et al. 2010b, S. 17f) wurden dabei versucht, die o.g. Schwierigkeiten zu berücksichtigen.

Kompetenzen werden bei TEDS-M wie folgt definiert:

“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 und Delaney 2012, S. 227).

Die soziale Perspektive wird hier insoweit einbezogen, als affektiv- motivationale Charakteristika als Bestandteil der Kompetenzen angesehen werden, die den Einsatz der kognitiven Fähigkeiten in der Situation beeinflussen (vgl. Abb. 2.2.2).

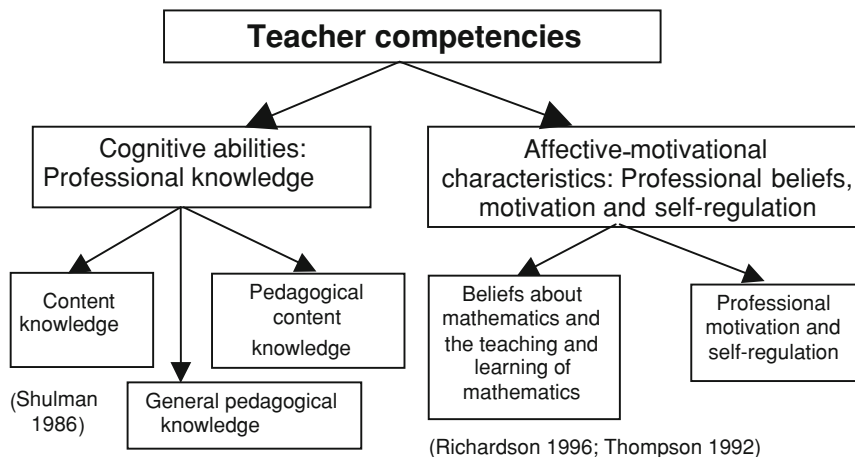


Abb. 2.2.2 Lehrerkompetenz in TEDS-M (aus: Döhrmann et al. 2012, S. 327)

Konzeptualisierung professioneller Kompetenz

In Anlehnung an Shulman wird das professionelle Wissen (in dem Modell als „cognitive abilities“ bezeichnet) unterteilt in mathematisches Fachwissen (content knowledge), mathematikdidaktisches Wissen (pedagogical content knowledge) und pädagogisches Wissen (general pedagogical knowledge). Darüber hinaus werden mit „affective-motivational characteristics“ neben der Motivation auch die Überzeugungen (engl. Beliefs) der Lehrkräfte einbezogen, weil sie die Wahrnehmung von Situationen entscheidend beeinflussen und damit die Grundlage bilden für Handlungsentscheidungen (vgl. Thompson 1992, Schoenfeld 2011, siehe auch Kap. 3.5.1) (vgl. Blömeke et al. 2010b). Abbildung 2.2.2 zeigt das Modell für die Lehrerkompetenz, das der Untersuchung zu Grunde liegt (vgl. Döhrmann et al. 2012).

Das *mathematische Fachwissen* bezieht sich auf die Inhaltsbereiche Arithmetik, Geometrie, Algebra und Stochastik und wird mit Bezug auf die kognitiven Prozesse des Kennens, Anwendens und Begründens getestet (vgl. Döhrmann et al. 2010b, S. 172f). Bezogen auf das Fachwissen wurden drei Niveaugruppen beschrieben:

„Die leistungsstärkste Gruppe, deren Testergebnisse über dem zweiten Schwellenwert liegen, verfügt über ein vergleichsweise hohes, strukturbezogenes mathematisches Wissen und kann dies sicher auf Standardprobleme in den Domänen Arithmetik, Algebra, Geometrie und Stochastik anwenden“ (Döhrmann et al. 2010b, S. 192).

„Primarstufenlehrkräfte auf dem mittleren Niveau verfügen im Bereich der natürlichen und ganzen Zahlen ebenfalls über fundierte Kenntnisse und Grundvorstellungen. [...] Probleme bereite[n] ihnen jedoch die argumentative Verwendung zahlentheoretische Konzepte [...]“ (Döhrmann et al. 2010b, S. 193) und anspruchsvollere Aufgaben im Bereich der Geometrie, Algebra und Stochastik (vgl. ebd.).

„Sehr gering ist das mathematische Wissen im unteren Niveau. Primarstufenlehrkräften unter dem ersten Schwellenwert 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.“ (Döhrmann et al. 2010b, S.193).

Das *mathematikdidaktische Wissen* besteht aus zwei Subdimensionen: *Curriculares und planungsbezogenes Wissen* und *Interaktionsbezogenes Wissen* (vgl. Döhrmann et al. 2010b, S. 176f). Ersteres bezieht sich u.a. auf die „Kenntnis von Lehrplänen der Primarstufe [und] die Fähigkeit, zentrale Themen im Lehrplan zu identifizieren, curriculare Zusammenhänge zu erkennen und herzustellen ...[und auf] Kenntnisse[...] und Fähigkeiten, die für die konkrete Planung von Mathematikunterrichtsstunden in der Primarstufe notwendig sind“ (Döhrmann et al. 2010b, S. 177). Letzteres beinhaltet vor allem Analyse- und Diagnosefähigkeiten. Auch hier wird ein Schwellenwert festgelegt, der zwei Leistungsniveaus voneinander trennt:

„Personen der leistungsschwächeren Gruppe unter dem Schwellenwert 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 et al. 2010b, S. 193).

„Angehende Primarstufenlehrkräfte auf dem höheren Leistungsniveau, das über dem Schwellenwert liegt, 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 Veranschaulichungsmittel 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 et al. 2010b, S. 194).

Als Bestandteil der affektiv-motivationalen Komponenten wurden die *Überzeugungen der Lehrkräfte* (Beliefs) mit Hilfe von Fragebögen untersucht, bezogen auf Mathematik und auf den Erwerb mathematischen Wissens (vgl. Felbrich et al. 2010).

Bei den Überzeugungen zur Struktur der Mathematik wurde zwischen einer statischen und einer dynamischen Sichtweise unterschieden. Statische Aspekte der Mathematik werden dabei durch Items umschrieben, die „die Bedeutung von Definitionen, Formeln, mathematischen Fakten und Verfahren betonen“

(Felbrich et al. 2010, S. 305). Dynamische Aspekte der Mathematik werden durch Items repräsentiert, die „den prozesshaften und anwendungsbezogenen Charakter der Mathematik beton[en]“ (Felbrich et al. 2010, S. 305).

Die Überzeugungen zum Erwerb mathematischen Wissens beziehen sich auf die Vorstellungen der Lehrpersonen zum Lehren und Lernen von Mathematik. Dabei wird zwischen transmissiven und konstruktivistisch orientierten Vorstellungen unterschieden. „Die erste Vorstellung geht von Wissen als einer neutralen und in sich geschlossenen Entität aus, während die konstruktivistische Perspektive anerkennt, dass Wissen durch die Person individuell und sozial vermittelt konstituiert wird“ (Felbrich et al. 2010, S. 306) (vgl. Kap. 3.5.1).

In der Untersuchung wurden vier *Grundtypen der Ausbildung* unterschieden, untersucht wurden jeweils Lehrpersonen am Ende der zweiten Ausbildungsphase:

- „Reine Primarstufenlehrausbildung mit Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach ... [DEU 1-4 P_M]
- Reine Primarstufenlehrausbildung ohne Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach ... [DEU 1-4 PoM]
- Primar- und Sekundarstufen-1-Lehrausbildung mit Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach... [DEU 1-10 PS_M]
- Primar- und Sekundarstufen-1-Lehrausbildung ohne Mathematik ... [DEU 1-4 PSoM].“ (vgl. Blömeke et al. 2010b, S. 16)

Bedingt durch die föderale Struktur in Deutschland und die damit verbundene Verantwortlichkeit der Bundesländer für die Lehrerausbildung sind Unterschiede in der fachlichen Ausbildung trotz der Zuordnung zu diesen Typen groß (vgl. auch Kap. 3).

„Es gibt Ausbildungsgänge mit dem Unterrichtsfach Mathematik, mit Mathematik als Lang- oder Kurzfach, als Didaktikfach, Lernbereich oder als Teil der Grundschuldidaktik. [...] Es gibt [...] Bundesländer, in denen man ohne das Fach Mathematik studiert zu haben und im Einzelfall auch ohne eine Ausbildung in Mathematikdidaktik erhalten zu haben, die Berechtigung erhält, in der Grundschule Mathematik zu unterrichten“ (Döhrmann et al. 2010a, S. 57).

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass der Bezugsrahmen für die Untersuchungen in TEDS-M die Studien- und Prüfungsordnungen des Jahres 2003/2004 bzw. die Ausbildungsverordnungen für den Vorbereitungsdienst von 2007/2008 sind. Die Entwicklungen in den folgenden Jahren vor allem durch die Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge und durch die Einführung des Praxissemesters und den dadurch veränderten Vorbereitungsdienst sind nicht berücksichtigt (Döhrmann et al. 2010a, S. 55).

Folgende für diese Arbeit bedeutsame Ergebnisse dieser Studie lassen sich festhalten:

Ergebnisse zum Fachwissen

Insgesamt betrachtet, liegen die mathematischen Leistungen der deutschen Primarstufenlehrkräfte signifikant über dem internationalen Mittelwert. Außerdem war das Ranking der Länder in Bezug auf das Lehrerwissen ähnlich wie das Ranking von TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study, vgl. Bos et al. 2008), was den vorsichtigen Schluss zulässt, dass es Zusammenhänge zwischen den Kompetenzen der Lehrkräfte und den erbrachten Schülerleistungen gibt (vgl. Döhrmann et al. 2012). Allerdings deutet dieser Befund auch auf kumulative Wirkungen von Bildungserfahrungen hin (vgl. Blömeke et al. 2010a, S. 203).

