

10 Mathematisches Wissen angehender Lehrpersonen

Christian Brühwiler, Benita Affolter und Margit Kopp

Abstract

Es gilt als unbestritten, dass eine gute Lehrperson über ein hohes Fachwissen verfügen muss. Entsprechend wird bei TEDS-M grosses Gewicht auf die Messung mathematischen Wissens gelegt. Die Ergebnisse zeigen, dass die angehenden Lehrpersonen der Deutschschweiz am Ende der Lehrerausbildung über ein mathematisches Wissen verfügen, das deutlich über dem internationalen Mittelwert liegt. Dies gilt gleichermassen für künftige Lehrpersonen der Primarstufe wie der Sekundarstufe I. Vor dem Hintergrund einer Generalistenausbildung, die zur Lehrberechtigung in vielen Fächern führt, ist dieses Ergebnis bemerkenswert. Ein höheres mathematisches Wissen geht mit fachbezogenen Berufswahlmotiven und höheren Einschätzungen der schulischen Leistungen in der eigenen Volksschulzeit einher. Innerhalb der Deutschschweiz bestehen teilweise grosse Leistungsunterschiede zwischen den Lehrerbildungsinstitutionen für die Primarstufe.

10.1 Einleitung und Fragestellungen¹

Für die Planung und Durchführung erfolgreichen und lernwirksamen Mathematikunterrichts müssen Lehrpersonen in der Lage sein, auf umfangreiche professionelle Kompetenzen zurückzugreifen. Zu den unbestrittenen Bestandteilen professioneller Kompetenz gehört ein ausreichendes Mass an fachlichem und fachdidaktischem Wissen, obschon insgesamt erst wenige belastbare empirische Ergebnisse vorliegen, die Effekte fachlichen oder fachdidaktischen Wissens auf die Unterrichtsqualität und den Lernertrag nachweisen.

¹ Einzelne Teile dieses Kapitels sind bereits ähnlich in einem Online publizierten Bericht mit ersten Ergebnissen aus TEDS-M erschienen: Oser, F., Biedermann, H., Brühwiler, C., Kopp, M., Krattenmacher, S. & Steinmann, S. (2010). Wie gut werden unsere angehenden Lehrpersonen ausgebildet? Ein internationaler Vergleich. Online unter: http://www.teds-m.ch/download/Erste_Ergebnisse_110222.pdf (17.10.2013).

Erst in den letzten Jahren konnte diese Annahme empirisch besser abgestützt werden, indem das Fachwissen von Lehrpersonen direkt über Leistungstests erfasst und in Längsschnittstudien Effekte auf Unterrichtsprozesse und Lernerträge untersucht wurden. So haben Hill, Rowan und Loewenberg Ball (2005) signifikante Effekte des mathematischen Wissens der Lehrpersonen auf die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler über ein Schuljahr hinweg nachweisen können. Auch Kunter et al. (2007) kommen in der COACTIV-Studie zum Schluss, dass ein gutes Fachwissen notwendig ist, um kognitiv aktivierenden Unterricht halten zu können, und ebenso, dass ein hohes Fachwissen, kombiniert mit fachdidaktischem Wissen, Einfluss auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler hat.

Dennoch ist erst wenig über die Prozesse bekannt, wie sich fachliches und fachdidaktisches Wissen von Lehrerinnen und Lehrern genau auf den Unterricht auswirken. Nach Bromme (1997) wirkt sich eingeschränktes Fachwissen etwa auf die Fähigkeit aus, Zusammenhänge zwischen Inhalten herzustellen oder auf die Qualität der Fragen, welche Lehrpersonen im Unterricht stellen. Gesichert scheint aber, dass Fachwissen alleine kein Garant für eine hohe Unterrichtsqualität ist. So konnten Laczko-Kerr und Berliner (2002) nachweisen, dass bei gleichem Fachwissen und Enthusiasmus qualifizierte Lehrpersonen mit ihren Schülerinnen und Schülern mehr Lernerfolge erreichen als unqualifizierte Lehrkräfte. Insgesamt lässt sich also schliessen, dass Fachwissen nur eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für guten Unterricht darstellt.

Gegenstand heftiger Debatten ist auch die Frage, über welches Ausmass an fachwissenschaftlichem Wissen, in unserem Falle also an mathematischem Wissen, Lehrpersonen für wirksamen Unterricht überhaupt verfügen müssen (Zeichner, 2006). Kann ein dürftiges Fachwissen, das kaum über die zu vermittelnden mathematischen Kenntnisse der unterrichteten Zielstufe hinausgeht, mittels didaktischer und pädagogischer Kompetenzen kompensiert werden? Oder ist ein tiefes Durchdringen mathematischer Prozesse für einen gelingenden Mathematikunterricht unabdingbar? Jedenfalls wird immer wieder bezweifelt, ob Lehrkräfte über ein ausreichendes Grundlagenwissen, etwa zu mathematischen Konzepten, verfügen (vgl. z.B. De Corte, Greer & Verschaffel, 1996; Verschaffel, Janssens & Janssens, 2005). Es muss zumindest davon ausgegangen werden, dass Lehrpersonen über fachliches Wissen auf einem deutlich höheren und reflektierteren Niveau als die Inhaltsgebiete, welche sie in ihrer Berufstätigkeit vermitteln, verfügen müssen (Döhrmann, Kaiser & Blömeke, 2010; Kirsch, 1987). Dabei ist es für die Qualität des Unterrichts unerheblich, wann das Fachwissen erworben wurde, ob bereits vor oder erst während der Lehrerausbildung.

Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrpersonen wird in TEDS-M 2008 in Anlehnung an Bromme (1992, 1997) als multidimensionales Konstrukt verstanden, das aus fachbezogenen und fächerübergreifenden kognitiven Leistungsdispositionen sowie affektiv-motivationalen Werthaltungen

besteht. Das professionelle Wissen setzt sich in der allgemein akzeptierten Unterteilung nach Shulman (1986) aus den drei Bereichen fachwissenschaftliches, fachdidaktisches sowie pädagogisches Wissen zusammen.

Bedeutung individueller Merkmale für die Mathematikleistung

Neben der Bedeutung mathematischen Wissens für die Qualität des Mathematikunterrichts interessieren auch die individuellen Merkmale, die mit hohen Mathematikleistungen angehender Lehrpersonen zusammenhängen. In diesem Beitrag werden einerseits die soziodemografischen Merkmale wie das Geschlecht oder der sozioökonomische Hintergrund und andererseits die motivationalen Orientierungen angehender Lehrpersonen untersucht.

Eine genauere Betrachtung des Geschlechts lohnt sich über den Diskurs zur Feminisierung des Lehrberufs hinaus auch im Hinblick auf die mathematischen und mathematikdidaktischen Kompetenzen. Denn es sind, trotz einer zunehmenden Verringerung der Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern, gerade in der Mathematik noch immer systematische geschlechtsspezifische Unterschiede zugunsten der Knaben über alle Klassenstufen hinweg zu finden (Hyde, Lindberg, Linn, Ellis & William, 2008). Zu demselben Ergebnis kommt die PISA-Studie auch für Jugendliche am Ende der Volksschulstufe, sowohl für die Schweiz als auch für Deutschland (Konsortium PISA.ch, 2010). Neben dem Geschlecht hängen weitere individuelle Merkmale mit akademischen Lernerfolgen zusammen. So ist beispielsweise gut belegt, dass die soziale Herkunft von Schülerinnen und Schülern und deren Vorwissen wichtige individuelle Bedingungsfaktoren für schulisches Lernen sind (Helmke & Schrader, 2006; Helmke & Weinert, 1997). Anders als bei Untersuchungen mit Schülerinnen und Schülern finden sich bei Lehrpersonen kaum Zusammenhänge zwischen sozialer Herkunft und fachlichen Leistungen (Blömeke, Kaiser & Döhrmann, 2011).

Erkenntnisse zum Zusammenhang berufsspezifischer Motivation mit fachlichem Wissen angehender Lehrpersonen liegen bisher kaum vor (König & Rothland, 2013; Kunter, 2011). Eine Untersuchung von Brühwiler (2001) zeigte, dass extrinsische Berufswahlmotive angehender Lehrpersonen mit tieferen Diplomnoten einhergingen. Hingegen führten intrinsisch oder arbeitsbezogene motivationale Orientierungen zu einer besseren Studienabschlussleistung. Dies deckt sich mit Befunden von König und Rothland (2013), die einen Zusammenhang zwischen intrinsischen Berufswahlmotiven und pädagogischem Wissen nachweisen konnten. Im internationalen Vergleich von TEDS-M zeigen sich positive Beziehungen zwischen fachbezogenen Motiven und der Mathematikleistung, extrinsische Motive dagegen korrelieren negativ mit dem mathematischen Wissen, und altruistisch-pädagogische Motive hängen nicht signifikant mit dem Mathematikwissen zusammen (Blömeke, Suhl, Kaiser & Döhrmann, 2012).

Überlegungen zur Vergleichbarkeit und Interpretation der Ergebnisse

Eines der Kernanliegen von TEDS-M ist zu messen, über welche Kenntnisse in Mathematik und Mathematikdidaktik (vgl. Kapitel 11 in diesem Band) angehende Lehrpersonen am Ende ihrer Lehrerausbildung verfügen. Somit setzt TEDS-M die Tradition von Large-Scale-Studien in der Mathematik fort, an denen seit Mitte der 1990er Jahre auch die Schweiz teilgenommen hat. So haben die Befunde aus TIMSS (Beaton et al., 1996; Moser, Ramseier, Keller & Huber, 1997) und PISA (OECD, 2001; 2004; 2007; 2010) den Schülerinnen und Schülern in der Schweiz wiederholt hohes mathematisches Wissen bescheinigt. Ebenso verfügen gemäss der Adult Literacy and Lifeskills Study (ALL) Erwachsene im internationalen Vergleich über ein hohes Leistungsniveau (Hertig & Notter, 2005). Mit TEDS-M liegen nun erstmals international vergleichbare Ergebnisse vor, die den Leistungsstand in Mathematik bei angehenden Lehrpersonen beschreiben.

Für die Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung ist, dass die Lehrerausbildungen in den verschiedenen Ländern beispielsweise hinsichtlich Eintrittsbedingungen, Ausbildungsdauer, Lerngelegenheiten, zu erwerbende Lehrberechtigung oder Spezialisierungsgrad unterschiedlich konzipiert sind (zu Unterschieden zwischen den Lehrerbildungssystemen der Deutschschweiz und von Deutschland vgl. auch Kapitel 3 in diesem Band). So arbeiten zwar die Primarlehrpersonen fast in allen Ländern als Klassenlehrpersonen und müssen dementsprechend breit ausgebildet werden, so dass sie mehrere Fächer unterrichten können. Dieses Generalistentum gilt ganz besonders für die Deutschschweiz, wo die Primarlehrpersonen je nach Kanton die Lehrberechtigung für sieben bis zehn Fächer erwerben. Auf der Sekundarstufe hingegen sieht das Anforderungsspektrum anders aus. Die Lehrpersonen werden dort nur in einzelnen Fächern als Fachlehrpersonen ausgebildet, weshalb für die fachwissenschaftliche Ausbildung in der Regel mehr Zeit investiert werden kann. Das Fachlehrersystem trifft zwar auch auf die Deutschschweiz zu. Im internationalen Vergleich ist die Spezialisierung aber deutlich weniger fortgeschritten. So können die angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz nicht nur ein oder zwei, sondern bis zu vier Unterrichtsfächer wählen.

Misst man fachliches Wissen am Ende der Lehrerausbildung, so lassen sich damit noch keine direkten Schlüsse auf Effekte der Lehrerausbildung ziehen. Denn es lässt sich nicht feststellen, ob das Wissen im Verlaufe der Lehrerausbildung erworben oder von vorher mitgebracht wurde. Entsprechend lassen sich zwei grundlegende Modelle unterscheiden:

(1) Im *Vorbildungsmodell* bringen die angehenden Lehrerinnen und Lehrer das fachliche Wissen bereits als Eingangsvoraussetzung in die Lehrerausbildung mit. Während der Lehrerausbildung selbst werden dagegen kaum mehr Lerngelegenheiten angeboten, um sich fachwissenschaftlich weiterzuentwickeln. Dies setzt voraus, dass die fachwissenschaftliche Ausbildung vor der Lehrerausbildung weitgehend abgeschlossen ist und die angehenden Lehr-

personen einen ausreichenden Wissensstand mitbringen. Dieses Modell entspricht für die Mathematik weitgehend der Situation, wie sie auf die beiden Ausbildungstypen für die Primarstufe in der Deutschschweiz zutrifft, wo in der Regel lediglich mathematikdidaktische Module, aber kaum fachmathematische Inhalte angeboten werden (vgl. Kapitel 6 und 7 in diesem Band).

