BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN- UND LEHRERBILDUNG, 33 (1), 2015

Vorbildung oder Ausbildung? Zum Erwerb mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens in der Lehrpersonenausbildung

Christian Brühwiler, Erich Ramseier und Sibylle Steinmann

Zusammenfassung Gemäss der internationalen Lehrpersonenbildungsstudie TEDS-M verfügen die angehenden Lehrerinnen und Lehrer in der Deutschschweiz am Ende ihrer Ausbildung über ein vergleichsweise hohes mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen. Um Ausbildungseffekte von den Eingangsvoraussetzungen der Studierenden zu unterscheiden und so Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Ausbildung zu ziehen, wurde in einer deutschschweizerischen Zusatzstudie eine repräsentative Stichprobe von Studierenden im ersten Semester (n = 1394) getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass in der Primarstufenausbildung nur bezüglich mathematikdidaktischen Wissens signifikante Differenzen zwischen Studierenden im ersten und Studierenden im letzten Semester bestehen, nicht aber bezüglich Mathematikwissens. Für die Sekundarstufe I sind sowohl in Mathematik als auch in Mathematikdidaktik signifikante Leistungsdifferenzen zugunsten der Studierendenkohorte bei Studienende zu finden. Weitere Analysen verweisen auf Unterschiede zwischen den Institutionen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung und bestätigen die hohe Bedeutung ausreichender Lerngelegenheiten für den Erwerb fachlichen und fachdidaktischen Wissens.

Schlagwörter Wirksamkeit der Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Lehrpersonenwissen – Wissen in Mathematik und Mathematikdidaktik – Lerngelegenheiten – Quasilängsschnittdesign – TEDS-M

Prior Knowledge or Knowledge Growth? The Acquisition of Mathematics Content Knowledge and Mathematics Pedagogical Content Knowledge in Teacher Education

Abstract Findings from the Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M) indicate that students at the end of their teacher training program in the German-speaking part of Switzerland reach comparatively high levels of mathematics content knowledge (MCK) and mathematics pedagogical content knowledge (MPCK). In order to be able to separate the effects of training and selection, and to draw conclusions about the effectiveness of teacher education, Swiss students were tested during the first semester of their preparation program (n = 1394), thus extending the scope of TEDS-M. The results for future primary school teachers show significant differences between students at the beginning and those at the end of their training program only regarding MPCK, but not regarding MCK. By contrast, future secondary school teachers performed significantly better at the end of their training program with respect to both MCK and MPCK than students at the beginning of their study. Further analyses reveal differences between teacher training institutions and confirm the high relevance of lear-

source: https://doi.org/10.57694/1027 | downloaded: 12.10.2024

ning opportunities to the acquisition of mathematics content knowledge as well as mathematics pedagogical content knowledge.

Keywords effectiveness of teacher education – teacher knowledge – mathematics content knowledge (MCK) – mathematics pedagogical content knowledge (MPCK) – opportunities to learn – quasi-longitudinal study design – TEDS-M

1 Einleitung

Seit der Entstehung einer institutionalisierten Lehrerinnen- und Lehrerbildung zu Beginn des 19. Jahrhunderts wird immer wieder heftig über die zu vermittelnden Bildungsziele und die Wirksamkeit der Lehrpersonenausbildung debattiert, ohne dass diese je systematisch überprüft worden wäre (Oelkers, 2001). Erst das stark zunehmende Interesse der empirischen Bildungsforschung an der Lehrpersonenausbildung in den letzten zwei Dekaden hat dazu geführt, dass die Wirksamkeit der Lehrerinnen- und Lehrerbildung häufiger zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden ist. Während die Lehrerinnen- und Lehrerbildung zunächst national untersucht wurde (z.B. Oser & Oelkers, 2001), hat sich die Lehrpersonenbildungsforschung in den letzten Jahren internationalisiert. So wurde 2008 mit der «Teacher Education and Development Study in Mathematics» (TEDS-M) der «International Association for the Evaluation of Educational Achievement» (IEA) erstmals eine internationale Vergleichsstudie mit 17 beteiligten Ländern zur Wirksamkeit der Mathematiklehrpersonenausbildung durchgeführt (Tatto et al., 2012). Die Ergebnisse aus TEDS-M haben ergeben, dass die angehenden Lehrpersonen der Deutschschweiz am Ende der Ausbildung im internationalen Vergleich über ein hohes mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen verfügen (Oser, Biedermann, Brühwiler, Kopp, Krattenmacher & Steinmann, 2010).