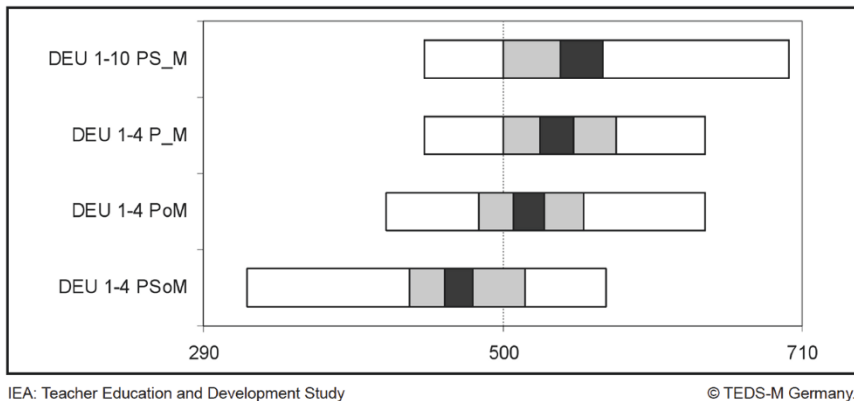


Abb. 2.2.3 Perzentilbänder für das mathematische Wissen angehender Primarstufenlehrkräfte nach Ausbildungsgang (aus: Blömeke et al. 2010a, S. 220)

Ein genauerer Blick in die Ergebnisse zu den unterschiedlichen Ausbildungsgängen, die in Deutschland zu einer Unterrichtserlaubnis im Mathematikunterricht der Primarstufe führen, zeigt jedoch große Unterschiede im mathematischen Wissen angehender Lehrkräfte (vgl. Abb. 2.2.3⁴). Von denjenigen, die Ausbildungsgänge mit Mathematik als Fach oder Schwerpunkt (DEU 1-10 PS_M und DEU 1-4 P_M) absolviert haben, liegt bei 75 % das mathematische Wissen über dem TEDS-M-Mittelwert. Auch bei den Primarstufenlehrkräften

4 Die Abkürzungen bezeichnen die verschiedenen Ausbildungsgänge nach der Kategorisierung von TEDS-M (s.o.). Die Perzentilbänder zeigen das 5., 25., 75. und 95. Perzentil und, schwarz hervorgehoben, den arithmetischen Mittelwert mit Konfidenzintervall.

ohne Mathematik als Schwerpunkt liegt der Mittelwert signifikant über dem internationalen Mittelwert, allerdings auch signifikant unter den entsprechenden Werten für Lehrkräfte mit Mathematik als Fach oder Schwerpunkt.

„Mit den in fast allen Studien- und Ausbildungsordnungen der ersten und zweiten Phase verankerten Pflichtanteilen an Lehrveranstaltungen [...] gelingt es offenbar, sehr schwache Leistungen zu verhindern, auch wenn andere Schwerpunkte [...] gewählt wurden“ (Blömeke et al. 2010a, S. 221)

Allerdings zeigt sich, dass die kombinierte Primar- und Sekundarstufen-ausbildung ohne Mathematik deutliche Defizite im fachlichen Wissen aufweist. Der Mittelwert liegt deutlich unter dem internationalen Mittelwert, und auch noch eine halbe Standardabweichung unter dem der Primarstufenlehrkräfte ohne Mathematik. „Von einer Professionalisierung im Hinblick auf ihre zukünftigen Aufgaben in der Primarstufe kann insofern nicht gesprochen werden“ (Blömeke et al. 2010a, S. 221).

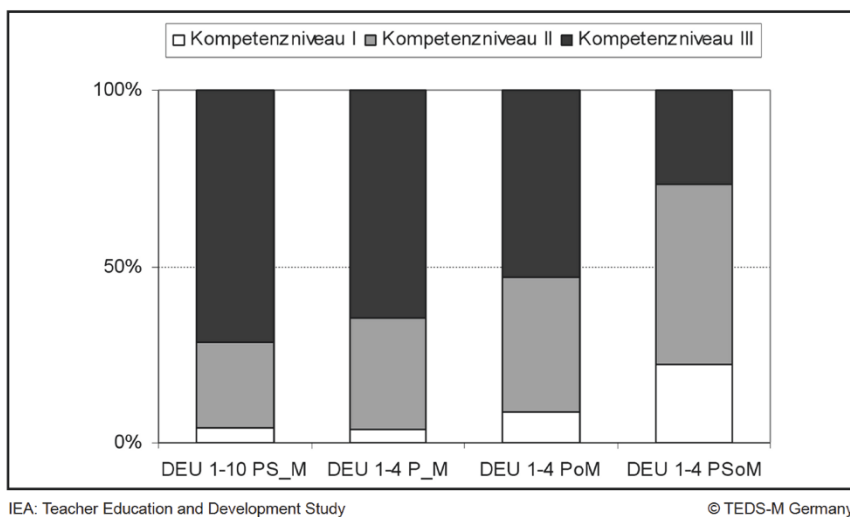


Abb. 2.2.4 Verteilung angehender deutscher Primarstufenlehrkräfte auf die Niveaus mathematischen Wissens nach Ausbildungsgang (aus: Blömeke et al. 2010a, S. 222)

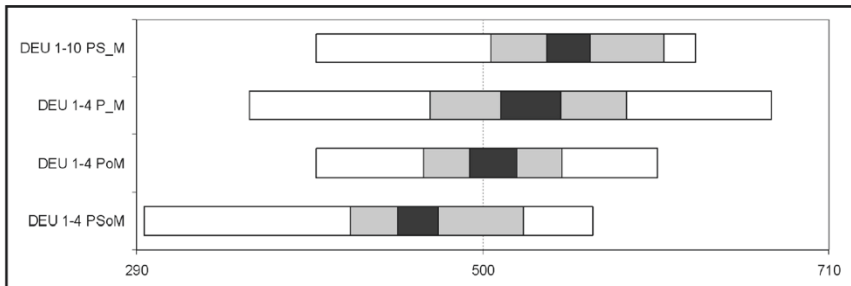
Die Übersicht über die erreichten Kompetenzniveaus nach Ausbildungsgang (siehe Abb. 2.2.4) zeigt, dass insgesamt ein großer Anteil der Primarstufenlehrpersonen Kompetenzniveau II oder III erreicht. Hier zeigt sich auch die Problematik des stufenübergreifenden Lehramts ohne Mathematik, deren Absolventen Anforderungen des Mathematikunterrichts in der Grundschule zu fast einem Viertel nicht erfüllen können (vgl. Blömeke et al. 2010a, S. 222).

„Frappierend ist insbesondere der Unterschied zum reinen Primarstufenlehramt ohne Mathematik als Schwerpunkt. Auch wenn dieser Ausbildungsgang wegen seines vergleichsweise geringen Anteils an fachlichen Lerngelegenheiten seitens der Mathematikdidaktik häufig in der Kritik steht, verfügen immerhin mehr als die Hälfte seiner Absolventinnen und Absolventen – und damit signifikant mehr als aus dem stufenübergreifenden Lehramt ohne Mathematik – über ein Wissen, das dem Kompetenzniveau III zugeordnet werden kann, und mehr als 90 Prozent weisen immerhin mindestens ein mittleres mathematisches Wissen auf. Hier scheinen also unterschiedliche Mechanismen zu greifen, die vermutlich Selbstselektionseffekte ebenso einschließen wie Ausbildungseffekte.“ (Blömeke et al. 2010a, S. 222).

Ergebnisse zum fachdidaktischen Wissen

Beim fachdidaktischen Wissen liegen die deutschen angehenden Primarstufenlehrkräfte insgesamt im internationalen Mittelfeld, wobei eine große Streuung der Ergebnisse berichtet wird (vgl. Blömeke et al. 2010a, S. 225). Es zeigt sich, dass etwa ein Drittel der untersuchten Personen zur leistungsstarken Gruppe auf Kompetenzniveau II zählt, jedoch mehr als zwei Drittel hinter diesem hohen Kompetenzniveau zurückbleiben, allgemein zeigt sich eine große Heterogenität.

Daher sollen nun wieder die unterschiedlichen Ausbildungsgänge betrachtet werden.



IEA: Teacher Education and Development Study

© TEDS-M Germany.

Abb. 2.2.5 Perzentilbänder für das mathematikdidaktische Wissen angehender Primarstufenlehrkräfte nach Ausbildungsgang (aus: Blömeke et al. 2010a, S. 239).

Abbildung 2.2.5 zeigt, dass eine Teilgruppe des reinen Primarstufenausbildungsgangs mit Mathematik die vergleichsweise höchsten Leistungen erzielt. Die mit Abstand schwächsten Leistungen zeigen wiederum die Untersuchten aus dem stufenübergreifenden Ausbildungsgang ohne Mathematik.

Während die angehenden Lehrkräfte mit Mathematik als Fach oder Schwerpunkt etwa zur Hälfte das Kompetenzniveau II erreichen, sind es bei denen ohne Mathematik nur etwa ein Viertel, im stufenübergreifenden Lehramt sogar nur ca. 15 % (siehe Abb. 2.2.6).