(2) Das *Ausbildungsmodell* geht davon aus, dass ein erheblicher Anteil des Fachwissens während der Lehrerausbildung erworben werden muss. Entsprechend werden in diesem Modell auch in den Fachwissenschaften substanzielle Lerngelegenheiten angeboten. Diesem Modell folgen beispielsweise die Lehrerausbildung in Deutschland oder, wenn auch bezüglich Lerngelegenheiten in begrenzterem Umfang, in der Deutschschweiz der Ausbildungstyp für die Sekundarstufe I.

Fragestellungen

In diesem Beitrag steht das fachwissenschaftliche Wissen, also das mathematische Wissen, im Fokus. Folgende Fragestellungen werden untersucht:

1. Über welches mathematische Wissen verfügen angehende Lehrpersonen der Deutschschweiz im internationalen Vergleich?
 - (a) Lassen sich in den Mathematikleistungen der angehenden Lehrpersonen der Deutschschweiz im Vergleich mit anderen Ländern Unterschiede feststellen?
 - (b) Wie gross ist die Streuung der Mathematikleistungen innerhalb der einzelnen Länder?
 - (c) Welcher Anteil der angehenden Mathematiklehrpersonen der Deutschschweiz erreicht hohe Leistungen in der Mathematik? Welcher Anteil erreicht unbefriedigende Leistungen?
2. Unterscheiden sich die Mathematikleistungen zwischen den Lehrerbildungsinstitutionen bzw. den verschiedenen Ausbildungsgängen in der Deutschschweiz?
3. Wie hängen die individuellen Merkmale Geschlecht, soziale Herkunft und Vorbildung mit dem mathematischen Wissen zusammen?
4. Bestehen Zusammenhänge zwischen motivationalen Orientierungen und mathematischem Wissen?

Der Beitrag ist so aufgebaut, dass zunächst eine Beschreibung der im Rahmen von TEDS-M verwendeten Konzeption zum mathematischen Wissen folgt. Anhand von Beispielaufgaben wird erläutert, welche Testinhalte abgefragt wurden. Im Ergebnisteil werden, ausgehend von obigen Fragestellungen, jeweils zuerst die Befunde für die Primarlehrpersonen und danach für die Lehrpersonen der Sekundarstufe I dargestellt. Diese Trennung ist deshalb nötig,

weil die beiden Tests und als Folge davon die berichteten Skalenwerte nicht direkt zwischen den Stufen vergleichbar sind (vgl. Kapitel 10.2.1).

10.2 Zur Messung des mathematischen Wissens

10.2.1 Rahmenkonzeption

Die Konzeption zum mathematischen Wissen in TEDS-M² orientiert sich am theoretischen Modell von TIMSS 2007 (Mullis et al., 2005). So wird einerseits inhaltlich zwischen den vier Bereichen *Arithmetik*, *Geometrie*, *Algebra* sowie *Daten und Wahrscheinlichkeiten* unterschieden. Andererseits wird bezüglich des kognitiven Aktivierungspotenzials einer Aufgabe differenziert, d.h. es geht in einer Frage um das *Wiedergeben von Wissen*, um das *Anwenden* oder das *Problemlösen*. Die Aufgaben, welche der Test zum mathematischen Fachwissen umfasst, wurden so ausgewählt, dass innerhalb des Modells alle Bereiche und Ebenen möglichst ausgewogen abgedeckt sind.

Der grösste Teil der Aufgaben zum mathematischen Wissen hatte einen Bezug zu den Inhalten der Zielstufe, für welche die angehenden Lehrpersonen ausgebildet wurden. Darüber hinaus wurden Aufgaben gestellt, die mindestens zwei Schuljahre über die Inhalte der entsprechenden Zielstufe hinausgehen. Die angehenden Primarstufenlehrpersonen wurden also auch mit Aufgaben aus der Sekundarstufe getestet, jedoch nicht mit solchen, die über das Maturaniveau reichen. Entsprechend enthielt der Wissenstest für angehende Lehrpersonen der Sekundarstufe I auch Aufgaben, die auf dem Niveau der Sekundarstufe II lagen, einige wenige auch noch darüber hinausgehend.

Die Testleistungen in Mathematik und in Mathematikdidaktik wurden zu je einer Skala für angehende Lehrpersonen der Primarstufe und der Sekundarstufe I zusammengefasst. Die Skala zum mathematischen Wissen für die Primarstufe beruht auf insgesamt 74 Aufgaben, jene der Sekundarstufe I auf der Basis von 76 Aufgaben. Die Variablen sind jeweils so skaliert, dass der internationale Mittelwert der jeweiligen Leistung bei 500 liegt und die Standardabweichung 100 beträgt. Dies bedeutet, dass international zwei Drittel der angehenden Lehrpersonen Werte zwischen 400 und 600 Punkten erreichen.

Die Unterschiedlichkeit der Tests bringt mit sich, dass die Skalenwerte nicht für einen stufenübergreifenden Vergleich geeignet sind. Die Skalenwerte geben also keine Auskunft darüber, ob eine angehende Primarschullehrperson mit einem bestimmten Skalenwert im Vergleich zu einer angehenden Lehrperson der Sekundarstufe I bessere oder schlechtere Leistungen gezeigt hat. Die

2 Genauere Informationen zur Rahmenkonzeption sind dem Framework von TEDS-M (Tatto et al., 2008) und dem internationalen TEDS-M Bericht (Tatto et al., 2012) zu entnehmen.

Ergebnisse zwischen der Primarstufe und der Sekundarstufe I sind nur in Bezug auf die relative Position innerhalb der eigenen Population vergleichbar.

10.2.2 Tests zur Messung mathematischen Wissens

Die Beschreibung des bei TEDS-M getesteten *mathematischen Wissens* erfolgt mithilfe von zwei Referenzwerten. Dies lässt die Einteilung des mathematischen Leistungsspektrums in drei Leistungsniveaus zu. Aufgrund der Ergebnisse kann beschrieben werden, welche Aufgaben eine Person mit einem Skalenwert im Bereich eines Referenzwerts mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 70% erfolgreich löst und bei welchen Aufgaben die Lösungswahrscheinlichkeit bei höchstens 50% liegt.

Referenzwerte für das mathematische Wissen von angehenden Primarstufenlehrpersonen

Der erste der beiden Referenzwerte, der auf Basis des Mathematiktests für angehende Primarlehrpersonen ermittelt wurde, liegt mit 430 Punkten auf einem tiefen Niveau. Eine Person mit dieser Leistungsfähigkeit ist zwar in der Lage, grundlegende Operationen im Bereich der natürlichen Zahlen auszuführen, allerdings ist ihr Wissen über Zahlmengen beschränkt. Beispielsweise wird sie die Aufgabe zu den Dezimalzahlen (Abbildung 10.1) eher nicht richtig beantworten (Lösungswahrscheinlichkeit von weniger als 50%), also nicht wissen, dass zwischen 0.20 und 0.30 unendlich viele Dezimalzahlen liegen.

Abbildung 10.1: TEDS-M Beispielaufgabe aus dem Bereich Arithmetik (Multiple Choice)

Wie viele Dezimalzahlen gibt es zwischen 0,20 und 0,30?

Kreuzen Sie bitte ein Feld an.

- | | | | |
|----|-----------------|--------------------------|--------------|
| A. | 9 | <input type="checkbox"/> | ₁ |
| B. | 10 | <input type="checkbox"/> | ₂ |
| C. | 99 | <input type="checkbox"/> | ₃ |
| D. | Unendlich viele | <input type="checkbox"/> | ₄ |
-

Auf diesem Leistungsniveau ist eine Person zwar meistens in der Lage, über die Richtigkeit einfacher Rechenregeln zu entscheiden wie in den Teilaufgaben A, B und C der Beispielaufgabe aus dem Bereich Algebra (Abbildung 10.2). Die Lösungswahrscheinlichkeit bei Teilaufgabe D liegt jedoch unterhalb von 50%.

Abbildung 10.2: TEDS-M Beispielaufgabe aus dem Bereich Algebra
(komplexe Multiple Choice Aufgabe)

Entscheiden Sie, welche der folgenden Aussagen richtig sind für alle a , b und c grösser Null aus der Menge der ganzen Zahlen?

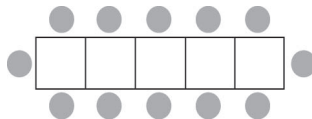
Kreuzen Sie bitte ein Feld an.

		Richtig	Falsch
A.	$a - b = b - a$	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
B.	$a \div b = b \div a$	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
C.	$(a + b) + c = a + (b + c)$	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
D.	$(a - b) - c = a - (b - c)$	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂

Weiter können angehende Lehrpersonen mit einer Mathematikleistung um den Referenzwert in einfachen Situationen mit Variablen umgehen. Sie neigen allerdings zu Übergeneralisierung und haben beispielsweise Mühe damit, abstrakte und mehrstufige Probleme zu lösen oder einen algebraischen Ausdruck zur allgemeinen Beschreibung von Mustern anzugeben (Abbildung 10.3).

Abbildung 10.3: TEDS-M Beispielaufgabe aus dem Bereich Algebra

An einem quadratischen Tisch können vier Personen sitzen, an jeder Seite eine. Wenn, wie unten gezeigt, 5 quadratische Tische nebeneinander gestellt werden, können 12 Personen daran sitzen, 5 an jeder Seite und 2 an den Enden.



Wie viele Personen können an n quadratischen Tischen sitzen, wenn diese nebeneinander gestellt werden?

Geben Sie Ihre Lösung zu dieser Aufgabe als Term in Abhängigkeit von n an.

Einfache geometrische Aufgaben wie z.B. Entscheiden, ob eine zweidimensionale Figur das Netz einer Pyramide darstellt oder nicht, oder die Berechnung eines Umfangs werden von Personen mit einem Leistungsniveau von etwa 430 Punkten noch überwiegend richtig gelöst. Bereits Flächenberechnungen, welche eventuell Koordinaten einschliessen, oder das Beziehungsgefüge verschiedener Klassen von Vierecken, bereiten jedoch Schwierigkeiten.

Der zweite Referenzwert liegt mit rund 516 Punkten knapp über dem internationalen Mittelwert von 500. Eine Person mit einer Leistung im Bereich dieses Wertes kann Standardaufgaben lösen, bei denen es um Wissen oder die Anwendung von Wissen geht. Werden komplexere Überlegungen verlangt oder handelt es sich nicht um Routinesituationen, kann sie diese Aufgaben eher nicht mehr bewältigen.

Sie ist sicher im Umgang mit rationalen Zahlen und kann – im Gegensatz zu einer Person am unteren Referenzwert – verschiedene Zahlen den entsprechenden Zahlbereichen zuordnen (Abbildung 10.4):

Abbildung 10.4: TEDS-M Beispielaufgabe aus dem Bereich Arithmetik

Geben Sie für jede Zahl an, ob sie rational oder irrational ist.

Kreuzen Sie bitte ein Feld pro Zeile an.

		Rational	Irrational
A.	π	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B.	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.	$\sqrt{49}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D.	$-\frac{3}{2}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Auf einem Leistungsniveau von etwa 516 Punkten erkennt jemand, ob eine Begründung zu einer Aussage in Bezug auf Zahlen stichhaltig ist oder nicht. Bei algebraischen Begründungen und in Bezug auf algebraisches Denken bestehen jedoch gewisse Einschränkungen in der Leistung. So gelingt es den Personen eher nicht mehr zu erklären, welcher der Terme $2n$ und $n+2$ in Abhängigkeit von n der grössere ist.

Auf dem Niveau dieses zweiten Referenzwerts kann jemand den Flächeninhalt und Umfang von einfachen, ebenen Figuren ermitteln. Die Person wird jedoch nicht mehr sicher erkennen, welche Kombination von Merkmalen ein Quadrat eindeutig beschreibt, oder sie kann den Flächeninhalt eines stumpfwinkligen Dreiecks nicht sicher bestimmen, welches durch Koordinaten gegeben ist. Einfache Aufgaben, welche proportionales Denken erfordern, können Personen auf diesem Niveau lösen, und sie verfügen über gewisse Kenntnisse zu linearen Funktionen. Anwendungen von quadratischen Funktionen oder Exponentialfunktionen erkennen sie hingegen eher nicht mehr.

Referenzwerte für das mathematische Wissen von angehenden Sekundarstufenlehrpersonen

Für den Mathematiktest der angehenden Sekundarstufenlehrpersonen wurde der erste Referenzwert bei 490 Punkten, d.h. knapp unter dem internationalen Mittelwert von 500 gesetzt. Jemand mit diesem Leistungsniveau kann sicher mit rationalen Zahlen umgehen und nicht zu komplizierte algebraische Ausdrücke umformen. Von den beiden Textaufgaben (Abbildung 10.5) wird sie beispielsweise die erste mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig lösen können, die in der Struktur etwas kompliziertere zweite Aufgabe jedoch nicht mehr sicher.