Obwohl bei TEDS-M der Wissensstand nur am Ende der Ausbildung getestet wurde, ist das Interesse gross, daraus Folgerungen für die Wissensentwicklung und die Wirksamkeit der Lehrpersonenausbildung zu ziehen. Um zu überprüfen, ob das Wissen im Verlaufe der Ausbildung aufgebaut wurde oder bereits vor Aufnahme des Studiums bestanden hatte, wurden im Rahmen einer deutschschweizerischen Zusatzstudie zu TEDS-M mit denselben Erhebungsinstrumenten die Studierenden im ersten Semester der Lehrpersonenausbildung getestet. Somit liegen erstmals für die Deutschschweiz repräsentative Quasilängsschnittdaten vor, welche die Möglichkeiten für Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Lehrerinnen- und Lehrerbildung deutlich verbessern. Auf der Grundlage dieser quasilängsschnittlichen Daten werden im vorliegenden Beitrag Wissensdifferenzen zwischen Studierenden im ersten und Studierenden im letzten Semester der Lehrpersonenausbildung analysiert. Dadurch lässt sich näherungsweise abschätzen, ob das vergleichsweise hohe mathematische und mathematikdidaktische Wissen der angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz auf die Ausbildung zurückzuführen ist oder auf Selektionseffekten vor der Ausbildung beruht.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Die Bedeutung mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens für das schulische Lernen

In der empirischen Bildungsforschung der letzten zwei Jahrzehnte spielen Kompetenzmessungen bei Schülerinnen und Schülern eine grosse Rolle. Zwar hatten auch die grossen internationalen Vergleichsstudien wie TIMSS (z.B. Beaton et al., 1996), PISA (z.B. OECD, 2013) oder DESI (z.B. Klieme, 2008) das Unterrichtsgeschehen und teilweise die Lehrperson thematisiert. Damit liess sich die Erklärungslücke zwischen System- bzw. Kontextvariablen und Schülerleistungen (Baumert, Blum & Neubrand, 2004) jedoch nicht zufriedenstellend schliessen, sodass das Unterrichtsgeschehen und die Lehrperson wieder stärker ins Zentrum des wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Interesses rückten. So haben Hill, Rowan und Loewenberg Ball (2005) in einer Längsschnittstudie signifikante Effekte des mathematischen Wissens der Lehrpersonen auf die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler über ein Schuljahr hinweg nachweisen können. Heute gilt als empirisch gesichert, dass die Lehrperson bzw. deren unterrichtliches Handeln als ein proximaler Faktor akademische Lernerfolge massgeblich beeinflusst (z.B. Lipowsky, 2006; Seidel & Shavelson, 2007; Wayne & Youngs, 2003) und einen grösseren Effekt auf die Schülerleistungen aufweist als distale Faktoren wie Merkmale von Bildungssystemen oder Einzelschulen (z.B. Hattie, 2009; Helmke & Weinert, 1997).

Zur Beschreibung wesentlicher Fähigkeiten von Lehrpersonen hat sich im deutschsprachigen Raum das Konzept der professionellen Kompetenz (z.B. Baumert & Kunter, 2011) etabliert. Dabei ist die professionelle Lehrkompetenz auf die Bewältigung situationsspezifischer Anforderungen ausgerichtet (Klieme & Leutner, 2006). Auch bei TEDS-M ist die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrpersonen in Anlehnung an Weinert (2001) als multidimensionales Konstrukt konzipiert, das neben kognitiven Dispositionen motivationale und handlungsbezogene Merkmale einschliesst. Das Professionswissen als kognitive Dimension der professionellen Kompetenz besteht gemäss der allgemein akzeptierten Typologie nach Shulman (1986) und Bromme (1992) aus den drei Bereichen fachwissenschaftliches, fachdidaktisches sowie pädagogisch-psychologisches Wissen (vgl. auch Baumert & Kunter, 2011). Dabei ist davon auszugehen, dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen von Lehrpersonen als Ressource dienen, um Lerngelegenheiten herausfordernd, variationsreich und motivierend zu gestalten. Das fachdidaktische Wissen stellt eine bedeutsame Voraussetzung für eine kognitiv aktivierende und adaptive Unterrichtsgestaltung dar. So konnten Baumert et al. (2010) zeigen, dass das fachdidaktische Wissen die Unterrichtsqualität und den Leistungszuwachs der Schülerinnen und Schüler stärker beeinflusst als das Fachwissen, das seinerseits grösseren Einfluss auf die curriculare Abstimmung der Unterrichtsaufgaben hat.