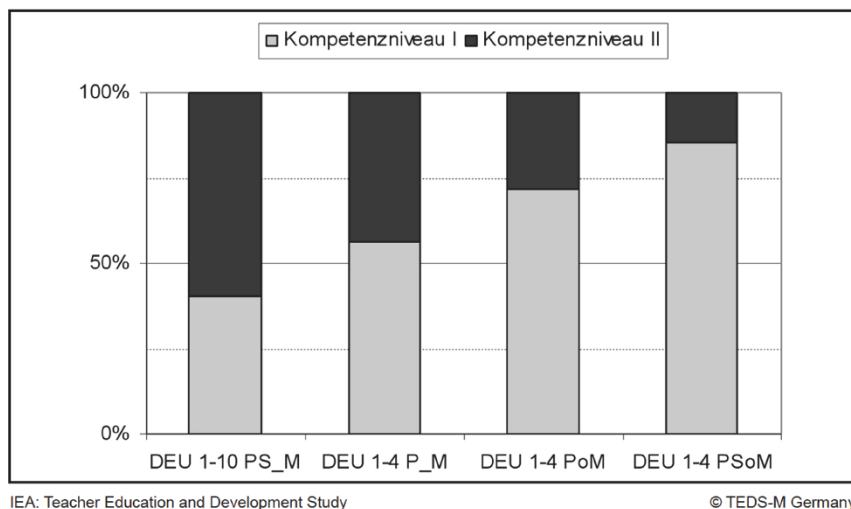


Abb. 2.2.6 Verteilung angehender Primarstufenlehrkräfte auf Niveaus mathematikdidaktischen Wissens nach Ausbildungsgang (aus: Blömeke et al. 2010a, S. 239)

Große Probleme in Bezug auf Mathematikdidaktik zeigen sich erneut, wenn Mathematik nicht Unterrichts- oder Schwerpunktfach ist, viele der Untersuchten können nicht „das von guten Lehrkräften zu erwartende unterrichtsrelevante Wissen zeigen, wie beispielsweise Lösungsansätze von Lernenden zu interpretieren, Fehlvorstellungen zu identifizieren, Veranschaulichungsmittel einzusetzen, um Lernprozesse zu fördern, oder zu begründen, warum eine spezifische Lehrstrategie angemessen ist“ (Blömeke et al. 2010a, S. 30). Vor allem der Gruppe, die keinerlei mathematische Lerngelegenheiten in der Lehrerausbildung hatte, dürfte „kognitiv anregender Mathematikunterricht [...] schwerfallen“ (Blömeke et al. 2010a, S. 32).

Ergebnisse zu den Überzeugungen

Bezogen auf die Überzeugungen kann aufgrund der Ergebnisse von TEDS-M angenommen werden, dass „dem Ausmaß an Mathematik im Rahmen der Ausbildung entscheidender Einfluss auf die Überzeugungen von Lehrkräften zur Struktur der Mathematik zukommt“ (Felbrich et al. 2010, S. 323). Es zeigen sich, bei insgesamt hohen Zustimmungswerten zur dynamischen Perspektive und eher neutralen Werten bezogen auf die statische Perspektive, die jedoch

signifikant unter dem internationalen Mittelwert liegen, signifikante Unterschiede zwischen den Ausbildungstypen:

„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 bei der Betrachtung der Zustimmung zur dynamischen Perspektive liegen die Werte der Ausbildungsgänge mit Mathematik signifikant über denen der Gruppe ohne Mathematik (Felbrich et al. 2010, S. 313).

Bei den Überzeugungen zum Lehren und Lernen lehnen deutsche Lehrpersonen am Ende ihrer Ausbildung im Mittel transmissionsorientierte Überzeugungen zum Lehren und Lernen deutlich ab, während die Mittelwerte für eine konstruktivistische Sicht deutlich über dem internationalen Mittelwert liegen (Felbrich et al. 2010, S. 317, 319).

Hier zeigte sich, dass es stufenabhängige Unterschiede gibt: Lehrkräfte, die für die Primarstufe ausgebildet wurden, zeigten stärker konstruktivistische Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik, unabhängig davon, ob sie Mathematik als Schwerpunkt- oder Unterrichtsfach hatten oder nicht (vgl. Felbrich et al. 2010, S. 321). Transmissionsorientierten Überzeugungen wird von den stufenübergreifend ausgebildeten Lehrpersonen signifikant stärker zugestimmt als den übrigen Gruppen (Felbrich et al. 2010, S. 318). „Stufenübergreifend ausgebildete Lehrkräfte ohne Mathematik als Unterrichtsfach stimmen transmissionsorientierten Überzeugungen am stärksten und konstruktivistisch orientierten Überzeugungen am schwächsten zu“ (Felbrich et al. 2010, S. 324).

2.2.4 COACTIV

Die COACTIV- Studie (vgl. Kunter et al. 2011) nutzte die Schülerdaten der PISA- Studie 2003/2004 (Programme for international Student Assessment, vgl. Prenzel et al. 2006) und erhob von den entsprechenden Lehrkräften zusätzlich umfangreiche Daten bezogen auf ihre Ausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre Überzeugungen. Außerdem wurden das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte durch Tests zu diesen Kompetenzfacetten untersucht.

„Der theoretische Kern von COACTIV liegt in einem Modell der professionellen Kompetenz von Lehrkräften, das Professionswissen, professionelle Überzeugungen, motivationale Merkmale und selbstregulative Fähigkeiten als zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Bewältigung der beruflichen Aufgaben von Lehrkräften umfasst“ (Kunter und Baumert 2011, S. 345).

Diese Untersuchung bezog sich auf Lehrpersonen der Sekundarstufe, aufgrund ihrer großen Bedeutung für die Konzeptualisierung professioneller Kompetenz und die vor allem für die Einschätzung der Bedeutung fachfremden Unterrichts wichtigen Ergebnisse soll sie hier dennoch einbezogen werden.

Konzeptualisierung professioneller Kompetenz

Kompetenz wird bei COACTIV im Anschluss an Weinert (2001) als professionelle Handlungskompetenz zur Bewältigung beruflicher Anforderungen definiert:

„The theoretical construct of action competence comprehensively combines those intellectual abilities, content-specific knowledge, cognitive skills, domain-specific strategies, routines and subroutines, motivational tendencies, volitional control systems, personal value orientations, and social behaviors into a complex system. Together, this system specifies the prerequisites required to fulfil the demands of a particular professional position” (Weinert 2001, zitiert nach Baumert und Kunter 2011a, S.31).

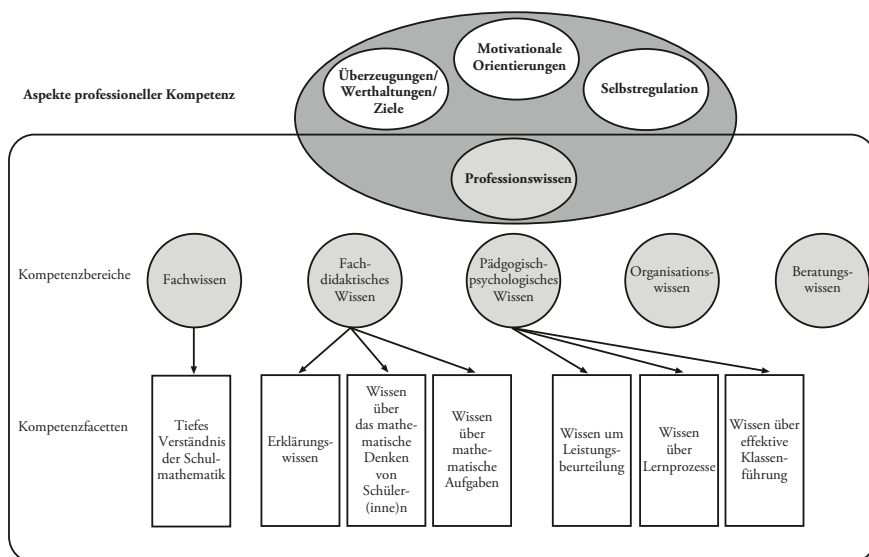


Abb. 2.2.7 Kompetenzmodell von COACTIV (aus: Baumert und Kunter 2011a, S. 32)

Im Kompetenzmodell von COACTIV (siehe Abb. 2.2.7) werden vier Aspekte professioneller Kompetenz unterschieden: Neben dem Professionswissen die Überzeugungen, motivationale Orientierungen und die Selbstregulation. Innerhalb des Professionswissens wird, anknüpfend an die Expertiseforschung und

Shulman, ebenfalls zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen unterschieden (vgl. Abb. 2.2.7), daneben werden pädagogisch-psychologisches Wissen, Organisationwissen und Beratungswissen als Kompetenzbereiche aufgeführt. Wie im Folgenden näher ausgeführt wird, wurden sowohl das fachliche als auch das fachdidaktische Wissen in COACTIV unterrichtsnah und curriculum-fokussiert konzeptualisiert (Krauss et al. 2008, S. 251). Bezogen auf das fachdidaktische Wissen „sollte [...] auch versucht werden, gewisse Aspekte des praktischen Wissens zu erfassen, und zwar auch solches, das üblicherweise an Fälle, Episoden und Scripts gebunden ist. Zu diesem Zweck wurde eine Vignettenteknik verwendet, die [...] auf Situationsbeschreibungen [...] beruhte“ (Baumert und Kunter 2011a, S. 35).

Das *mathematische Fachwissen* kann sich nach COACTIV auf vier Ebenen beziehen:

„Ebene 1: Mathematisches Alltagswissen, über das grundsätzlich alle Erwachsenen verfügen sollten

Ebene 2: Beherrschung des Schulstoffs so wie es von einem durchschnittlichen bis guten Schüler der jeweiligen Klassenstufe erwartet wird

Ebene 3: Tieferes Verständnis der Fachinhalte des Curriculums der Sekundarstufe (z.B. auch "Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus", wie sie an der Universität gelehrt wird)

Ebene 4: Reines Universitätswissen, das vom Curriculum der Schule losgelöst ist (z.B. Galoistheorie, Funktionalanalysis)“ (Krauss et al. 2008, S. 237).