Abbildung 10.5: TEDS-M Beispielaufgabe aus dem Bereich Algebra

Die folgenden Sachaufgaben stammen aus einem Mathematikbuch der Sekundarstufe I.

1. *Peter, David und Jonathan spielen mit Murmeln. Zusammen haben sie 198 Murmeln. Peter hat 6-mal so viele Murmeln wie David und Jonathan hat 2-mal so viele Murmeln wie David. Wie viele Murmeln hat jeder der Jungen?*
2. *Die drei Kinder Anna, Philipp und Lukas besitzen zusammen 198 Schweizer Franken. Anna hat 6-mal so viel Geld wie Philipp und 3-dreimal so viel wie Lukas. Wie viele Schweizer Franken hat jedes Kind?*

(a) Lösen Sie beide Aufgaben.

Mit dieser Leistungsfähigkeit kann jemand einfache lineare und quadratische Gleichungen lösen, hat aber z.B. Schwierigkeiten, lineare oder nichtlineare Wachstumsprozesse durch geeignete Terme darzustellen oder Lösungen von Gleichungen geometrisch zu interpretieren. Allgemein gelingt es Personen auf diesem Niveau, komplexere Aufgaben im Zahlenrechnen, in der Algebra oder der Geometrie zu lösen, wenn es sich um mathematische Inhalte der Sekundarstufe I handelt. Beim Beschreiben allgemeiner Zusammenhänge und Muster oder bei mehrstufigen Problemlöseaufgaben mit komplexerer sprachlicher oder mathematischer Struktur haben sie jedoch Schwierigkeiten. Ebenfalls erkennen sie durchgehend fehlerhafte Argumente bei Begründungen oder Beweisen nicht.

Angehende Lehrpersonen am zweiten Referenzwert bei rund 560 Punkten haben im Vergleich zu ihren Kolleginnen und Kollegen am ersten Referenzwert ein besseres und stabileres Verständnis von Funktionen, insbesondere von linearen Funktionen, quadratischen Funktionen und Exponentialfunktionen. Sie können abstrakte Definitionen besser verstehen und anwenden (z.B. Eigenschaften der Relation „ähnlich zu“ oder die Bedeutung bestimmter Axiome für die Geometrie). Sie verfügen über grössere Fähigkeiten im Einschätzen von gegebenen Begründungen und im eigenständigen Argumentieren und Beweisen. So gelingt ihnen z.B. in der Aufgabenstellung zu linearen Funktionen (Abbildung 10.6) eine mindestens teilweise richtige, wenn auch nicht immer vollständige Begründung, während angehende Lehrpersonen am ersten Referenzwert die Aufgabe mit hoher Wahrscheinlichkeit gar nicht lösen können.

Abbildung 10.6: TEDS-M Beispielaufgabe aus dem Bereich Algebra

Beweisen Sie die folgende Aussage:

Wenn sich die Graphen zweier linearer Funktionen $f(x) = ax + b$ und $g(x) = cx + d$ in einem Punkt P auf der x -Achse schneiden, dann geht der Graph der Summe der Funktionen $(f + g)(x)$ ebenfalls durch P .

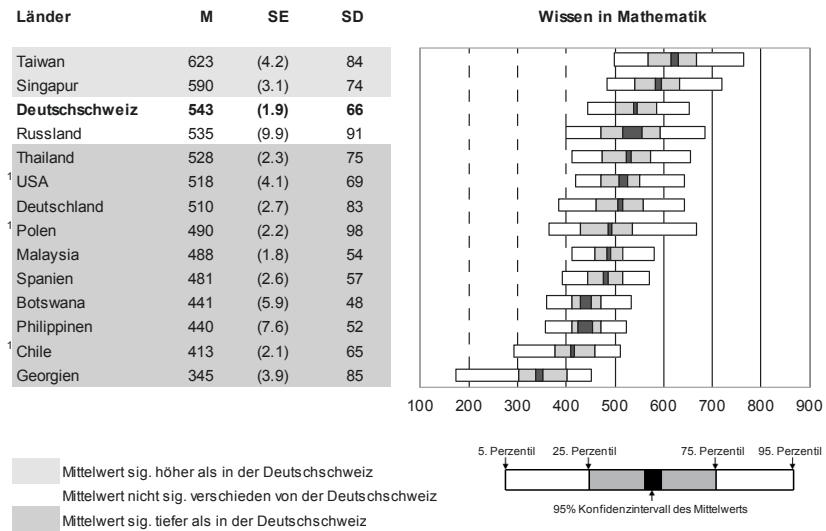
10.3 Mathematisches Wissen angehender Primarlehrpersonen

10.3.1 *Mathematisches Wissen im Ländervergleich*

International zeigen sich sehr grosse Unterschiede in den Mathematikleistungen. Die Differenz zwischen dem niedrigsten Mittelwert (Georgien) und dem höchsten (Taiwan) beträgt mit 278 Punkten fast 3 Standardabweichungen. Das höchste Mathematikwissen weisen die angehenden Primarlehrpersonen in den beiden ostasiatischen Ländern Taiwan und Singapur aus (Abbildung 10.7). Die Leistungen in diesen beiden Ländern sind mit einem Abstand von 80 bzw. 53 Punkten signifikant besser als in der Deutschschweiz. Drei Viertel der angehenden Lehrpersonen im besten Land (Taiwan) erreichen höhere Leistungen als der Durchschnitt in der Deutschschweiz. Russland unterscheidet sich statistisch nicht von der Deutschschweiz. In den übrigen zehn Ländern, darunter die USA, Deutschland und Spanien, erbringen die angehenden Lehrpersonen am Ende der Primarlehrerausbildung signifikant niedrigere Mathematikleistungen als in der Deutschschweiz. 75% der künftigen Primarlehrpersonen in der Deutschschweiz erreichen Leistungen, die über dem internationalen Mittelwert von 500 Punkten liegen.

Auffallend sind die im Vergleich zu den anderen Ländern mit hohen Mittelwerten homogenen Leistungen ($SD = 66$) in der Deutschschweiz. Dies bedeutet zwar einerseits einen etwas geringeren Anteil an Spitzenleistungen, andererseits aber auch einen nur kleinen Anteil an ganz schwachen Leistungen. So erreichen in der Deutschschweiz 5% der künftigen Primarlehrpersonen höhere Leistungen als 653 Punkte (95. Perzentil), aber nur 5% liegen unter 443 Punkten. Als Vergleich dazu erreichen in Deutschland die besten 5% nahezu gleich hohe Leistungen (über 643 Punkte), die untersten 5% weisen dagegen mit weniger als 385 Punkten ein deutlich geringeres mathematisches Wissen auf als die schwächsten 5% in der Deutschschweiz.

Abbildung 10.7: Mathematisches Wissen von angehenden Primarlehrpersonen im Ländervergleich



Anmerkungen: M = Mittelwert; SE = Standardfehler des Mittelwerts; SD=Standardabweichung. Die Testleistungen sind so skaliert, dass der internationale Mittelwert 500 Punkte und die Standardabweichung 100 Punkte betragen.

¹ USA, Polen und Chile weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

Mathematisches Wissen nach Leistungsniveau

Durch die zwei Referenzwerte, welche in TEDS-M für die Beschreibung des mathematischen Wissens angegeben werden, lässt sich die Leistung jeder Person auch einem von drei Leistungsniveaus zuweisen, einem tiefen mit Leistungen bis etwa 430 Punkte, einem mittleren, mit Leistungen von 430 bis 516 Punkten und einem höchsten mit 516 und mehr Punkten. So lässt sich ermitteln, welcher Anteil der angehenden Lehrpersonen ein bestimmtes Leistungsniveau erreicht (Abbildung 10.9). International befinden sich rund 40% der angehenden Primarlehrpersonen in der leistungsstärksten Gruppe. In der Deutschschweiz sind es zwei Drittel. 29% gehören der mittleren Leistungsgruppe an, und 4% erreichen den ersten Referenzwert von 430 Punkten nicht. Eine mathematische Leistung auf diesem Niveau ist auch für die Primarstufe als nicht mehr genügend anzusehen.

Neben der Deutschschweiz gehören nur noch in Taiwan und Singapur weniger als 5% der angehenden Primarlehrpersonen dem niedrigsten Leistungsniveau an. In diesem geringen Anteil mit dem tiefsten Leistungsniveau in der Deutschschweiz spiegelt sich die vergleichsweise geringe Leistungsstreuung bei relativ hohem Durchschnittsniveau wider. In neun Ländern, darunter

Deutschland und Spanien, sind die Anteile im schwächsten Leistungssegment grösser als 10%, d.h. mehr als jede zehnte Person würde die minimale Leistungserwartung nicht erfüllen.

Zwei Länder weisen deutlich höhere Anteile künftiger Primarlehrpersonen im höchsten der drei Leistungsniveaus auf als die Deutschschweiz: Taiwan mit 93% und Singapur mit 84%. In Georgien, Chile, den Philippinen und Botswana erreichen weniger als 10% das oberste Leistungsniveau.

10.3.2 *Mathematisches Wissen nach Ausbildungsgängen im internationalen Vergleich*

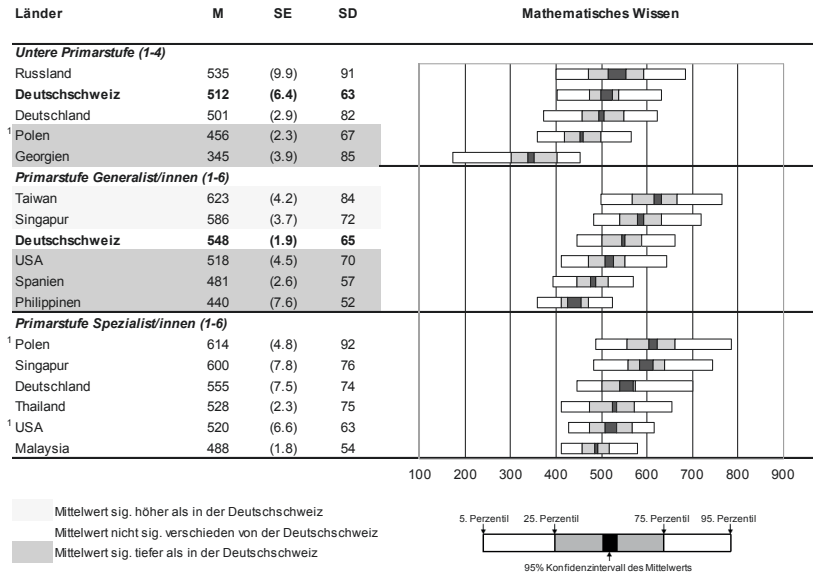
Die bisher dargestellten Ländervergleiche folgten der Logik, über welches Wissen angehende Lehrpersonen mit erworbener Lehrberechtigung auf der Primarstufe verfügen. Dabei wurde nicht zwischen verschiedenen Ausbildungsgängen unterschieden, etwa in Bezug auf den Spezialisierungsgrad der Ausbildung oder den Erwerb der Lehrberechtigung für eine begrenzte Anzahl Jahrgangsstufen. Um den unterschiedlichen Ausbildungsmerkmalen in den verschiedenen Ländern gerecht zu werden, stehen bei den nachfolgenden Darstellungen die Ergebnisse der unterschiedlichen Ausbildungsgänge im Fokus (vgl. Kapitel 2 in diesem Band). Eine Unterscheidung betrifft die Ausbildung zur Lehrperson der Unteren Primarstufe (1–4) bzw. zur Primarlehrperson (1–6). Angehende Lehrpersonen der Unteren Primarstufe (1–4) sind solche, die eine Lehrberechtigung bis maximal zur vierten Primarklasse³ erlangen, angehende Primarlehrpersonen dürfen bis zur sechsten Klassenstufe unterrichten.⁴ Die Ausbildung zur Primarstufenlehrperson kann weiter in Generalisten- und Spezialisten-Ausbildungen unterteilt werden. Letztere erhalten die Lehrberechtigung nur für eine begrenzte Fächeranzahl.

Im Ländervergleich ist zu erkennen, dass sich in Deutschland und der Schweiz angehende Lehrpersonen der Unteren Primarstufe (1–4) bezüglich mathematischen Wissens nicht signifikant unterscheiden (Abbildung 10.8). In der Gruppe der Generalistenausbildungen steht die Deutschschweiz alleine im Mittelfeld. Die asiatischen Länder heben sich signifikant von den Leistungen in der Deutschschweiz ab, hingegen weisen die USA, Spanien und die Philippinen deutlich schlechtere Leistungen als die Deutschschweiz auf.

3 In der Deutschschweiz gilt die Lehrberechtigung nur bis zur dritten Klasse und an manchen pädagogischen Hochschulen sogar nur bis zur zweiten Klasse.