2.2 Erwartungen an die Lehrerinnen- und Lehrerbildung

Angesichts der grossen Bedeutung der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen für schulische Lehr-Lern-Prozesse ist die Ausbildung künftiger Lehrpersonen hohen Erwartungen und Anforderungen ausgesetzt. Die Lehrpersonenausbildung soll die notwendigen Voraussetzungen für einen erfolgreichen Berufseinstieg und das selbstständige Weiterlernen im Beruf schaffen (z.B. Messner & Reusser, 2000). Die verstärkte Beachtung der professionellen Kompetenz und des beruflichen Handelns von Lehrpersonen hat daher nicht nur Projekte angeregt, die wie COACTIV (Baumert et al., 2010) Wirkungen professioneller Kompetenzen auf schulische Lehr-Lern-Prozesse fokussierten, sondern auch Studien wie TEDS-LT (Blömeke et al., 2011), PaLea (Bauer et al., 2010), LEK (König & Seifert, 2012) oder Observe (Seidel, Blomberg & Stürmer, 2010), die die Lehrerinnen- und Lehrerbildung und damit die Genese professioneller Kompetenzen ins Zentrum rückten. Dabei fallen zwei Entwicklungen auf: Zum einen hat sich die Professionsforschung internationalisiert, was sich an internationalen Vergleichsstudien wie TALIS (OECD, 2009), MT21 (Schmidt, Blömeke & Tatto, 2011) oder TEDS-M (Tatto et al., 2012) zeigt. Zum anderen hat sich in den letzten Dekaden ein Wandel von Selbsteinschätzungen hin zu objektiveren Kompetenzmessungen vollzogen (Hill, Beisiegel & Jacob, 2013). Das bekannteste Beispiel für eine international vergleichende Studie, die standardisierte Leistungstests zur Erfassung von Professionswissen am Ende der Lehrpersonenausbildung verwendet, ist die IEA-Studie TEDS-M. Diese Studie geht im Kern der Frage nach, wie gut angehende Lehrpersonen für die Primarstufe und die Sekundarstufe I auf den Unterricht im Fach Mathematik vorbereitet sind.

2.3 Ergebnisse aus TEDS-M und deren Interpretationsproblematik

Die Ergebnisse zu TEDS-M stellen den angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz ein gutes Zeugnis aus (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Brühwiler, Affolter & Kopp, 2015a, 2015b; Oser et al., 2010; Tatto et al., 2012). Zwar fallen im mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen die Abstände zu den besten Ländern wie Taiwan oder Singapur beträchtlich aus, die Leistungen liegen aber sowohl für die Primarstufe wie auch für die Sekundarstufe I deutlich über dem internationalen Mittelwert. Positiv zu werten sind die im internationalen Vergleich relativ geringen Leistungsunterschiede innerhalb der Deutschschweiz. Dies bedeutet zugleich, dass der überwiegende Teil der angehenden Lehrpersonen Mindestanforderungen an das fachliche Wissen in Mathematik erfüllt.

Auf *internationaler Ebene* zeigen sich erhebliche Länderunterschiede. So lässt sich rund ein Drittel der Varianz im mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen von künftigen Primarlehrpersonen durch Ländereffekte erklären (Blömeke, Suhl, Kaiser & Döhrmann, 2012). Auch innerhalb der Deutschschweiz bestehen am Ende der Primarstufenausbildung teilweise erhebliche Leistungsunterschiede zwischen den Ausbildungsinstitutionen (Brühwiler, Affolter & Kopp, 2015a, 2015b). Dabei zeigt sich, dass Studierende von Ausbildungsgängen, in denen reichhaltigere Gelegenheiten