In COACTIV wird unter Fachwissen für Lehrkräfte das auf Ebene 3 beschriebene verstanden, denn wie bei Shulman sollte ein fundiertes Fachwissen Folgendes beinhalten: „Argumentationsweisen und das Herstellen von Zusammenhängen, mithin das Sichern von begrifflichem Wissen, derart [...] dass es an die typischen Wissensbildungsprozesse des Faches, hier der Mathematik, anschließen kann“ (Krauss et al. 2008, S. 238). Dazu gehört es auch, „die Arbeitsweisen der Mathematik in elementaren Gegenständen zu erkennen“ (Krauss et al. 2008, S. 238). Prinzipiell könnten Aufgaben dieser Ebene auch von sehr guten Schülern gelöst werden, da sie sich auf das Schulcurriculum beziehen. Operationalisiert wurde dieser Bereich durch Aufgaben, die „von Aufgaben zum Mittelstufenstoff (z.B. einfache Beweise aus der Elementargeometrie oder der elementaren Algebra) bis hin zu Aufgaben, die ein vertieftes Verständnis von infinitesimalen Begriffen erfordern“ (ebd.), reichen.

„Dieses Wissen hat sein Fundament in der akademischen Referenzdisziplin, stellt aber selbst einen Wissensbereich eigenen Rechts dar, der durch Curricula definiert und in Rückkopplung mit der Unterrichtspraxis fortgeschrieben wird“ (Baumert und Kunter 2011a, S. 37).

Die verwendeten Aufgaben umfassten die Bereiche Arithmetik, Algebra, Geometrie, Funktionen und Wahrscheinlichkeiten und eine Kombination dieser Bereiche (Baumert und Kunter 2011b, S. 173).

Vom „Fachwissen wird theoretisch das *fachdidaktische Wissen* unterschieden, das mathematisches Fachwissen voraussetzt, aber selbst ein besonders unterrichts- und schülerbezogenes fachliches Wissen darstellt.“ (Baumert und Kunter 2011a, S. 37). COACTIV beschreibt „Mathematikunterricht [...] – in der knappst möglichen Formulierung und unter Berücksichtigung konstruktivistischer Sichtweisen – als ‚Zugänglichmachen mathematischer Inhalte für Schüler‘“ (Krauss et al. 2008, S. 236) und teilt das fachdidaktische Wissen in folgende Bereiche auf:

- „Wissen über das Verständlichmachen von mathematischen Inhalten
- Wissen über mathematikbezogene Schülerleistungen
- Wissen über das kognitive Potential von Mathematikaufgaben“ (Krauss et al. 2008, S. 233).

Diese drei Bereiche werden als Ecken eines didaktischen Dreiecks beschrieben: Zunächst auf Seiten der Lehrkräfte die fachbezogenen Darstellungsaktivitäten und Interventionsmöglichkeiten, operationalisiert als Wissen über Erklären und Repräsentieren. Dazu wurden „Situationen aus dem Mathematikunterricht konstruiert, in denen die unmittelbare Unterstützung lokaler Verständnisprozesse erforderlich war“ (Krauss et al. 2008, S. 234), mit einem Schwerpunkt auf dem Wissen über Repräsentationen.

Auf Seiten der Schülerinnen und Schüler wird deren fachbezogene Vorstellungswelt operationalisiert als das Wissen über typische Schülerfehler und -schwierigkeiten. Auch dazu wurden wieder „Situationen konstruiert, in denen [diese] vorhergesagt, erkannt und/oder analysiert werden mussten“ (Krauss et al. 2008, S. 235, vgl. auch Baumert und Kunter 2011b, S. 169).

Das kognitive Potential von Aufgaben auf Seiten des Inhalts wurde operationalisiert als das Wissen über das Potential für multiple Lösungsansätze von Mathematikaufgaben. Dazu wurden für Schüler geeignete Aufgaben konstruiert, für die die Lehrkräfte möglichst viele substantiell verschiedene Lösungswege angeben mussten (Krauss et al. 2008, S. 236).

Auch bei den *Überzeugungen* untersucht COACTIV explizit Aspekte, die sich auf den Unterricht auswirken:

„COACTIV [...] konzentrier[t] sich auf die Untersuchung von epistemologischen Überzeugungen, subjektiven Theorien über Lehren und Lernen und Unterrichtszielen im Bereich der Mathematik, also wiederum auf Kompetenzbereiche, die unmittelbare Handlungsrelevanz für den Unterricht besitzen“ (Baumert und Kunter 2011a, S. 42).

Dabei wurde einerseits untersucht, inwieweit sich unterschiedliche Überzeugungssysteme nachweisen lassen, andererseits wurden auch die Auswirkungen auf die Unterrichtsqualität und das Lernen der Schülerinnen und Schüler be-

trachtet (Baumert und Kunter 2011a, S. 42). Überzeugungen werden definiert als

„überdauernde existentielle Annahmen über Phänomene oder Objekte der Welt, die subjektiv für wahr gehalten werden, sowohl implizite als auch explizite Anteile besitzen und die Art der Begegnung mit der Welt beeinflussen“ (Voss et al. 2011, S. 235).

Anders als in TEDS-M werden die epistemologischen Überzeugungen zur Mathematik und die Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik nicht getrennt voneinander erfasst, sondern unter Rückgriff auf die zugrundeliegenden lerntheoretischen Vorstellungen zu Überzeugungssyndromen zusammengefasst.

„Nach transmissiv/behavioristischen Theorien wird Lernen vornehmlich als Weitergabe von Wissen an die Schülerinnen und Schüler [...] verstanden. Mathematiklehrkräfte können somit zum Beispiel überzeugt davon sein, dass mathematisches Wissen eine objektiv feststehende Sammlung von Fakten und Prozeduren sei. [...] Im Sinne konstruktivistischer Lerntheorien wird hingegen der Gedanke betont, dass Schülerinnen und Schüler einem Lerngegenstand immer mit bestimmten Vorstellungen und Voraussetzungen entgegentreten und sich auf dieser Grundlage mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen. [...] In diesem Sinne können Mathematiklehrkräfte davon überzeugt sein, dass mathematisches Wissen als etwas Prozesshaftes und als Ergebnis subjektiver Konstruktionsprozesse zu verstehen sei“ (Voss et al. 2011, S. 238f).

Die professionellen Überzeugungen werden also unter dem Begriff lerntheoretische Überzeugungen zusammengefasst, die eine konstruktivistische und/ oder eine transmissive Orientierung aufweisen können (vgl. Voss et al. 2011).

Folgende Ergebnisse sind für diese Arbeit von Bedeutung:

Ergebnisse zum Fachwissen und zum fachdidaktischen Wissen

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass sich Fachwissen und fachdidaktisches Wissen empirisch unterscheiden lassen, „wobei bei höherem Expertisegrad eine zunehmende Verschmelzung zu beobachten ist“ (Kunter und Baumert 2011, S. 347). Dies zeigt sich vor allem darin, dass bei Gymnasiallehrkräften mit hohem Fachwissen die Korrelation zum fachdidaktischen Wissen nahezu 1 beträgt.

Beide Facetten – Fachwissen und fachdidaktisches Wissen, wie sie in COACTIV konzeptualisiert werden – werden wesentlich in der Ausbildung erworben, im Studium entwickelt sich vor allem das Fachwissen, auf dem das fachdidaktische Wissen dann zu großen Teilen aufbaut. Im nicht-gymnasialen Bereich gibt es eine kleine Gruppe, die bei niedrigem Fachwissensniveau ein relativ hohes fachdidaktisches Wissensniveau erreichen, d.h. fachdidaktisches Wissen baut nicht allein auf fachlichem Wissen auf (Krauss et al. 2008, S. 251). Lehrpersonen, die am Gymnasium unterrichten, weisen im Mittel ein höheres Niveau an Fachwissen und fachdidaktischem Wissen auf. Hier zeigen sich Auswirkungen des intensiveren Fachstudiums (vgl. auch Kleickmann und Anders 2011).

Weiterhin korrelieren gute Studienleistungen mit hohem Wissen (vgl. Brunner et al. 2006). Für die Leistungen in den Fachwissen- und Fachdidaktiktests spielt die Berufserfahrung dagegen keine Rolle, auch abgeleistete Fortbildungsstunden nicht (vgl. Brunner et al. 2006).

Hohes fachdidaktisches Wissen hat positive Auswirkungen auf die Leistungsdaten der Schüler (vgl. Krauss et al. 2008), und zwar vermittelt durch ein höheres Aufgabenpotential und eine stärkere Unterstützung der Schüler:

„...[Z]wei zu Beginn des Schuljahres völlig vergleichbare 10. Klassen, deren Mathematiklehrkräfte sich in ihrem fachdidaktischen Wissen um zwei Standardabweichungen unterschieden, würden am Ende des Schuljahres um $d=0,46SD$ in ihrer mittleren Mathematikleistung differieren.“ (Baumert und Kunter 2011b, S. 183).