4 Für die Zuteilung zu den beiden Gruppen ist die mit dem Diplom erworbene Lehrberechtigung entscheidend. So wurden beispielsweise angehende Lehrpersonen auch dann der Primarstufe (1–6) zugerechnet, wenn sie Spezialisierungsangebote für die Unterstufe besucht, aber die Lehrberechtigung bis zur sechsten Jahrgangsklasse erhalten haben.

Abbildung 10.8: Mathematisches Wissen angehender Primarlehrpersonen nach Ausbildungstypen im internationalen Vergleich



Anmerkungen: M = Mittelwert; SE = Standardfehler des Mittelwerts; SD=Standardabweichung.
¹) USA und Polen weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

Die Schweiz bildet im Bereich der Primarstufe keine Spezialistinnen und Spezialisten aus. Die mathematikspezifischer ausgebildeten Lehrpersonen in Deutschland unterscheiden sich in ihren Mathematikleistungen jedoch nicht signifikant von den Generalistinnen und Generalisten in der Deutschschweiz.

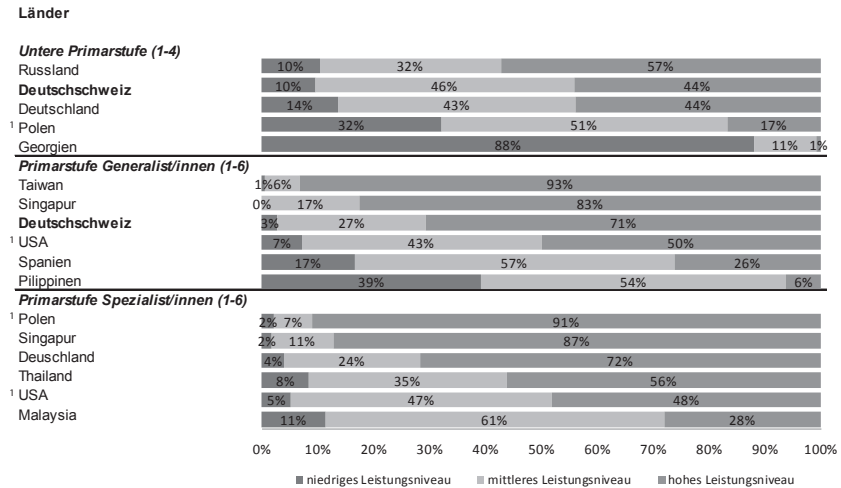
Innerhalb der Deutschschweiz unterscheidet sich die Mathematikleistung der Absolventinnen und Absolventen der beiden Ausbildungsgänge um 36 Punkte. Diese Differenz ist statistisch signifikant ($t = 5.34$; $p < .001$) und als mittelgross zu bewerten (Effektstärke⁵ $d = 0.56$). Weil die Leistungsstreuung in beiden Zielstufen ähnlich ist, bedeutet dies, dass angehende Lehrpersonen der Primarstufe (1–6) sowohl mehr sehr gute als auch weniger ganz schwache Leistungen aufweisen als angehende Lehrpersonen der Unteren Primarstufe (1–4).

Betrachtet man die Leistungsniveaus nach Ausbildungstyp (Abbildung 10.9), dann zeigt sich, dass in der Deutschschweiz bei den angehenden Primarlehrpersonen der Unteren Primarstufe (1–4) deutlich mehr Personen nur

5 Die Effektstärke d beschreibt die relative Grösse eines Unterschieds und steht in Ergänzung zur statistischen Signifikanz. Nach Cohen (1988) verweist eine Effektstärke von $d = 0.2$ auf einen schwachen, $d = 0.5$ auf einen mittleren und $d = 0.8$ auf einen starken Effekt.

das niedrigste Leistungsniveau (10%) oder das mittlere Leistungsniveau (46%) erreichen als bei der Primarstufe (1–6). Von letzteren erreichen hingegen über 70% das oberste Leistungsniveau. In ähnlichem Ausmass lassen sich Unterschiede zwischen den Ausbildungstypen in Deutschland finden.

Abbildung 10.9: Mathematisches Wissen von angehenden Primarlehrpersonen nach Leistungsniveau im internationalen Vergleich



Anmerkungen: Sortierung nach Anteilen mit hohem Leistungsniveau.

¹⁾ USA und Polen weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

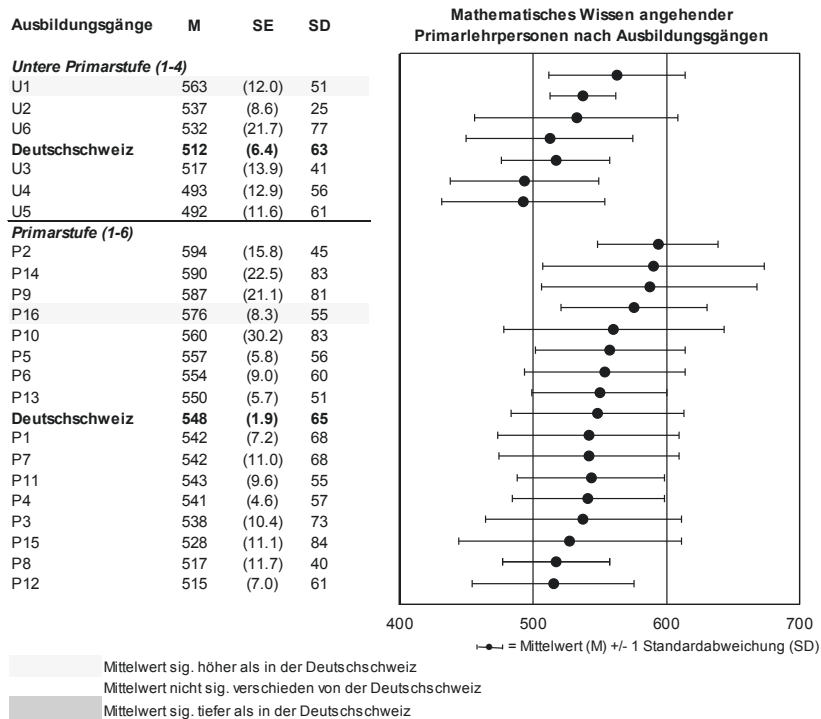
10.3.3 Unterschiede im mathematischen Wissen zwischen den Deutschschweizer Institutionen

Vergleicht man die verschiedenen Lehrerbildungsinstitutionen bzw. Ausbildungsgänge in der Deutschschweiz miteinander, so zeigt sich insgesamt ein Unterschied von 102 Punkten zwischen dem Ausbildungsgang mit den höchsten und den niedrigsten Mathematikleistungen (Abbildung 10.10). Innerhalb der Schweiz sind also Ausbildungsgänge zu finden, deren Abgängerinnen und Abgänger im Durchschnitt gleich gute mathematische Leistungen erbringen wie taiwanesischen Lehrpersonen. Anders herum gibt es Ausbildungsgänge, deren Absolventinnen und Absolventen nur etwa ein mittleres Leistungsniveau spanischer Lehrpersonen erreichen. Drei Institutionen fallen leistungsmässig signifikant vom deutschschweizerischen Mittelwert ab. Zwei Institutionen weisen signifikant höhere Werte als der Deutschschweizer Mittelwert auf. Mit einem „P“ gekennzeichnete Institutionen bilden Generalistinnen und

Generalisten der Primarstufe (1–6) aus, mit „U“ gekennzeichnete Ausbildungsgänge Lehrpersonen der Unteren Primarstufe (1–4). Bemerkenswert sind mit 563 Punkten die hohen Leistungen in einem Ausbildungsgang der Unteren Primarstufe (U1).

Betrachtet man die Streuung innerhalb der Institutionen, sind grosse Unterschiede zu erkennen. Es gibt Institutionen mit relativ homogenen Leistungen. Andere Institutionen weisen eher heterogene Leistungen ihrer Abgängerinnen und Abgänger auf, d.h. es wurden von den angehenden Lehrpersonen viele sehr gute Leistungen, aber auch viele sehr schwache Leistungen erbracht. Allerdings lässt sich nicht aus den Ergebnissen folgern, ob die Unterschiede erst im Verlauf der Ausbildung entstanden sind oder bereits bei Ausbildungsbeginn vorhanden waren.

Abbildung 10.10: Mathematisches Wissen angehender Primarlehrpersonen nach Ausbildungsgängen in der Deutschschweiz



Anmerkungen: M = Mittelwert; SE = Standardfehler des Mittelwerts; SD=Standardabweichung.

10.3.4 Individuelle Merkmale und mathematisches Wissen

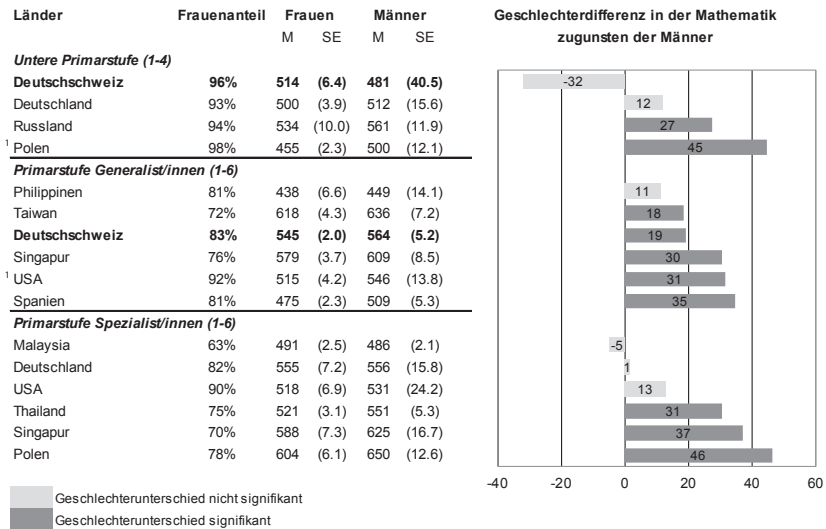
Geschlechterunterschiede im mathematischen Wissen

In den grossen internationalen Vergleichsstudien wie PISA (OECD, 2004, 2010) oder TIMSS (Beaton et al., 1996; Moser et al., 1997) hat sich wiederholt gezeigt, dass Knaben über ein etwas höheres Mathematikwissen verfügen als Mädchen. Angesichts dieser festgestellten Geschlechterdifferenzen bei den Schülerinnen und Schülern interessiert, ob sich solche Unterschiede auch bei angehenden Lehrpersonen nachweisen lassen. Abbildung 10.11 zeigt für die einzelnen Länder den Frauenanteil der zukünftigen Primarlehrpersonen, die Leistungsmittelwerte nach Geschlecht (mit Angabe des Standardfehlers) und den Leistungsunterschied zwischen den Geschlechtern (mittlere Leistung der Männer minus mittlere Leistung der Frauen).

Betrachtet man die Frauenanteile, so zeigt sich, dass der Primarlehrberuf in allen Ländern überwiegend von Frauen angestrebt wird. Dies gilt auch für die Deutschschweiz, wo auf der Unteren Primarstufe (1–4) mit 93% der Frauenanteil deutlich höher ist als auf der Primarstufe (1–6) mit 76%. Mit Ausnahme von Malaysia (Primarstufe Spezialist/innen, 1–6) erreichen die Männer durchwegs höhere durchschnittliche Mathematikleistungen als die Frauen. Der Vorsprung der malaysischen Frauen ist ebenso wenig signifikant wie die Unterschiede in Deutschland, den Philippinen und den USA zugunsten der Männer. In allen übrigen Ländern und Ausbildungstypen erreichen die Männer signifikant höhere Mathematikleistungen als die Frauen.

Die angehenden Primarlehrer (1–6) der Deutschschweiz schneiden um 19 Punkte besser ab als ihre Kolleginnen. Diese Differenz ist statistisch signifikant, aber mit einer Effektstärke von $d = 0.30$ als moderater Unterschied zu bezeichnen. Dieser Geschlechterunterschied in der Mathematik liegt etwa in derselben Grössenordnung wie aus den Ergebnissen der PISA-Studien für 15-Jährige am Ende der Volksschulzeit bekannt ist (Holzer et al., 2004). In Polen ist der Geschlechterunterschied mit rund 45 Punkten zugunsten der Männer am grössten.

Abbildung 10.11: Geschlechterdifferenzen im mathematischen Wissen angehender
 Primarlehrpersonen im internationalen Vergleich



Anmerkungen: M=Mittelwert; SE=Standardfehler des Mittelwerts. Die Länder sind innerhalb der Ausbildungstypen nach Grösse des Geschlechterunterschieds sortiert. Georgien ist nicht aufgeführt, weil ausschliesslich Frauen in der Stichprobe waren. Auch für die Deutschschweiz (Untere Primarstufe, 1–4) sind nur die Werte der Frauen dargestellt, da der Männeranteil so gering ist, dass nur die Ergebnisse von fünf Männern vorliegen. Es werden nur diejenigen Ausbildungstypen in der Grafik angezeigt, in denen die Deutschschweiz oder Deutschland enthalten sind.