zum Lernen mathematischer Inhalte angeboten werden, am Ende der Ausbildung auch bessere Leistungen in Mathematik und Mathematikdidaktik erzielen (Hollenstein & Ramseier, 2015). Neben institutionellen Bedingungen hängen auch individuelle Merkmale der angehenden Lehrpersonen mit deren Wissensstand zusammen. Günstige Voraussetzungen für ein hohes mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen am Ende der Lehrpersonenausbildung sind etwa gute mathematische Leistungen in der Volksschule oder fachbezogene Berufswahlmotive (Brühwiler, Affolter & Kopp, 2015a, 2015b). Geschlechterunterschiede zugunsten der Männer zeigen sich nur bezüglich des mathematischen Wissens bei angehenden Primarlehrpersonen, nicht aber bezüglich mathematikdidaktischen Wissens und auch nicht bei angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I (Brühwiler, Affolter & Kopp, 2015a, 2015b).

TEDS-M hat als erste international vergleichende empirische Lehrpersonenbildungsstudie wertvolle Erkenntnisse zu verschiedenen Aspekten der professionellen Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer, insbesondere zu deren Wissensstand in Mathematik und Mathematikdidaktik, gebracht. Allerdings lassen sich daraus kaum Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Lehrpersonenausbildung ziehen. Misst man nämlich fachliches Wissen am Ende der Ausbildung, so lässt sich nicht feststellen, ob das Wissen im Verlaufe der Ausbildung aufgebaut oder bereits vorgängig erworben wurde. Oder anders ausgedrückt: Es lässt sich nicht entscheiden, ob der Leistungsstand am Ende der Ausbildung auf die Eingangsselektivität oder auf Ausbildungseffekte zurückzuführen ist. Empirisch gesicherte Aussagen über die Genese professioneller Kompetenz können aufgrund der querschnittlichen Untersuchungsanlage von TEDS-M nicht gemacht werden.

2.4 Zur Genese professioneller Kompetenz

Als konzeptuelle Grundlage zur Beschreibung der Genese professioneller Kompetenz wird diesem Beitrag ein theoretisches Rahmenmodell zugrunde gelegt (Abbildung 1). Das Modell folgt einem *erweiterten Prozess-Produkt-Paradigma* (z.B. Seidel & Shavelson, 2007; Shuell, 1996) und integriert aktuelle Modelle zur Entwicklung professioneller Kompetenzen (Kunter, Kleickmann, Klusmann & Richter, 2011) und des schulischen Lernens (Fend, 1998; Helmke, 2012). Insbesondere berücksichtigt das Modell den Angebots-Nutzungs-Charakter und die multiplen Bedingungsfaktoren von Lehr-Lern-Prozessen. Das Rahmenmodell lässt sich folglich als integriertes Struktur-Prozess-Modell (Seidel, 2014) charakterisieren, in welchem sowohl strukturelle Merkmale (z.B. die Lernangebote der Ausbildungsgänge) als auch die Lernprozesse (z.B. kognitive und motivational-affektive Aspekte des Lernens) modelliert werden.

Die Entwicklung professioneller Kompetenz lässt sich in zwei Phasen gliedern. Die *erste Phase* bezieht sich auf die Vorbildung, die mit der Aufnahme in die Ausbildung zur Lehrperson abgeschlossen wird und insofern auch einen ersten Selektionsprozess darstellt. Obschon über die verlangten Eintrittsbedingungen (in der Schweiz üblicherweise Maturitätsniveau) ein grundlegendes Leistungsniveau vorausgesetzt werden