„Dieser Effekt wurde vollständig durch das kognitive Anregungspotential der Aufgabenstellungen, die Abstimmung der Aufgaben mit den Anforderungen des Lehrplans und durch individuelle Lernunterstützung mediert. Das fachdidaktische Wissen determinierte in einem erheblichen Ausmaß die kognitive Struktur der mathematischen Lerngelegenheiten.“ (Baumert und Kunter 2011b, S. 184)

Obwohl Fachwissen und fachdidaktisches Wissen hoch miteinander korrelieren, lassen sich keine direkten Zusammenhänge zwischen dem Fachwissen der Lehrpersonen und den Leistungen der Schüler feststellen (Krauss et al. 2008, S. 250). Dennoch ist das Fachwissen nicht irrelevant, denn „Mängel im Fachwissen limitieren die Entwicklung fachdidaktischer Ressourcen“ (Baumert und Kunter 2011b, S. 185).

Ergebnisse zu den Überzeugungen

Die Ergebnisse zu den lerntheoretischen Überzeugungen in COACTIV zeigen, dass eine konstruktivistische Orientierung und eine transmissive Orientierung nicht die Extrempole einer Dimension sind, sondern eher zwei distinkte, negativ korrelierte Dimensionen. Sie korrelieren zu $-0,67$ miteinander und sind somit nicht unabhängig. „Lehrkräfte mit hohen Werten bezüglich der transmissiven Orientierung erreichen eher niedrige Werte bezüglich der konstruktivistischen Orientierung“ (Voss et al. 2011, S. 243).

Untersucht wurde auch der Zusammenhang der Überzeugungen mit dem Leitungszuwachs der Schüler, einerseits durch ein Blackbox-Modell als direktem Zusammenhang, andererseits als Mediationsmodell, in dem indirekte Pfade über die Gestaltung des Unterrichts, erhoben durch Schülereinschätzungen zur Effizienz der Klassenführung, zum Potential des Unterrichts zur kognitiven Aktivierung und zur konstruktiven Unterstützung überprüft wurden (vgl. auch Dubberke et al. 2008). Im Blackbox-Modell zeigte sich ein direkter Pfad von den Lehrerberzeugungen auf die Schülerleistung, die am Ende der 10. Klasse durch einen curriculumsensitiven Mathematiktest erhoben und mit den PISA-Ergebnissen des Jahres vorher verglichen wurde (vgl. Baumert und Kunter 2011b, S. 174):

„Die konstruktivistischen und transmissiven Überzeugungen der Lehrkräfte erwiesen sich als bedeutsam für die Mathematikleitung der Schülerinnen und Schüler, wobei die konstruktivistische Orientierung positiv mit den Schülerleistungen zusammenhing ($\beta=.32$) und 10 % der zwischen den Klassen bestehenden Residualvarianzen erklärte. Die transmissive Orientierung hatte einen negativen Effekt ($\beta=-.24$) und klärte 6% der Leistungsvarianz auf.“ (Voss et al. 2011, S. 248).

Im Mediationsmodell waren die direkten Pfade nicht mehr signifikant, aber

„insbesondere das Potential zur kognitiven Aktivierung erwies sich als statistisch signifikanter Mediator zwischen Lehrerüberzeugungen und Leitungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler: Die konstruktivistischen Lehrerüberzeugungen waren prädiktiv für das Potential der kognitiven Aktivierung und dieses Potential erwies sich als statistisch signifikanter Prädiktor für die Mathematikleitung der Schülerinnen und Schüler“ (Voss et al. 2011, S. 248).

Zusammenfassend lässt sich also festhalten:

„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.“ (Kunter und Baumert 2011, S. 348).

2.2.5 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse aus kognitiver Perspektive

Im Folgenden sollen die für diese Arbeit wichtigen Ergebnisse der Studien aus der kognitiven Perspektive noch einmal zusammengefasst werden:

- Auf der Grundlage der Überlegungen von Shulman (Shulman 1987; Shulman 1986) gibt es in der Forschung zur Lehrerkompetenz eine weitgehende Einigkeit darüber, dass das fachbezogene Wissen der Lehrpersonen eine wichtige Grundlage für den Mathematikunterricht darstellt.
- Die Michigan-Group konnte in ihrer Konzeption des mathematical knowledge for teaching (MKT) verschiedene Bereiche empirisch nachweisen: SCK, mathematisches Wissen, das im Besonderen für das Lehren von Mathematik notwendig ist, KCS, Wissen über mögliche Lernwege der Schüler und Schülerfehler und KCT, das Wissen darüber, wie man Inhalte verständlich macht und welche Erklärungen hilfreich sind (vgl. Ball et al. 2008; Hill et al. 2008a).
- Qualitative Untersuchungen der Forschungsgruppe haben ergeben, dass MKT Auswirkungen auf den Unterricht der Lehrpersonen hat (vgl. Hill et al. 2008b).
- Die internationale Vergleichsstudie TEDS-M hat gezeigt, dass das fachspezifische Wissen von Lehrpersonen stark ausbildungsabhängig ist. Je mehr mathematische Lerngelegenheiten eine Lehrperson hatte, desto besser ist ihr fachliches und fachdidaktisches Wissen (vgl. Blömeke et al. 2010c).

- Es gibt enge Zusammenhänge zwischen dem fachlichen und dem fachdidaktischen Wissen der untersuchten Lehrpersonen.
- In Deutschland gibt es viele verschiedene Ausbildungswege, die zu einer Lehrerlaubnis für den Mathematikunterricht in der Grundschule führen. Bezogen auf das fachliche und fachdidaktische Wissen zeigen sich vor allem bei den stufenübergreifend ausgebildeten Lehrpersonen ohne Mathematik als Schwerpunkt oder Unterrichtsfach deutliche Defizite. Lehrpersonen, die speziell für die Primarstufe ausgebildet wurden, erreichen zumindest ein grundlegendes Niveau.
- Die Überzeugungen, die Lehrpersonen bezogen auf Mathematik und den Mathematikunterricht zeigen, hängen ebenfalls mit der Menge der Lerngelegenheiten in Mathematik in der Ausbildung zusammen.
- COACTIV hat gezeigt, dass das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen getrennt voneinander erhebbar sind, allerdings hoch miteinander korrelieren (Kunter et al. 2011).
- Auch hier zeigte sich, dass mehr fachliche Ausbildung auch zu besserem fachlichen und fachdidaktischen Wissen führt.
- Besseres fachdidaktisches Wissen führt, vermittelt über stärker kognitiv anregende Aufgabenstellungen (erhoben über die Analyse der gestellten Aufgaben), zu besseren Schülerleistungen.
- Stärker konstruktivistisch geprägte Überzeugungen führen ebenfalls zu einem kognitiv anregenderen Unterricht (hier erhoben über Schüleraussagen) und darüber vermittelt zu besseren Schülerleistungen.

2.3 Konzeptualisierung unter Einbezug der situativen Perspektive

Diese aus der kognitiven Perspektive angelegten Studien fokussieren auf das bei den Lehrpersonen vorhandene Wissen, vernachlässigen dabei jedoch notwendigerweise die Komplexität der unterrichtlichen Situationen, in denen sich Kompetenz erst zeigen kann. Es wird in der Konzeptualisierung zwar immer von den Anforderungen des Unterrichts ausgegangen, das Wissen der Lehrpersonen wird aber außerhalb der Unterrichtssituation erhoben. Die tatsächliche Umsetzung des Wissens und der Überzeugungen in der konkreten Situation, die auch durch Wechselwirkungen zwischen den Bereichen beeinflusst sein kann, bleibt unberücksichtigt (vgl. Depaepe et al. 2013). Diese Performanz, als das tatsächlich gezeigte Verhalten, nimmt die situative Perspektive stärker in den Blick.

Untersuchungen in der Tradition der bereits oben erwähnten Expertiseforschung beziehen sich bei der Messung der Kompetenz von Lehrkräften stär-

ker auf das tatsächliche Handeln im Unterricht, indem sie z.B. mit Hilfe von Videovignetten oder durch Schülerergebnisse entsprechende Reaktionen der Lehrkräfte herausfordern (vgl. z.B. Jacobs et al. 2010, van Es und Sherin 2010 unter dem Stichwort „noticing“). Dabei werden Schlüsse gezogen aus dem Vergleich der Wahrnehmung und Interpretation von Unterricht durch Anfänger und Experten (zsf. in Stahnke et al. 2016).

In ihrem zusammenfassenden Review haben Stahnke und Kollegen (Stahnke et al. 2016) zahlreiche Forschungsergebnisse zu situationsspezifischen Fähigkeiten zusammengetragen. Diese sollen hier nicht im Detail aufgeführt werden, folgende Ergebnisse halten die Autoren fest:

„(1) Teachers’ expertise and experience positively influence noticing and teachers’ noticing can be successfully fostered by (video-based) professional development programs. (2) Pre-service teachers struggle with perceiving and interpreting students’ work. Thereby, mathematical knowledge plays an important role. (3) Teachers’ in-the-moment decision-making is influenced by their knowledge, beliefs and goals. (4) Teachers’ knowledge and belief facets predict their situation-specific skills which in turn correlate with aspects close to instructional practice. (5) Teachers have difficulties interpreting tasks and identifying their educational potential.” (Stahnke et al. 2016, S. 153).

Im Folgenden sollen drei Konzeptualisierungen vorgestellt werden, die die situative Perspektive einbeziehen bzw. in den Vordergrund stellen.