¹) USA und Polen weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

Bedeutung individueller Merkmale für das mathematische Wissen

Im Rahmen von TEDS-M interessiert nicht nur der Geschlechterunterschied, sondern generell die Frage nach den Beziehungen zwischen individuellen Merkmalen und dem mathematischen Wissen. Deshalb wurden bei den angehenden Lehrpersonen mittels Fragebogen auch Informationen zur sozialen Herkunft und zur Vorbildung gesammelt. Aus den Antworten zum Bildungsniveau der Eltern und der Anzahl Bücher zu Hause wurde ein Index „sozioökonomischer Hintergrund“ gebildet. Als grobe Abschätzung der schulischen Leistungen in der Volksschulzeit wurden die Studierenden gefragt, wie gut ihre Schulnoten im Vergleich mit anderen Schülerinnen und Schülern des Jahrgangs in der Sekundarstufe waren. Dabei hatten sie aus folgenden Antwortmöglichkeiten auszuwählen: 1 = „normalerweise unter dem Durchschnitt“, 2 = „normalerweise ungefähr im Durchschnitt“, 3 = „normalerweise besser als der Durchschnitt“, 4 = „normalerweise unter den Besten“, 5 = „immer die/der Beste“.

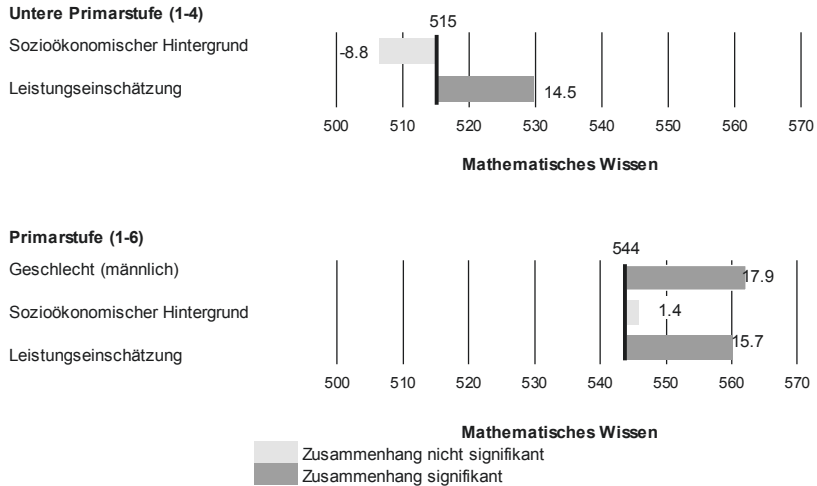
Abbildung 10.12 bildet das Ergebnis zweier multipler Regressionen ab, je eine für die Untere Primarstufe (1–4) und eine für die Primarstufe (1–6). Daraus geht hervor, welche Zusammenhänge in der Deutschschweiz zwischen dem Geschlecht⁶, dem sozioökonomischen Hintergrund und der Leistungseinschätzung in der eigenen Sekundarschulzeit mit dem mathematischen Wissen am Ende der Lehrerausbildung zu finden sind. Die Balken zeigen jeweils den Zusammenhang eines Merkmals mit dem mathematischen Wissen bei gleichzeitiger Konstanthaltung der anderen Variablen. Dunkel eingefärbte Balken geben an, dass der Zusammenhang statistisch signifikant ausfällt.

Der Ausgangspunkt der Balken entspricht der durchschnittlichen Mathematikleistung einer angehenden Lehrerin mit mittleren Ausprägungen im sozioökonomischen Hintergrund und in der Leistungseinschätzung (z.B. 544 Punkte im Ausbildungsgang Primarstufe 1–6, untere Abbildung). Dem ersten Balken ist die Geschlechterdifferenz im mathematischen Wissen zu entnehmen, wobei ein positiver Wert eine höhere Mathematikleistung der Männer anzeigt. Der zweite Balken gibt die Leistungsdifferenz an, wenn der sozioökonomische Hintergrund um eine Standardabweichung höher ausfällt. Und der dritte Balken verweist auf den Unterschied in der Mathematikleistung bei einer um eine Standardabweichung höheren Leistungseinschätzung.

Die gemeinsame Analyse der individuellen Merkmale bestätigt den oben berichteten (unkontrollierten) Befund, dass angehende Primarlehrer (1–6) ein signifikant höheres mathematisches Wissen aufweisen als ihre Kolleginnen. Die Effektstärke ist jedoch als relativ klein zu bezeichnen. Der sozioökonomische Hintergrund weist weder im Ausbildungstyp Untere Primarstufe (1–4) noch in der Primarstufe (1–6) einen signifikanten Zusammenhang mit der Mathematikleistung auf. Dieses auf den ersten Blick erwartungswidrige Ergebnis dürfte damit zusammenhängen, dass aufgrund früherer Selektionsprozesse (z.B. beim Übertritt in eine gymnasiale Ausbildung) bezüglich sozialer Herkunft bereits eine relativ homogene Gruppe eine Lehrerausbildung in Angriff nimmt. Dies würde erklären, weshalb die soziale Herkunft eine untergeordnete Rolle spielt. Konsistent positiv ist der Effekt der Leistungseinschätzung, die in beiden Ausbildungstypen positiv mit dem mathematischen Wissen am Ende der Lehrerausbildung zusammenhängt.

6 Aufgrund des geringen Männeranteils in den Ausbildungsgängen der Unteren Primarstufe (1–4) kann zu diesem Ausbildungstyp kein aussagekräftiger Geschlechtervergleich erstellt werden.

Abbildung 10.12: Bedeutung individueller Merkmale für das mathematische Wissen angehender Primarlehrpersonen in der Deutschschweiz



Anmerkung: Die Analysen erfolgten mittels multipler linearer Regression. Das Geschlecht ist dummycodiert (Referenzgruppe „weiblich“); die übrigen Prädiktoren sind z-standardisiert. Die Balkenlängen entsprechen den unstandardisierten Regressionskoeffizienten (B). Aufgrund des geringen Männeranteils in den Ausbildungsgängen der Unteren Primarstufe (1–4) kann zu diesem Ausbildungstyp kein aussagekräftiger Geschlechtervergleich dargestellt werden.

Weitere Analysen zeigen, dass angehende Primarlehrpersonen (1–6) mit anderssprachigem Hintergrund etwas schwächere Mathematikleistungen erbringen als Deutschsprachige. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Studien überein (Hyde et al., 2008; Walter & Taskinen, 2007). Da angehende Primarlehrpersonen in der Deutschschweiz während des Studiums keine Fachwissenschaften mehr besuchen, kann davon ausgegangen werden, dass die etwas niedrigeren Mathematikleistungen der Fremdsprachigen nicht während der Lehrerausbildung entstehen, sondern bereits vor Beginn des Studiums zu finden sein müssten.

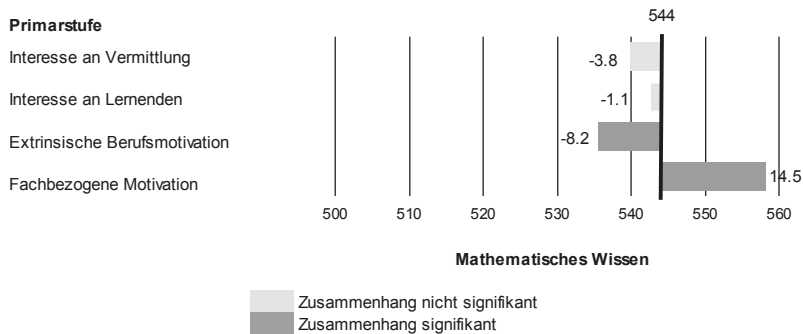
10.3.5 Motivationale Orientierung und mathematisches Wissen

Die Frage nach den Zusammenhängen zwischen der Berufsmotivation und dem mathematischen Wissen wird wiederum mit einer multiplen Regression untersucht. Als Prädiktoren werden die vier Skalen zur Berufsmotivation, die im Rahmen der Deutschschweizer Zusatzerhebungen zu TEDS-M erfasst wurden, in das Modell aufgenommen. Die Skalen *fachbezogene Motivation*, *extrinsische Motivation*, *Interesse an Lernenden* und *Interesse an Vermittlung*

beschreiben je unterschiedliche motivationale Orientierungen (zur Erfassung und Beschreibung der Skalen zur Berufsmotivation vgl. Kapitel 4 in diesem Band).

Die Ergebnisse (Abbildung 10.13) zeigen, dass bei angehenden Primarlehrpersonen ein hohes mathematisches Wissen mit signifikant höheren Werten in der fachbezogenen Motivation und einer niedrigeren extrinsischen Berufsmotivation einhergehen. Angehende Primarlehrpersonen, die den Lehrberuf auch aus Interesse am Fach Mathematik ergreifen und denen extrinsische Aspekte wie Lohn oder Arbeitsplatzsicherheit weniger wichtig sind, verfügen am Ende der Lehrerausbildung über ein tiefergehendes Mathematikwissen. Die beiden pädagogischen Motive, Interesse an den Lernenden bzw. am Vermitteln, weisen keinen signifikanten Effekt auf. Diese Befunde fallen für beide Ausbildungstypen der Primarstufe ähnlich aus.

Abbildung 10.13: Zusammenhänge zwischen motivationalen Orientierungen und mathematischem Wissen bei angehenden Primarlehrpersonen in der Deutschschweiz



Anmerkung: Die Analysen erfolgten mittels multipler linearer Regression. Die Balkenlängen entsprechen den unstandardisierten Regressionskoeffizienten (B). Alle Prädiktoren sind z-standardisiert. Da sich die Ergebnisse zwischen den beiden Ausbildungstypen „Untere Primarstufe (1–4)“ und „Primarstufe (1–6)“ nur unwesentlich unterscheiden, sind die Ergebnisse beider Ausbildungstypen gemeinsam dargestellt.

10.4 Mathematisches Wissen angehender Lehrpersonen der Sekundarstufe I

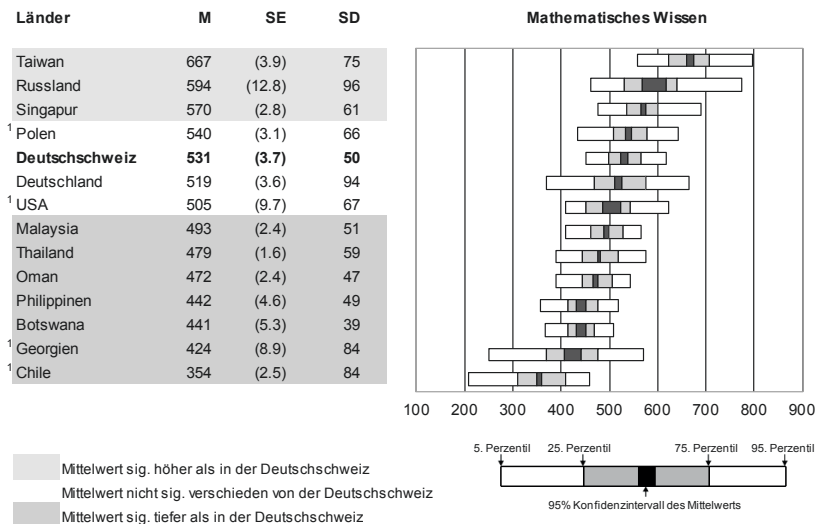
10.4.1 Mathematisches Wissen im Ländervergleich

Der Mittelwert für mathematisches Wissen angehender Lehrpersonen der Sekundarstufe I liegt in der Deutschschweiz mit 531 Punkten signifikant über

dem internationalen Durchschnitt aller an TEDS-M beteiligten Länder (Abbildung 10.14). Signifikant besser als die Deutschschweiz schneiden die drei Länder Taiwan, Russland und Singapur ab. Herausragend sind insbesondere die Leistungen in Taiwan mit durchschnittlich 667 Punkten. Das Ergebnis von Taiwan ist auch signifikant höher als jenes des zweitbesten Landes (Russland). Mehr als 75% der angehenden Lehrpersonen in Taiwan erreichen bessere Mathematikleistungen als 95% der angehenden Sekundarstufenlehrpersonen I in der Deutschschweiz.

In den drei Ländern Polen, Deutschland und USA wurden ähnliche Leistungen wie in der Deutschschweiz erbracht. Die übrigen acht Länder erreichen signifikant niedrigere Mathematikleistungen als die angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz. Auch beim mathematischen Wissensstand der angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I sind international sehr grosse Mittelwertunterschiede zu finden. Der Abstand zwischen dem höchsten Mittelwert in Taiwan und dem niedrigsten in Chile beträgt 313 Punkte auf der Mathematikskala.