2.3.1 Knowledge Quartet

Ein Modell, dass der situativen Perspektive stärker Rechnung trägt, ist das „Knowledge Quartet“ der Forschungsgruppe um Rowland in Cambridge (vgl. Rowland 2012; Rowland et al. 2005; Turner und Rowland 2011). In diesem Modell werden Fachwissen und fachdidaktisches Wissen nicht getrennt voneinander betrachtet, sondern als gemeinsame Grundlage (Foundation) für das Handeln der Lehrkräfte gesehen, die in der Situation in verschiedenen Dimensionen (Transformation, Connection, Contingency) umgesetzt wird. „Foundation“ beinhaltet außerdem die Überzeugungen der Lehrkräfte zur Mathematik und zum Lehren und Lernen von Mathematik. Unter „Transformation“ ist die Umsetzung des propositionalen Wissens im Unterricht zu verstehen, also das Verständlichmachen für die Schüler, „Connection“ beschreibt die Fähigkeit der Lehrkräfte, Verbindungen zwischen unterschiedlichen mathematischen Bereichen herzustellen und die Unterrichtsinhalte anzuordnen. Unter „Contingency“ ist zu verstehen, dass die Lehrkraft in der Lage ist, unerwartete Schüleräußerungen aufzugreifen und fachlich angemessen darauf zu reagieren (vgl. Turner und Rowland 2011, S. 200f, vgl. Abb. 2.3.1).

In diesem Modell wird deutlich, dass es notwendig ist, vor allem bezogen auf das fachdidaktische Wissen die Verknüpfungen beider Perspektiven zu betrachten, da sich die Frage stellt, wie das Verhältnis von Wissen und der praktischen Umsetzung ist (vgl. Abell 2008, S. 1412). Die Frage, „whether mathemat-

ical knowledge in teaching is located ‚in the head‘ of the individual teacher or is somehow a social asset, meaningful only in the context of its application“ (Rowland und Ruthven 2011, S. 3), wird der Realität so nicht gerecht. Die Aspekte, die Rowland und Kollegen mit Transformation, Connection und Contingency beschreiben, werden in den zuvor beschriebenen Konzeptualisierungen dem fachdidaktischen Wissen zugeordnet. Rowland und Kollegen sind jedoch der Ansicht, dass es sich erst in der Situation zeigt, inwieweit dieses Wissen aktiviert und umgesetzt werden kann. Dabei spielen ihrer Ansicht nach weitere Einflussfaktoren eine Rolle:

„We aim to follow an approach which recognizes the part played by textbooks or other tools and resources in classroom teaching (forming a larger distributed system through which mathematical knowledge comes into play). We intend also to consider the possibility that some students help to bring such knowledge into play in the classroom [...]“ (Rowland und Ruthven 2011, S.2).

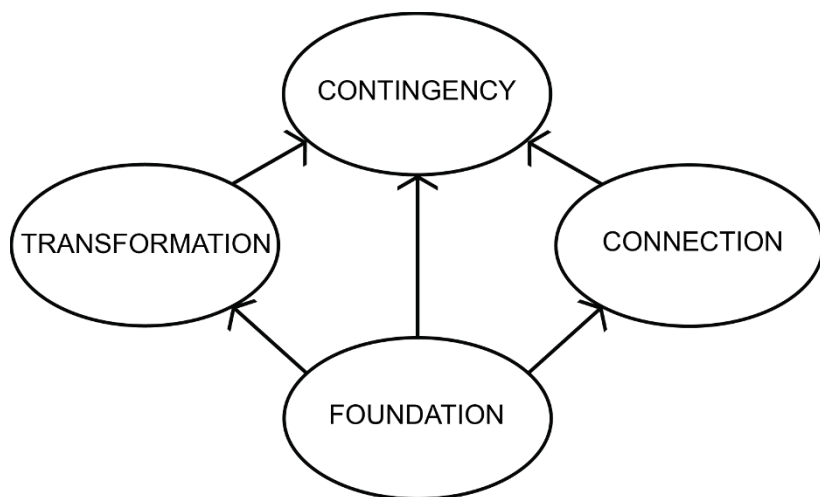


Abb. 2.3.1 The Knowledge Quartet (aus: Rowland 2012)

Das "Knowledge Quartet" wurde in Großbritannien genutzt, um Unterricht von Anfängern im Lehrberuf oder von Studierenden in Praxisphasen intensiv zu reflektieren und darüber das Fachwissen und fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte zu stärken:

„Use of the Knowledge Quartet helped the participants move from a view of teaching which focused on children being able to carry out procedures, to one in which conceptual under-

standing was more important. There was also evidence that the case-study participants developed more learner-focused views of mathematics teaching through their use of the framework” (Turner und Rowland 2011, S. 210).

2.3.2 Lehrerkompetenz als Prozess

Laut Blömeke und Kollegen (vgl. Blömeke et al. 2015) sind die situativen Ansätze aus der Frage heraus entstanden, welche Bewerber für eine Stelle am geeignetsten sind. Es geht um kompetentes Handeln, während kognitive Ansätze sich aus der Frage heraus entwickelt haben, wie Lehrkräfte ausgebildet werden können. Gemeinsam ist beiden Ansätzen, dass sich Kompetenz in der gelungenen Performanz in realen Situationen zeigt und dass eine Analyse der Anforderungen der Ausgangspunkt sein sollte, während die einzelnen Aspekte, die Kompetenzen, erlernbar sind.

Auch stellt sich in beiden Ansätze die Frage, wie die einzelne Person die verschiedenen Bereiche miteinander verknüpft:

„In both perspectives, [...] the question arises as to whether and how persons who possess all of the resources belonging to a competence construct are able to integrate them, such that the underlying competence emerges in performance“ (Blömeke et al. 2015, S. 6).

Dazu entwickeln die Autoren einen Modellvorschlag, der das darstellt (vgl. Abb. 2.3.2): Es wird unterschieden zwischen den Dispositionen, unterteilt in Wissen (cognitions) und Überzeugungen (affect, motivation), und der Performanz in der Situation. Dabei werden die Prozesse, die für die Transformation des einen in das andere sorgen, einbezogen (perception, interpretation, decision making), wobei noch keine Aussage darüber getroffen wird, wie die Wechselwirkungen zwischen den Bereichen sind.

„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).

Die zweigeteilte Lehrerausbildung in Deutschland lässt sich in dieses Modell einordnen: Zunächst werden im Studium mit dem theoretischen Wissen Dispositionen angelegt, und dann werden im Referendariat, in der praktischen Ausbildung, die situativen Fähigkeiten ausgebildet.

„It is important that in this conceptualization teachers’ competencies and their observable performance in the classroom are distinguished but they are assumed to be functionally related to each other because the former underlie the latter“ (Blömeke und Kaiser im Druck).

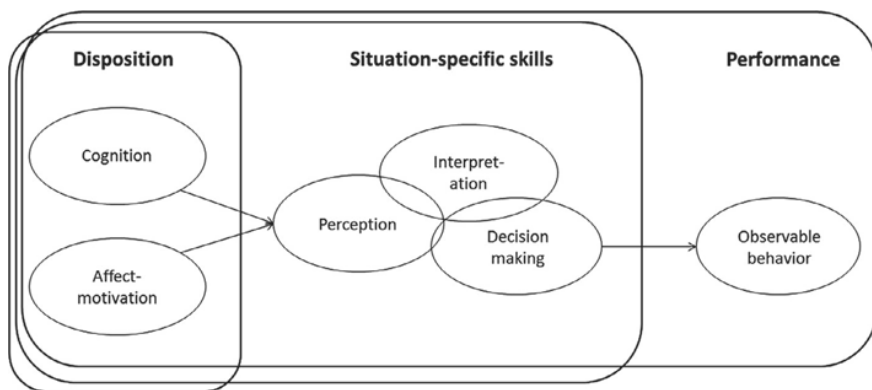


Abb. 2.3.2 Modell für Lehrerkompetenz als Prozess (aus: Blömeke et al 2015, S. 7)

Die Dispositionen sind also durch Prozesse der Wahrnehmung von Unterrichtssituationen und ihrer Interpretation mit der Performanz verbunden. Außerdem ist es von Bedeutung, welche Entscheidungen die Lehrperson in der konkreten Situation trifft (vgl. Abb. 2.3.2).

In der an die TEDS-M-Studie anknüpfenden Studie TEDS-FU wurde die Kompetenzentwicklung von Lehrkräften beim Übergang in den Beruf in einem 4-Jahres-Längsschnitt untersucht. Dabei untersuchten Blömeke und Kollegen (Blömeke et al. 2014) mit Hilfe von Videovignetten (Kaiser et al. 2015) die Qualität der situationsspezifischen Fähigkeiten in Abhängigkeit von den Dispositionen. Dabei zeigte sich, dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen sich in den ersten Berufsjahren geringfügig verändern: Das Fachwissen nimmt leicht ab, das fachdidaktische Wissen bleibt in etwa erhalten. Beide sind jedoch wichtige Voraussetzungen für die Wahrnehmung und Interpretation sowie für die Generierung von Handlungsoptionen.

2.3.3 Modell von Santagata und Yeh

Santagata und Yeh (2016) beschreiben eine qualitative Untersuchung aus den USA, die einen situativen Ansatz in der Lehrer(weiter)bildung zugrundelegt. Untersucht wurden Lehrkräfte für die Primarstufe, die ein „elementary teacher certification program“ mit allgemein-pädagogischen Inhalten durchlaufen hatten, und danach während eines Praxisjahres „two quarters (i.e. 20 weeks) of mathematics methods courses (30h each quarter, structured in 3-h weekly mee-

tings“ (Santagata und Yeh 2016, S.156) erhielten. Dabei wurden sie mit Hilfe eines „Lesson Analysis Framework“ angeleitet, an Videos und ihrem eigenen Unterricht die Wahrnehmung und Interpretation von Unterrichtssituationen zu reflektieren und zu trainieren und daraus Handlungsoptionen abzuleiten.

Aus der Kompetenzentwicklung der untersuchten Probanden leiten sie folgendes ab:

„Situation specific skills function as the processes through which knowledge and beliefs come relevant in practice. At the same time, changes in competence would not be possible if teachers did not deliberately attend to and interpret practice and make decisions that create new knowledge and new belief“ (Santagata und Yeh 2016, S. 163).