Abbildung 10.14: Mathematisches Wissen von angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Ländervergleich



Anmerkungen: M = Mittelwert; SE = Standardfehler des Mittelwerts; SD=Standardabweichung.

¹⁾ USA, Polen, Georgien und Chile weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

Auffallend ist wie bei den angehenden Primarlehrpersonen die vergleichsweise hohe Homogenität der Mathematikleistungen in der Deutschschweiz (SD = 50). Die geringe Streuung bedeutet, dass zwar relativ wenig Spitzenleistungen

gen erzielt werden (das 95. Perzentil liegt bei 617 Punkten), aber auch nur wenig angehende Lehrpersonen ganz schwache Mathematikleistungen zeigen (5. Perzentil bei 453 Punkten).

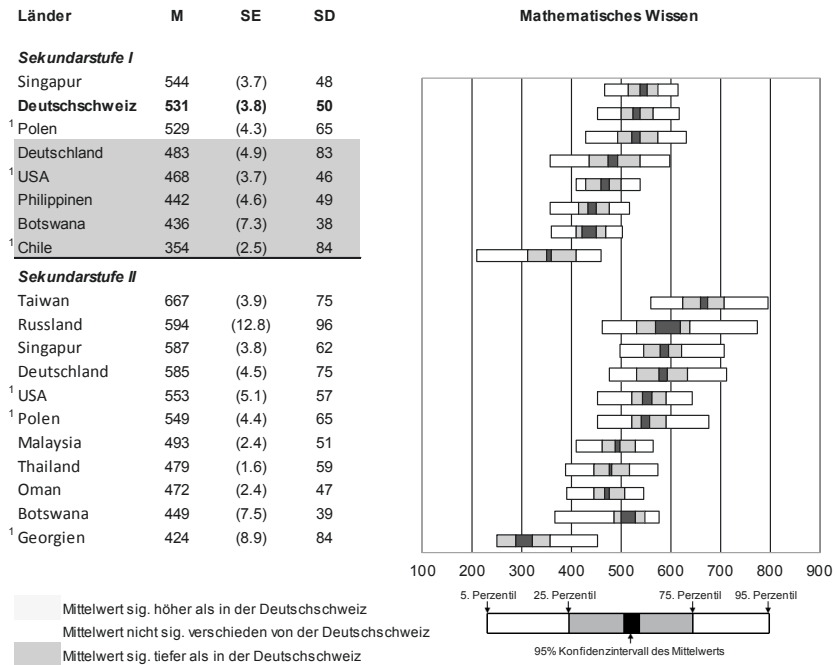
Diese vergleichsweise geringen Unterschiede zwischen den besten und schlechtesten Leistungen in der Deutschschweiz, namentlich im Vergleich zu Deutschland und Russland, dürften auch damit zusammenhängen, dass in der Deutschschweiz (wie auch in Taiwan) nur angehende Lehrpersonen mit einer Lehrberechtigung ausschliesslich für die Sekundarstufe I getestet wurden. In den meisten anderen Ländern, so auch in Deutschland und Russland, wurden auch zukünftige Gymnasiallehrpersonen mit einbezogen.

10.4.2 Mathematisches Wissen nach Ausbildungstypen im internationalen Vergleich

Betrachtet man nun die Länder getrennt nach unterschiedlichen Ausbildungstypen, so zeigen sich zwischen den Ländern immer noch beträchtliche Leistungsunterschiede. Im Ausbildungstyp für die Sekundarstufe I liegt die Differenz zwischen dem niedrigsten Mittelwert (Chile) und dem höchsten (Singapur) bei 190 Punkten. Blickt man nur auf die Sekundarstufe I, so verlassen die angehenden Lehrpersonen die Lehrerausbildung in der Deutschschweiz mit einem ähnlich hohen mathematischen Wissen wie Spitzenreiter Singapur und Polen. Die übrigen Länder, darunter auch Deutschland, weisen signifikant tiefere Mittelwerte im Bereich des mathematischen Wissens auf.

Die Sekundarstufe II entspricht der Ausbildung zur Gymnasiallehrperson und wurde in der Schweiz nicht getestet (vgl. Kapitel 2 in diesem Band). Mit einer Spannweite von fast 250 Punkten zwischen den Ländern zeigen sich hier sehr grosse Länderunterschiede bei den mittleren Mathematikleistungen. Die höchsten Mathematikleistungen werden in Taiwan erzielt (667 Punkte), gefolgt von Russland, Singapur und Deutschland mit einem deutlichen Abstand von mehr als 70 Punkten. Während das Ergebnis von Deutschland im Ausbildungstyp Sekundarstufe I signifikant niedriger ausfiel als in der Deutschschweiz, verfügen die angehenden Gymnasiallehrkräfte in Deutschland über ein signifikant höheres mathematisches Wissen als die angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I in der Deutschschweiz.

Abbildung 10.15: Mathematisches Wissen angehender Sekundarlehrpersonen nach Ausbildungstypen im internationalen Vergleich



Anmerkungen: M = Mittelwert; SE = Standardfehler des Mittelwerts; SD=Standardabweichung. Sortierung nach Mittelwert mathematischen Wissens innerhalb der Ausbildungstypen. ¹⁾ USA, Polen, Georgien und Chile weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

Ergebnisse im mathematischen Wissen nach Leistungsniveaus

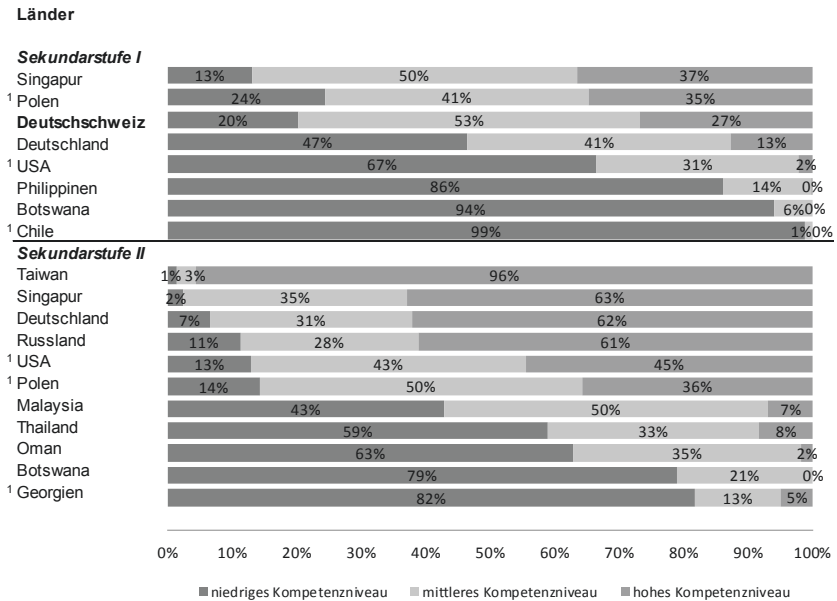
Die beiden Referenzwerte für die mathematische Leistung von 490 bzw. 560 markieren die Grenzen der drei Leistungsniveaus. Abbildung 10.16 zeigt innerhalb der beiden Ausbildungstypen Sekundarstufe I und II für jedes Land, wie sich die Leistungen der angehenden Lehrpersonen auf die drei Leistungsniveaus verteilen.

In der Deutschschweiz befinden sich 27% der angehenden Lehrpersonen für die Sekundarstufe I im höchsten Leistungsniveau, in Singapur und Polen sind es sogar mehr als ein Drittel. Vier Länder weisen kaum angehende Lehrpersonen in diesem Leistungsbereich von über 560 Punkten aus, darunter die USA mit 2%. Das mittlere Leistungsniveau erreichen in der Deutschschweiz 53% der angehenden Lehrpersonen, 20% sind dem niedrigsten Leistungsniveau zuzuordnen. In vier Ländern erzielen mehr als die Hälfte der angehenden

Lehrpersonen der Sekundarstufe I nur das tiefste Leistungsniveau, also weniger als 490 Punkte.

Interessant fällt für die Deutschschweiz der Vergleich mit Deutschland aus, wo mit 47% das niedrigste Leistungsniveau die grösste Gruppe ausmacht. Im höchsten Leistungsniveau befinden sich 13%. Anders auf der Sekundarstufe II: Dort gehören in Deutschland fast zwei Drittel, und damit deutlich mehr, dem obersten Leistungsniveau an. Nur 7% befinden sich im untersten Leistungsniveau. Insgesamt lässt sich also feststellen, dass die angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I in der Deutschschweiz über ein niedrigeres mathematisches Wissen verfügen als die angehenden Gymnasiallehrpersonen in Deutschland, aber über ein höheres als Absolventinnen und Absolventen der Ausbildung für die Sekundarstufe I.

Abbildung 10.16: Mathematisches Wissen von angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe nach Leistungsniveau



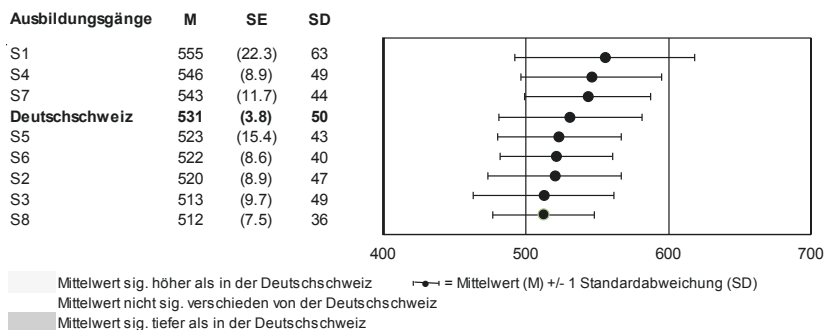
Anmerkungen: Sortierung nach Anteilen mit hohem Leistungsniveau.

¹) USA, Polen, Georgien und Chile weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

10.4.3 Unterschiede im mathematischen Wissen zwischen den Deutschschweizer Institutionen

Die ausbildenden Institutionen auf der Sekundarstufe I zeigen mit einer Differenz von 33 Punkten ein wesentlich homogeneres Bild bezüglich des Mathematikwissens ihrer Abgängerinnen und Abgänger als die Primarlehrpersonen. Nur gerade der Ausbildungsgang (S8) mit dem tiefsten Mittelwert unterscheidet sich signifikant vom Ausbildungsgang mit dem höchsten Mittelwert. Sowohl zwischen den anderen Ausbildungsgängen als auch zum Deutschschweizer Mittelwert sind keine statistisch signifikanten Unterschiede zu finden. Auch die Leistungen innerhalb der einzelnen Institutionen weisen mit Standardabweichungen unter 50 Punkten (mit Ausnahme von S1) eine grössere Homogenität auf als bei den Primarlehrpersonen.

Abbildung 10.17: Mathematisches Wissen angehender Lehrpersonen der Sekundarstufe I nach Ausbildungsgängen in der Deutschschweiz



Diese relative Homogenität der Mathematikleistungen könnte damit zusammenhängen, dass zum einen eine bewusste Wahl bzw. Abwahl des Fachs Mathematik möglich ist, was dazu führt, dass vor allem mathematisch Interessierte und wohl auch kompetente Personen die Lehrberechtigung für Mathematik auf der Sekundarstufe I erwerben. Zum anderen werden in allen Ausbildungsgängen auch fachwissenschaftliche Lerngelegenheiten in Mathematik angeboten. Dies dürfte zusammen mit dem wohl bereits bei Studienbeginn einheitlicheren Wissensstand in Mathematik zu relativ einheitlichen Ergebnissen am Ende der Lehrerausbildung führen.