Sie revidieren daraufhin das oben beschriebene Modell von Blömeke und Kollegen (siehe Abb. 2.3.3).

„According to this model, teacher competence seems better defined as a complex interaction of situated knowledge, beliefs, and practices that can be understood only in the specific context in which teachers work. Knowledge of the mathematics for example needs to become relevant to the situation at hand to be evident in teacher behavior. Community pressures might shape a teacher's instructional choices and even result in a behavior that contradicts knowledge a teacher might show in a different situation“ (Santagata und Yeh 2016, S. 164).

Dieses Modell und der ihm zugrundeliegende Ansatz zeigen, wie bei einem geringeren (mathematikbezogenen) Vorwissen über eine intensive situative Arbeit in der Praxis Fachwissen und fachdidaktisches Wissen entwickelt werden kann.

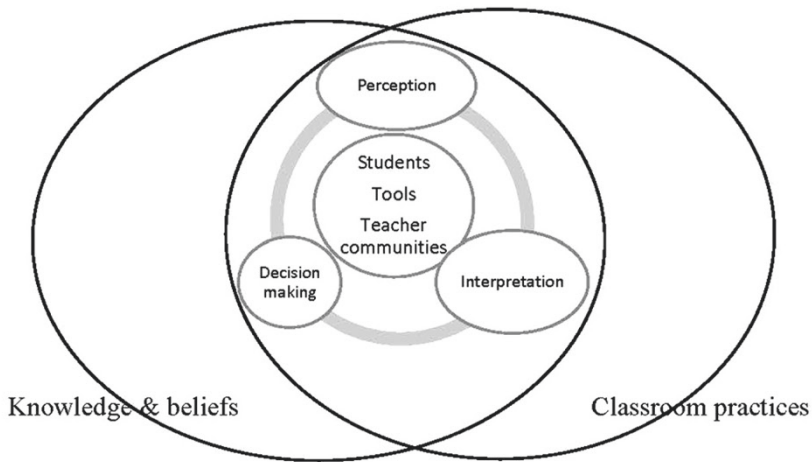


Abb. 2.3.3 Revidiertes Modell der Lehrerkompetenz (aus: Santagata und Yeh 2016, S. 163)

2.3.4 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse unter Einbezug der situativen Perspektive

Im Folgenden sollen die für diese Arbeit wichtigen Ergebnisse der Studien unter Einbezug der situativen Perspektive noch einmal zusammengefasst werden:

- Grundlage für die Wahrnehmung und Interpretation von Situationen im Unterricht ist das fachliche und fachdidaktische Wissen.
- Dieses kann jedoch auch durch eine bewusste Reflexion von Unterrichtssituationen (z.B. mit Hilfe von Videos) gefördert werden.
- Für praktizierende Lehrkräfte können die Unterrichtssituationen der Ansatzpunkt sein, um fachbezogenes Wissen weiterzuentwickeln.
- In der konkreten Unterrichtssituation kommt es auf die Verknüpfung von fachlichem und fachdidaktischen Wissen an, dieses muss ohne großes Nachdenken zur Verfügung stehen.
- Überzeugungen und Ziele beeinflussen das Treffen von Entscheidungen ebenso wie die konkrete Situation der Lehrperson in der Schule und in der Unterrichtssituation.

Die bisher beschriebenen Konzeptualisierungen stellen den Blick auf die professionelle Kompetenz von Lehrpersonen aus Sicht der Forschung dar. Auf diesen bauen die Vorgaben, die die Bildungsadministration für die Ausbildung von Lehrpersonen macht, zu weiten Teilen auf, aber diese normative Sicht ist diejenige, die die rechtliche Grundlage für das darstellt, was Lehrpersonen lernen sollen.

2.4 Konzeptualisierung aus normativer Perspektive

2.4.1 Administrative Vorgaben

Mit dem Ziel, eine „Grundlage für die Akkreditierung und Evaluierung von lehramtsbezogenen Studiengängen“ (vgl. KMK 2015, S. 2) zu schaffen, veröffentlichte die Kultusministerkonferenz (KMK) 2008 die *„Ländergemeinsamen Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung“* (KMK 2015). Darin wird der Rahmen für das Fachstudium in den allgemeinbildenden Fächern festgelegt, wobei die Ausbildung für das Lehramt Primarstufe nicht ausdrücklich benannt wird. Studienabsolventen sollen „anschlussfähiges Fachwissen“ (ebd., S. 3) in den Bereichen Arithmetik und Algebra, Geometrie, Lineare Algebra, Analysis, Stochastik, angewandte Mathematik und mathematische Technologie (ebd., S. 34) haben und über „anschlussfähiges fachdidaktisches Wissen“ (ebd., S. 3) bezogen auf Themen und Standards des Mathematikunterrichts, mathematikbezogene Lehr-Lernforschung, Diagnoseprozesse und Differenzierung, verfügen (ebd., S. 34). „Unterrichtspraktisch

definierte Kompetenzen“ (ebd. S. 3) sollen vorrangig im Vorbereitungsdienst vermittelt werden.

Das *Kerncurriculum für die Ausbildung im Vorbereitungsdienst* (MSW NRW 2016a), das sich auf die zweite Ausbildungsphase im Referendariat bezieht, beschreibt in verschiedenen Handlungsfeldern die Kompetenzen, die Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst erwerben sollen. Diese sind nicht fachspezifisch ausgewiesen, zeigen aber die bereits oben erwähnte Ausrichtung auf unterrichtspraktische Kompetenzen:

„Der Erziehungs- und Bildungsauftrag von Schule erschließt sich [...] in typischen, den Lehrerberuf kennzeichnenden Handlungsfeldern:

U – Unterricht für heterogene Lerngruppen gestalten und Lernprozesse nachhaltig anlegen

E – Den Erziehungsauftrag in Schule und Unterricht wahrnehmen

L – Lernen und Leisten herausfordern, dokumentieren, rückmelden, und beurteilen

B – Schülerinnen und Schüler und Eltern beraten

S – Im System Schule mit allen Beteiligten entwicklungsorientiert zusammenarbeiten“ (MSW NRW 2016a, S. 2).

Vor allem im Handlungsfeld U wird in den Kompetenzanforderungen die Ausrichtung des Vorbereitungsdienstes deutlich, die sich auf die einzelnen Fächer bezieht:

„[...] verknüpfen fachwissenschaftliche und fachdidaktische Argumente und planen und gestalten Unterricht unter Berücksichtigung der Leistungsheterogenität;

wählen Inhalte und Methoden, Arbeits- und Kommunikationsformen unter Bezug auf Curricula und ggf. individuelle Förderpläne aus; [...]

überprüfen die Qualität des eigenen Lehrens und reflektieren die Passung zu den Lernvoraussetzungen und Lernbedürfnissen der Schülerinnen und Schüler.“ (MSW NRW 2016a, S. 4).

Hier geht es um die situative Anpassung der fachlichen Grundlagen in der Praxis und die reflexive Weiterentwicklung derselben.

2.4.2 Standards für die Lehrerbildung

Diese relativ allgemein gehaltenen Aussagen werden in den Standards für die Lehrerbildung im Fach Mathematik (Empfehlungen von DMV, GDM, MNU) (2008) für das Fach Mathematik stärker ausdifferenziert. Auch hier beziehen sich die fachlichen Aussagen auf das Studium, nicht auf den Vorbereitungsdienst.

Vorangestellt werden der Aufzählung der zu erreichenden Kompetenzen allgemeine Zielsetzungen:

„Die Studierenden erfahren mathematische Wissensbildung als progressiven Prozess, der von Denkhandlungen wie Abstraktion, Verallgemeinerung, Präzisierung und Formalisierung getragen wird und die kreative Entwicklung gedanklicher Ordnungsmittel erfordert.

Sie erwerben damit nicht nur ein vertieftes Verständnis mathematischer Inhalte, sondern auch Sichtweisen, die für die Fähigkeit zum genetischen Lehren unabdingbar sind.“ (DMV et al. 2008, S. 2).

In diesem Zitat wird deutlich, dass hier auch die Einstellungen oder Überzeugungen bezogen auf den Mathematikunterricht eine Rolle spielen sollen, die sich insbesondere auf die mathematischen Prozesse beziehen. Diese werden in den KMK-Anforderungen zwar erwähnt (KMK 2015, S. 3), aber nicht in den Anforderungen ausformuliert.

Bei den inhaltlichen Kompetenzen wird unterschieden zwischen solchen, die jede Lehrkraft, die Mathematik unterrichtet, haben sollte, und solchen, die aufgrund eines Fachstudiums bezogen auf eine bestimmte Schulstufe erreicht werden sollten. So werden für alle, die Mathematik unterrichten, Kompetenzen in folgenden Bereichen formuliert:

- Arithmetik und Algebra (z.B. „erfassen die Gesetze der Anordnung und der Grundrechenarten für natürliche und rationale Zahlen in vielfältigen Kontexten und können sie formal sicher handhaben“, DMV et al. 2008, S. 4)
- Geometrie – Strukturieren von Raum und Form (z.B. „erläutern und nutzen geometrische Vorstellungen (z.B. Auslegen, Ausschöpfen) zum Messen von Längen, Flächeninhalten, Rauminhalten und Winkeln“, ebd., S. 5)
- Stochastik – Daten analysieren und Zufall modellieren (z.B. „modellieren mehrstufige Zufallsversuche durch endliche Ergebnismengen und nutzen geeignete Darstellungen (Baumdiagramm, Mehrfeldertafel)“, ebd., S. 8)
- Modellieren und angewandte Mathematik – Anwenden von Mathematik (z.B. „wenden mathematische Denkmuster und Darstellungsmittel auf praktische Probleme an“, ebd., S. 9).

Diejenigen, die ein stufenspezifisches Fachstudium absolviert haben, gehen bei diesen Bereichen weiter in die Tiefe und decken zusätzlich die Bereiche „Lineare Algebra“ und „Funktionen und Analysis“ ab (ebd., S. 6f).

„[Ü]ber die fachdidaktischen Kompetenzen ... soll eine Lehrkraft ..., die Mathematik gleich in welcher Jahrgangsstufe unterrichtet,“ verfügen (ebd., S. 2).

Die fachdidaktischen Kompetenzen werden unterteilt in die Bereiche

„fachbezogene Reflexionskompetenzen“ (z.B. „Die Studierenden beschreiben spezifische Erkenntnisweisen des Faches Mathematik...“)

„mathematikdidaktische Basiskompetenzen“ (z.B. Sie „beschreiben zu den zentralen Themenfeldern des Mathematikunterrichts verschiedene Zugangsweisen, Grundvorstellungen und paradigmatische Beispiele“)

„mathematikdidaktische diagnostische Kompetenzen“ (z.B. Sie „beobachten, analysieren und interpretieren mathematische Lernprozesse“)

„mathematikunterrichtsbezogene Handlungskompetenzen“ (z.B. „Sie kennen wesentliche Elemente von Lernumgebungen und nutzen diese zur zielgerichteten Konstruktion von Lerngelegenheiten“)

(DMV et al. 2008, S. 10f).

2.4.3 Der DZLM-Kompetenzrahmen

In den bisher beschriebenen Standards ging es vornehmlich um die Ausbildung von Lehrkräften, wenn auch in den „Ländergemeinsamen Anforderungen“ auf die Weiterentwicklung durch Fort- und Weiterbildung hingewiesen wird (vgl. KMK 2015, S. 4). Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) bezieht sich mit seinem Kompetenzrahmen dagegen ausdrücklich auf den Bereich der Fortbildung. Unter Rückgriff auf die bereits beschriebenen Konzeptualisierungen und normativen Vorgaben wird Kompetenz hier folgendermaßen definiert:

„Der Begriff der ‚Kompetenz‘ bezeichnet funktional die Fähigkeit zu einem bestimmten Handeln. Entsprechend wird im DZLM hierunter die Fähigkeit zur Gestaltung qualitativ hochwertiger, kognitiv anregender und motivierender Lehr- und Lernumgebungen im Bereich der Mathematik verstanden und für das breite Spektrum der Adressaten konkretisiert“ (DZLM 2015a, S. 5).

Für die Fortbildung von Multiplikatoren werden dabei auch technische Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich Fortbildungsdidaktik und Fortbildungsmanagement einbezogen, die im Kontext der Fortbildung von fachfremd Unterrichtenden vernachlässigt werden können. Abbildung 2.4.1 zeigt den Ausschnitt aus dem Kompetenzrahmen bezogen auf das Professionswissen und die Überzeugungen.

Diese Grafik basiert auf den oben genannten Konzeptualisierungen zum professionellen Wissen von Mathematiklehrkräften:

„Inhaltlich werden unter Bezug auf die domänenspezifische mathematikdidaktische Forschung sowie die empirische Bildungsforschung nationaler und internationaler Provenienz kognitive und affektiv-motivationale Kompetenzfacetten definiert, auf deren Aufbau und Weiterentwicklung die DZLM-Angebote ausgerichtet sind.“ (DZLM 2015a, S. 3).

Als Teil des fachbezogenen Professionswissens werden im *Mathematischen Wissen* (entspricht dem Fachwissen) die verschiedenen Inhaltsbereiche als Leitideen und die mathematischen Prozesse explizit benannt.

„Einen für den Mathematikunterricht besonders wichtigen Ausschnitt des mathematischen Wissens stellt die Elementarmathematik vom höheren Standpunkt dar, die zum einen eine Schnittstelle zwischen Schulmathematik und universitärer Mathematik präsentiert, indem sie an schulmathematischen Erfahrungen anknüpft und diese mit den Inhalten des weiteren Studiums verknüpft, sowie zugleich eine Schnittstelle zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik ist, indem sie die fachwissenschaftlichen Inhalte im Hinblick auf ihren Sinn und ihre Bedeutung vertiefend analysiert.“ (DZLM 2015a, S. 5).

Beim *mathematikdidaktischen Wissen* werden zwei Bereiche, nämlich *Kompetenzorientierter Mathematikunterricht* und *Mathematische Lehr- und Lernprozesse* ausdifferenziert.

„Eine Lehrperson in der Mathematik muss verschiedene Instruktionsstrategien und Formen der Repräsentation dieser Inhalte, typische Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern sowie die relevanten Unterrichtsmaterialien und Richtlinien kennen“ (DZLM 2015a, S. 5).

Ziel der DZLM-Angebote ist vor allem der Aufbau und die Weiterentwicklung des mathematikdidaktischen Wissens, das mathematische Wissen wird dabei in engem Bezug zu seiner Behandlung im Unterricht gefördert (DZLM 2015a, S. 6).

Die Überzeugungen stellen einen eigenen Bereich dar, der neben dem Professionswissen besteht, dabei bezieht sich das DZLM in erster Linie auf die mathematikbezogenen Überzeugungen zur Natur der Mathematik und zum Lehren und Lernen von Mathematik (DZLM 2015a, S. 6).

„Ziel [...] ist [...] die Förderung einer stärker prozess- und anwendungsorientierten (= dynamischen) Perspektive, in der das Potential der Mathematik als Mathematiktreiben, kreatives Problemlösen und Werkzeug zur Lösung von Alltagsproblemen erkannt wird“ (DZLM 2015a, S.7).

2.4.4 Zusammenfassung der normativen Vorgaben

Im Folgenden sollen die für diese Arbeit wichtigen Ergebnisse der normativen Vorgaben zusammengefasst werden:

- In den administrativen Vorgaben und in den Standards zur Lehrerbildung werden fachdidaktische Kompetenzen auch für das Studium formuliert, bleiben aber theoretisch, für „unterrichtspraktische Kompetenzen“, also die konkrete Umsetzung, wird auf den Vorbereitungsdienst verwiesen.
- Das DZLM setzt seinen Schwerpunkt in der Vermittlung fachdidaktischer Inhalte, es wird von einem engen Praxisbezug ausgegangen.

2.5 Zusammenfassung und Konsequenzen

Ziel der Betrachtung unterschiedlicher Konzeptualisierungen professioneller Kompetenz war es, herauszuarbeiten, welche Aspekte professioneller Kompetenz für guten Mathematikunterricht von Bedeutung sind und inwieweit Unterschiede der fachbezogenen Kompetenzen Auswirkungen auf den Unterricht haben.

Auf dispositionaler Ebene sind es die Überzeugungen und das fachliche und fachdidaktische Wissen, die sowohl aus der kognitiven als auch aus der situativen Perspektive als bedeutsam benannt werden. Das spiegelt sich auch in den

normativen Konzeptualisierungen wieder. Große Einigkeit herrscht jedoch auch dahingehend, dass sich diese Dispositionen erst in konkreten Unterrichtssituationen konstituieren und dass Handlungskompetenz sich erst in der Performanz zeigt. Die kognitiven Ansätze versuchen, diesen Aspekt durch Testitems, die Unterrichtssituationen beschreiben, in ihre Untersuchungen einzubeziehen (vgl. Kap. 2.2).

In der vorliegenden Arbeit geht es darum, einen Fortbildungskurs für Mathematik fachfremd unterrichtende Lehrpersonen zu entwickeln. Dabei kann es, aufgrund der Tatsache, dass es sich bei der Zielgruppe um praktizierende Lehrkräfte handelt, nicht mehr um die Anlage von Dispositionen gehen. Wichtig ist vielmehr, Handlungskompetenz zu erzeugen, wie es in der Definition des DZLM (vgl. Kap. 2.4) formuliert wird:

„Der Begriff der ‚Kompetenz‘ bezeichnet funktional die Fähigkeit zu einem bestimmten Handeln. Entsprechend wird im DZLM hierunter die Fähigkeit zur Gestaltung qualitativ hochwertiger, kognitiv anregender und motivierender Lehr- und Lernumgebungen im Bereich der Mathematik verstanden und für das breite Spektrum der Adressaten konkretisiert“ (DZLM 2015a, S. 5).

Dazu ist es notwendig, von den praktischen Handlungen auszugehen, um daran anknüpfend fachbezogenes Wissen und tragfähige Überzeugungen zu vermitteln, wie es die beschriebenen situativen Ansätze aufzeigen (vgl. Kap. 2.3). Für die Zielgruppe ist es nicht wesentlich, dass zwischen Fachwissen und fachdidaktischen Wissen unterschieden wird, es geht vielmehr darum, Wissen in Form von „Curriculum-Scripts“ (vgl. Kap. 2.1) anzulegen.

Bevor nun genauer analysiert wird, welche Überzeugungen und welche Elemente des fachbezogenen Wissens fokussiert werden sollen, soll im folgenden Kapitel zunächst die Faktenlage und der Forschungsstand zu fachfremd Mathematik unterrichtenden Lehrpersonen in der Grundschule aufgearbeitet werden, um diesen in die Überlegungen einbeziehen zu können.

Mathematik fachfremd unterrichten
Ein Fortbildungskurs für Lehrpersonen in der
Primarstufe

Eichholz, L.

2018, XVIII, 303 S. 79 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-19895-4