10.4.4 Individuelle Merkmale und mathematisches Wissen

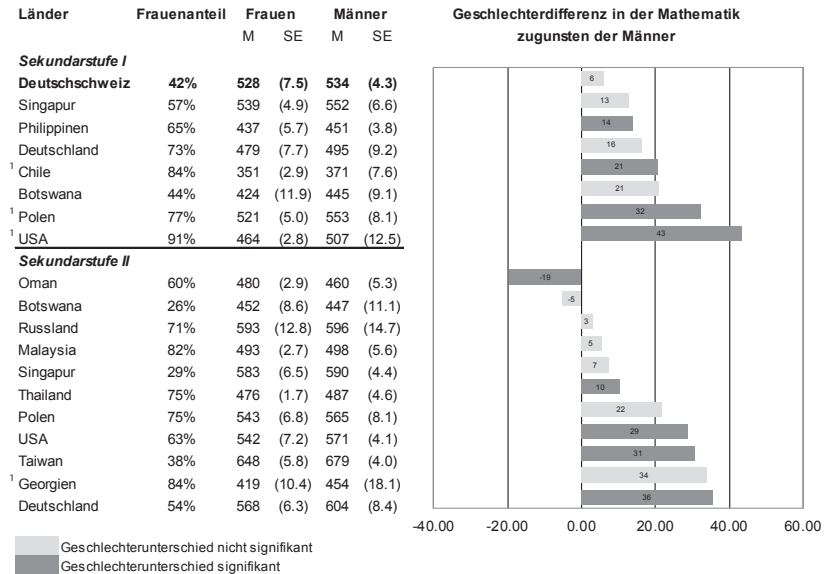
Geschlechterunterschiede im mathematischen Wissen

Im Vergleich zur Ausbildung von Primarlehrpersonen ist bei der Sekundarstufe I die Feminisierung deutlich weniger weit fortgeschritten (vgl. Kapitel 4 in diesem Band). Dies gilt insbesondere für angehende Lehrpersonen, welche die Lehrberechtigung für die Sekundarstufe II erwerben (Abbildung 10.18). In der Deutschschweiz absolvieren auch auf der Sekundarstufe I mit einem Anteil von 58% etwas mehr Männer als Frauen die Ausbildung zur Mathematik-Lehrperson. Anders als bei der Mathematikleistung der angehenden Lehrpersonen für die Primarstufe sind bei den Absolventinnen und Absolventen der Ausbildung für die Sekundarstufe I in der Deutschschweiz keine signifikanten Geschlechterunterschiede festzustellen. Der mittlere Vorsprung der Männer beträgt lediglich 6 Punkte und ist als unbedeutend einzustufen ($d = 0.11$). Auch in Deutschland ist für die Sekundarstufe I mit 16 Punkten kein signifikanter Leistungsvorsprung der Männer festzustellen.

Die grösste Geschlechterdifferenz innerhalb des Ausbildungstyps Sekundarstufe I zeigt sich in den USA, wo die Männer um 43 Punkte bessere Mathematikleistungen erbringen als die Frauen. In Deutschland ist in der Ausbildung für die Sekundarstufe II der Leistungsvorsprung der Männer mit 36 Punkten beträchtlich.

Insgesamt fallen die Geschlechterunterschiede für beide Sekundarstufen etwas moderater aus als bei der Primarlehrerausbildung. In zehn Ausbildungstypen sind keine signifikanten genderspezifischen Unterschiede zu konstatieren. Als einziges Land übertreffen die Frauen im Oman (Sekundarstufe II) die Mathematikleistungen der Männer signifikant.

Abbildung 10.18: Geschlechterdifferenzen im mathematischen Wissen von angehenden Sekundarstufenlehrpersonen im internationalen Vergleich



Anmerkungen: M = Mittelwert; SE = Standardfehler des Mittelwerts. Die Länder sind nach Grösse des Geschlechterunterschieds sortiert.

¹⁾ USA, Polen, Georgien und Chile weisen eine Rücklaufquote von weniger als 75% auf.

Bedeutung individueller Merkmale für das mathematische Wissen

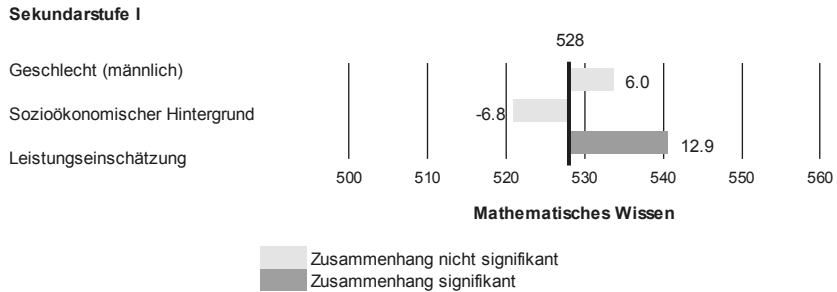
Wie schon für die angehenden Primarlehrpersonen interessiert auch für den Ausbildungstyp Sekundarstufe I, inwiefern verschiedene individuelle Merkmale mit der Mathematikleistung zusammenhängen. In Abbildung 10.19 sind die Ergebnisse einer multiplen Regression für die Deutschschweiz mit den Prädiktoren Geschlecht, sozioökonomischer Status und Leistungseinschätzung dargestellt (vgl. Kapitel 10.3.4 für eine ausführlichere Beschreibung der Abbildung).

Wie bei den Primarlehrerausbildungen ist auch im Ausbildungstyp Sekundarstufe I die Leistungseinschätzung der beste Prädiktor für die Mathematikleistung. Zwischen der sozialen Herkunft und dem mathematischen Wissen besteht ein nicht signifikanter negativer Zusammenhang. Auch dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass mathematisch Begabte aus privilegierten sozialen Verhältnissen eher nicht Lehrperson werden möchten (vgl. auch Kapitel 4 in diesem Band). Der Geschlechterunterschied im mathematischen Wissen ist

für die Sekundarstufe I auch nach Kontrolle des sozioökonomischen Hintergrunds und der Leistungseinschätzung nicht signifikant.

Ebenso lässt sich bei den angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I, anders als für die Primarstufe, kein Zusammenhang zwischen Sprachhintergrund und mathematischem Wissen nachweisen.

Abbildung 10.19: Bedeutung individueller Merkmale für das mathematische Wissen angehender Lehrpersonen der Sekundarstufe I in der Deutschschweiz

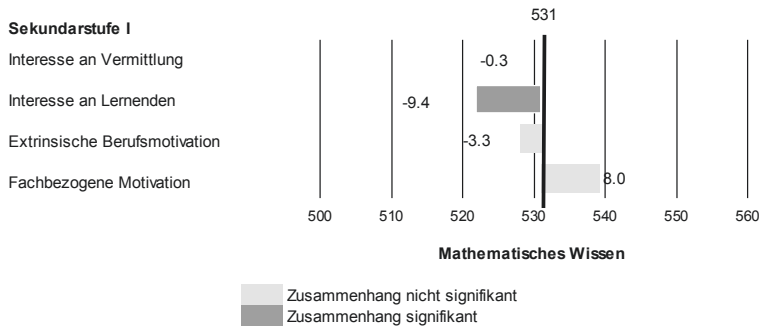


Anmerkung: Die Analysen erfolgten mittels multipler linearer Regression. Das Geschlecht ist dummycodiert (Referenzgruppe „weiblich“); die übrigen Prädiktoren sind z-standardisiert. Die Balkenlängen entsprechen den unstandardisierten Regressionskoeffizienten (B).

10.4.5 Motivationale Orientierung und mathematisches Wissen

Bei den angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I fallen die Zusammenhänge zwischen den motivationalen Orientierungen anders aus als bei der Primarstufe (Abbildung 10.20). Das Interesse an den Lernenden hängt negativ mit der Mathematikleistung zusammen. Für künftige Lehrpersonen der Sekundarstufe I mit hohem mathematischem Wissen ist das Interesse an den Lernenden ein weniger wichtiges Motiv, den Lehrberuf ausüben zu wollen als bei jenen mit etwas geringerem mathematischem Wissen. Alle übrigen Skalen zur Berufsmotivation weisen hingegen keine Zusammenhänge mit dem mathematischen Wissen auf. Dies gilt auch für die fachbezogene Motivation, die zwar leicht positiv, jedoch nicht statistisch signifikant mit dem Mathematikwissen zusammenhängt.

Abbildung 10.20: Zusammenhänge zwischen motivationalen Orientierungen und mathematischem Wissen bei angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I in der Deutschschweiz



Anmerkung: Die Analysen erfolgten mittels multipler linearer Regression. Die Balkenlängen entsprechen den unstandardisierten Regressionskoeffizienten (B). Alle Prädiktoren sind z-standardisiert.

10.4 Fazit

Die Ergebnisse von TEDS-M zeigen, dass die angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz am Ende ihrer Ausbildung im internationalen Vergleich über hohes mathematisches Wissen verfügen und die Leistungen deutlich über dem internationalen Mittel liegen. Dies gilt gleichermassen für künftige Primarlehrpersonen wie für Lehrpersonen, die auf der Sekundarstufe I tätig sein werden. Es offenbaren sich aber auch beträchtliche Abstände zu den besten Ländern wie Taiwan oder Singapur. Für eine fundierte Bewertung und Interpretation solcher internationaler Vergleiche ist aber auch die Unterschiedlichkeit der Ausbildungssysteme, etwa hinsichtlich Eingangsvoraussetzungen, Ausbildungsdauer oder Lerngelegenheiten, mitzubetrachten.

Wie einleitend (vgl. Kapitel 10.1) dargestellt, lassen sich die Lehrerbildungssysteme in Bezug auf das Fachwissen grob zusammengefasst als ein *Vorbildungsmodell* und ein *Ausbildungsmodell* beschreiben. Anhand dieser Unterscheidung lässt sich die Unterschiedlichkeit der Lehrerausbildungssysteme charakterisieren. So wird bei Lehrerausbildungen, die dem Vorbildungsmodell zuzurechnen sind (z.B. Primarstufenausbildung in der Deutschschweiz), davon ausgegangen, dass die angehenden Lehrpersonen bereits vor dem Studium ein ausreichendes Fachwissen erworben haben. Das Ausbildungsmodell (z.B. Sekundarstufenausbildung in der Deutschschweiz) geht hingegen von der Annahme aus, dass das fachliche Vorwissen als ungenügend betrachtet wird, da

die Erwartungen an die fachlichen Kompetenzen höher sind. Dies hat grundlegende Auswirkungen auf die Ressourcenzuteilung. So werden im Vorbildungsmodell während der Lehrerausbildung kaum mehr fachspezifische Lerngelegenheiten angeboten, wohingegen im Ausbildungsmodell fachliches Wissen elementar zum Curriculum gehört.

Gerade aufgrund der Unterschiedlichkeit der Ausbildungssysteme drängt sich auch ein Vergleich zwischen den Lehrerbildungsinstitutionen innerhalb der Deutschschweiz auf. So können zumindest gewisse Systemmerkmale wie Ausbildungsdauer, Eingangsbedingungen oder Unterrichtssprache konstant(er) gehalten werden.

Aus Sicht der Deutschschweizer Lehrerausbildung sind zum mathematischen Wissen folgende Befunde besonders hervorzuheben:

1. Die Leistungsunterschiede in der Mathematik sind in allen Ausbildungstypen innerhalb der Deutschschweiz deutlich geringer als beispielsweise in Deutschland. Dies bedeutet zwar, dass weniger Spitzenleistungen ausgewiesen werden, aber auch, dass wohl der grösste Teil der angehenden Lehrpersonen Mindestanforderungen an das fachliche Wissen in Mathematik erfüllt. Dennoch ist anzustreben, den Anteil angehender Lehrpersonen mit sehr schwachen fachlichen Leistungen weiter zu reduzieren oder ganz zu eliminieren. Dies gilt besonders für den Ausbildungstyp der „Unteren Primarstufe (1–4)“, wo der Anteil Studierender im untersten Leistungsniveau (10%) bedeutend höher ist als im Ausbildungstyp Primarstufe (1–6).
2. Angehende Deutschschweizer Primarlehrpersonen mit einer Lehrberechtigung bis zur sechsten Jahrgangsklasse verfügen über ein umfangreicheres mathematisches Wissen als angehende Lehrpersonen für die Untere Primarstufe (1–4). Weil in höheren Klassen auch die fachlichen Anforderungen an Lehrpersonen steigen, ist der gefundene Leistungsvorsprung der Lehrpersonen für die Primarstufe zu einem gewissen Teil nachvollziehbar. Ob sich dieser Befund durch bereits vorhandene Leistungsunterschiede zu Beginn des Studiums erklären lässt oder die Differenz zwischen den Ausbildungstypen erst im Verlauf der Ausbildung entsteht, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen im Rahmen der schweizerischen Zusatzstudie, in der angehende Lehrpersonen zu Beginn ihrer Ausbildung getestet wurden. Es ist anzunehmen, dass während der Primarstufenausbildung kaum Lernzuwächse in der Mathematik zu verzeichnen sind. Denn in der Deutschschweiz sind die Primarstufenausbildungen weitgehend dem *Vorbildungsmodell* zuzurechnen. Es wird also angenommen, dass das mathematische Fachwissen nahezu gänzlich vor der Lehrerausbildung erworben wird, und es werden während der Lehrerausbildung nur punktuell fachmathematische Lerngelegenheiten angeboten (vgl. Kapitel 6 in diesem Band). Deshalb dürften auch Unterschiede zwischen den Ausbildungstypen für die Primarstufe (1–4 bzw. 1–6) kaum während der Ausbildungszeit entstehen, sondern auf (Selbst-)Selektionsprozesse bei Studienbeginn zurückzuführen sein.

3. In der Deutschschweiz bestehen zwischen den Lehrerbildungsinstitutionen für die Primarstufe teilweise grosse Leistungsunterschiede in Mathematik. Die maximale Differenz beträgt 102 Punkte in der Mathematikleistung am Ende der Ausbildung. Zwar dürfte ein Teil der Unterschiede bereits vor Ausbildungsbeginn bestehen, und es kann nicht daraus geschlossen werden, dass die Wissensunterschiede bei Studienabschluss durch unterschiedliche Ausbildungsqualität verursacht wird. Dennoch zeigt sich in aller Deutlichkeit, dass künftige Lehrpersonen je nach Ausbildungsstätte über ganz unterschiedliche Wissensbestände in Mathematik verfügen. Zu prüfen bleibt, ob und falls ja, in welchem Ausmass dies zu ungleichen Bildungschancen der unterrichteten Schülerinnen und Schüler führt. Laut Kunter et al. (2007) hat gutes Fachwissen in Kombination mit hohem fachdidaktischen Wissen wesentlichen Einfluss auf kognitiv aktivierenden Unterricht und akademischen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler.

Die Differenzen zwischen den Institutionen für die Sekundarstufe I fallen mit maximal 43 Punkten moderater aus. Diese vergleichsweise homogenen Leistungen angehender Lehrpersonen der Sekundarstufe I dürften sich zum Teil dadurch erklären lassen, dass das Fach Mathematik bewusst gewählt bzw. abgewählt werden muss. Dadurch absolvieren wohl überwiegend mathematisch interessierte und kompetente Studierende die Ausbildungsgänge zur Mathematiklehrperson für die Sekundarstufe I, was zu einer Homogenisierung der Leistungsstärke führt. Zudem werden in allen Ausbildungsgängen auch fachwissenschaftliche Lerngelegenheiten in Mathematik angeboten. Ob dies gegenüber den Erstsemestrigen tatsächlich zu homogeneren Mathematikleistungen führt, ist jedoch noch ungeklärt.

4. Signifikante Geschlechterunterschiede bei den Leistungen bestehen in der Deutschschweiz nur beim mathematischen Wissen der angehenden Primarlehrpersonen (1–6). Die 19 Punkte Unterschied zugunsten der Männer entsprechen etwa den bei PISA gefundenen Geschlechterunterschieden hinsichtlich der Mathematikleistungen von 15-jährigen Jugendlichen (z.B. Holzer, Zahner Rossier & Brühwiler, 2004).

Bei den angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I zeigt sich in der Deutschschweiz kein signifikanter Geschlechterunterschied. Möglicherweise findet durch die bewusste Wahl bzw. Abwahl von Mathematik eine positive Selbstselektion in dem Sinne statt, dass zwar etwas weniger, aber vorwiegend mathematisch kompetente Frauen die Ausbildung beginnen.

5. Hohe schulische Leistungen (gemäss Selbsteinschätzung) in der eigenen Volksschulzeit erweisen sich für alle Ausbildungstypen als signifikante Prädiktoren von guten mathematischen Leistungen am Ende der Lehrerausbildung. Für die soziale Herkunft der Studierenden lässt sich hingegen kein positiver Zusammenhang mit der Mathematikleistung nachweisen. Der im Vergleich zu Schulleistungsstudien wie PISA erwartungswidrige Befund, dass die soziale Herkunft eine untergeordnete Rolle spielt, lässt sich damit

erklären, dass es sich bei angehenden Lehrpersonen bereits um eine hochselektierte Gruppe handelt (vgl. Blömeke et al., 2011). Hinweise aus anderen Studien zeigen zudem, dass junge Menschen mit hohen schulischen Leistungen andere Studienrichtungen als die Lehrerausbildung bevorzugen (Denzler & Wolter, 2008).

6. Angehende Primarlehrpersonen mit ausgeprägten fachbezogenen Berufswahlmotiven verfügen über ein höheres mathematisches Wissen als mathematisch weniger motivierte Studierende. Bei den angehenden Sekundarlehrpersonen erweist sich dieser Zusammenhang als nicht signifikant.

Das grundsätzlich positive Bild für die Deutschschweiz bezüglich des fachlichen Wissens in Mathematik wird insbesondere durch zwei Aspekte weiter aufgewertet, nämlich (1) den geringeren Spezialisierungsgrad der Lehrerausbildung in der Schweiz und (2) die Vorbereitung auf Unterricht in einem begrenzten Bereich von Jahrgangsstufen. In vielen anderen Ländern erwerben die angehenden Lehrpersonen auch auf der Primarstufe nur eine Lehrberechtigung für wenige Fächer oder (zumindest ein Teil der angehenden Lehrpersonen) durchlaufen eine spezialisierte Ausbildung mit Schwerpunkt Mathematik. Letzteres trifft beispielsweise auf Singapur und Taiwan, aber auch für gewisse Ausbildungsgänge in Deutschland zu. In den an der Studie beteiligten Lehrerbildungsinstitutionen der Deutschschweiz hingegen werden Primarlehrpersonen zu Generalistinnen und Generalisten für fast alle Unterrichtsfächer ausgebildet. Da dadurch während des Studiums kaum Zeit für eine vertiefte Auseinandersetzung mit den einzelnen Fachwissenschaften zur Verfügung steht, ist der Erfolg von Lehrerbildungssystemen, die Generalistinnen und Generalisten ausbilden, in besonderem Masse von den Eingangsvoraussetzungen bzw. der Vorbildung der angehenden Lehrpersonen abhängig. Ähnlich stellt sich die Situation für die Sekundarstufe I dar. Während in den Vergleichsländern oft Fachlehrpersonen mit einem bis zwei Fächern ausgebildet werden, ist in der Deutschschweiz die Spezialisierung weniger ausgeprägt, so dass bis zu vier Unterrichtsfächer gewählt werden können.

Mögliche Erklärungen für das erfreuliche Abschneiden der angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz dürften auf verschiedenen Ebenen liegen. Naheliegender ist es, die Gründe in der Lehrerausbildung selbst zu suchen. Hier gilt es z.B. auch die Lerngelegenheiten ins Visier zu nehmen und Zusammenhänge mit der Leistung zu prüfen. Es erscheint plausibel anzunehmen, dass gehaltvolle Lerngelegenheiten in der Lehrerbildung das Leistungsergebnis günstig beeinflussen. Einschränkend gilt es zu bedenken, dass vor allem in den Deutschschweizer Ausbildungsgängen, die auf eine Tätigkeit im Primarstufenbereich vorbereiten, nur wenige Lerngelegenheiten während der Lehrerbildung angeboten werden (Vorbildungsmodell). Dennoch lässt sich bei TEDS-M ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Lerngelegenheiten in höherer Mathematik und dem mathematischen Wissen bei Ausbildungsende nachweisen (vgl. Kapitel 7 in diesem Band). Dort, wo also an fach-

lichen Inhalten gearbeitet wird, scheint es sich auch positiv auf die Mathematikleistung auszuwirken.

Auffallend ist auch die in vielen Ländern hohe Übereinstimmung der Ergebnisse von TEDS-M mit den Schülerleistungen in Mathematik, wie sie beispielsweise bei PISA oder TIMSS gemessen wurden (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010). In Ländern, in denen die Schülerinnen und Schüler über hohes Mathematikwissen verfügen, weisen auch die in TEDS-M getesteten angehenden Lehrpersonen ein höheres mathematisches Wissen auf. Auch wenn keine kausalen Verknüpfungen zwischen den Befunden aus den verschiedenen Studien gemacht werden dürfen, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass angehende Lehrpersonen, die bis zum Ausbildungsende vertieftes mathematisches Wissen erworben haben, von einem höheren Vorwissen profitierten. Gemäss den Annahmen des Vorbildungsmodells sind dies zumindest günstige Voraussetzungen, um während der Ausbildung vermehrt andere, nicht-fachwissenschaftliche unterrichtsrelevante Lerngelegenheiten (z.B. Fachdidaktik oder Erziehungswissenschaften) anzubieten. Umgekehrt könnten die guten Schülerleistungen in den internationalen Vergleichsstudien aber auch die Folge eines hohen Fachwissens von Lehrpersonen sein, das vermittelt über fachdidaktische Kompetenzen zu einer hohen Unterrichtsqualität und zu besseren Lernerfolgen bei den Schülerinnen und Schülern führt (Kunter et al., 2007).

10.6 Literatur

- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. & Kelly, D. L. (1996). *Science Achievement in the Middle School Years. IEA's Third International Mathematics and Science Studie*. Chestnut, MA.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010). *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Döhrmann, M. (2011). Bedingungsfaktoren des fachbezogenen Kompetenzerwerbs von Lehrkräften. Zum Einfluss von Ausbildungs-, Persönlichkeits- und Kompositionsmerkmalen in der Mathematiklehrer*innenbildung für die Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 57*, 77–103.
- Blömeke, S., Suhl, U., Kaiser, G. & Döhrmann, M. (2012). Family background, entry selectivity and opportunities to learn: What matters in primary teacher education? An international comparison of fifteen countries. *Teaching and Teacher Education*, 28(1), 44–55.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Huber.

- 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.
- Brühwiler, C. (2001). Die Bedeutung von Motivation in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In F. Oser & J. Oelkers (Hrsg.), *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards. Nationales Forschungsprogramm 33* (S. 343–397). Chur: Rüegger.
- De Corte, E., Greer, B. & Verschaffel, L. (1996). Mathematics Teaching and Learning. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Hrsg.), *Handbook of Educational Psychology* (S. 491–549). New York: Macmillan.
- Denzler, S. & Wolter, S. C. (2008). *Unsere zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer – Institutionelle Faktoren bei der Wahl eines Studiums an einer Pädagogischen Hochschule*. Zürich: Universität Zürich.
- Döhrmann, M., Kaiser, G. & Blömeke, S. (2010). Messung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 169–179). Münster: Waxmann.
- Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2006). Determinanten der Schulleistung. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 83–94). Weinheim: Beltz.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (Vol. Bd. 3, S. 71–176). Göttingen: Hogrefe.
- Hertig, P. & Notter, P. (2005). *Grundkompetenzen von Erwachsenen. Erste Ergebnisse der Erhebung ALL-Erhebung (Adult Literacy and Lifeskills)*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik BFS.
- Holzer, T., Zahner Rossier, C. & Brühwiler, C. (2004). Kompetenzen in Mathematik. In BFS/EDK (Hrsg.): *Pisa 2003: Kompetenzen für die Zukunft. Erster nationaler Bericht* (S. 15–26). Neuchâtel/Bern: BFS/EDK.
- Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B. & William, C. (2008). Gender Similarities Characterize Math Performance. *Science*, 321, 494–495.
- Kirsch, A. (1987). *Mathematik wirklich verstehen*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- König, J. & Rothland, M. (2013). Pädagogisches Wissen und berufsspezifische Motivation am Anfang der Lehrerbildung. Zum Verhältnis von kognitiven und nicht-kognitiven Eingangsmerkmalen von Lehramtsstudierenden. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59(1), 43–65.
- Konsortium PISA.ch. (2010). PISA 2009: Schülerinnen und Schüler der Schweiz im internationalen Vergleich. Erste Ergebnisse. Bern und Neuchâtel: BBT/EDK und Konsortium PISA.ch.
- Kunter, M. (2011). Forschung zur Lehrermotivation. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 527–539). Münster: Waxmann.

- Kunter, M., Klusmann, U., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Jordan, A., Krauss, S., Löwen, K., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2007). Linking aspects of teacher competence to their instruction. In M. Prenzel (Hrsg.), *Studies of the educational quality of schools. The final report on the DFG-Priority Programme* (S. 32–52). Münster: Waxmann.
- Moser, U., Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M. (1997). *Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der „Third International Mathematics and Science Study“*. Chur: Rüegger.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O’Sullivan, C. Y., Arora, A. & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- OECD. (2001). *Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse von PISA 2000*. Paris: OECD.
- OECD. (2004). *Lernen für die Welt von morgen. Erste Ergebnisse von PISA 2003*. Paris: OECD.
- OECD. (2007). *PISA 2006 - Schulleistungen im internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Paris: OECD.
- OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do. Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Paris: OECD.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Tatto, M. T., Schwille, J., Senk, S. L., Ingvarson, L., Peck, R. & Rowley, G. (2008). *Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M). Policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics. Conceptual framework*. East Lansing, MI: Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University.
- Tatto, M. T., Schwille, J., Senk, S. L., Ingvarson, L., Rowley, G., Peck, R., Bankov, K., Rodriguez, M. & Reckase, M. (2012). *Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries. Findings from the IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M)*. Amsterdam: IEA.
- Verschaffel, L., Janssens, S. & Janssens, R. (2005). The development of mathematical competence in Flemish preservice elementary school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 21, 49–63.
- Walter, O. & Taskinen, P. (2007). Kompetenzen und bildungsrelevante Einstellungen von Jugendlichen mit Migrationshintergrund in Deutschland: Ein Vergleich mit ausgewählten OECD-Staaten. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 337–366). Münster: Waxmann.
- Zeichner, K. (2006). Konzepte von Lehrerexpertise und Lehrerausbildung in den Vereinigten Staaten. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51. Beiheft, 97–113.