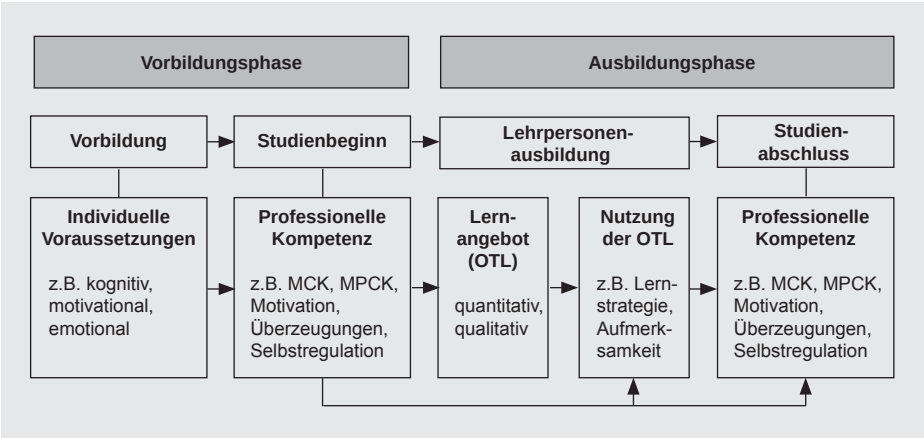

Abbildung 1: Theoretisches Rahmenmodell zur Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrpersonen während der Grundausbildung (MCK = Mathematisches Wissen [mathematics content knowledge], MPCK = Mathematikdidaktisches Wissen [mathematics pedagogical content knowledge], OTL = Lerngelegenheiten [opportunities to learn]).

kann, bringen die Studierenden bei Studienbeginn unterschiedliche individuelle Voraussetzungen mit, die Auswirkungen auf den weiteren Professionalisierungsprozess haben (Blömeke, Suhl, Kaiser & Döhrmann, 2012). Die *zweite Phase* umfasst die Lehrpersonenausbildung mit dem Ziel, über geeignete Lernangebote den Erwerb professioneller Kompetenzen so weit zu unterstützen, dass die angehenden Lehrerinnen und Lehrer die beruflichen Anforderungen erfolgreich bewältigen können. Dabei hängt der Kompetenzerwerb während der Ausbildung von der Intensität und der Qualität der Nutzung der angebotenen Lerngelegenheiten (Helmke, 2012) durch die Studierenden ab. Dies impliziert zugleich, dass Lernerträge nicht direkt durch die Lerngelegenheiten determiniert, sondern als Ergebnis der Angebotsnutzung aufzufassen sind. Dass der Leistungszuwachs während des Studiums von individuellen und institutionellen Faktoren abhängt, lässt sich auch durch Ergebnisse aus TEDS-M erhärten. So erwiesen sich die Abiturnote, die besuchte Vorbildung oder die Ausbildungsdauer als signifikante Prädiktoren des mathematischen Wissens am Ende der Ausbildung (Felbrich, Müller & Blömeke, 2010). Blömeke et al. (2012) konnten nachweisen, dass Lerngelegenheiten und motivationale Orientierungen positiv mit dem Ausmass mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens zusammenhängen.

Entsprechend den theoretischen Überlegungen zu den Selektions- und Ausbildungseffekten lassen sich zwei grundlegende Lehrpersonenbildungsmodelle unterscheiden (Brühwiler, Affolter & Kopp, 2015a): (1) Das *Vorbildungsmodell* geht davon aus, dass die angehenden Lehrerinnen und Lehrer das auf die Inhalte der Schulfächer bezogene Wissen bereits vor der Ausbildung erwerben und deshalb während der Ausbildung kaum fachspezifische Lerngelegenheiten bereitgestellt werden müssen (z.B. Primarstufenausbildung in der Schweiz). (2) Im *Ausbildungsmodell* hingegen wird das fachliche

Vorwissen mit Blick auf die künftigen beruflichen Anforderungen als unzureichend betrachtet, weshalb es während der Lehrpersonenausbildung erweitert und vertieft werden soll (z.B. Sekundarstufenausbildung in der Schweiz).

Empirische Untersuchungen, die eine systematische Trennung von Eingangsvoraussetzungen der Studierenden und Ausbildungseffekten zulassen und so Rückschlüsse auf die Entwicklung professioneller Kompetenz während der Ausbildung ermöglichen, sind bisher selten. MT21, eine der wenigen (quasi)längsschnittlich angelegten Studien, in denen Ausbildungsergebnisse standardisiert mittels Leistungstests erfasst wurden, hatte signifikante Wissensunterschiede in Mathematik zwischen verschiedenen Studierendenkohorten gefunden. Demnach nahm das mathematische Wissen der angehenden Lehrpersonen während der Ausbildung signifikant zu (Schmidt, Blömeke & Tatto, 2011). Für die Schweiz lagen bisher keine repräsentativen Daten vor, anhand deren Rückschlüsse auf den Wissenserwerb während der Lehrpersonenausbildung gezogen werden könnten.

3 Fragestellungen und Hypothesen

Ergänzend zur bisherigen Bestandsaufnahme durch TEDS-M am Ende der Lehrpersonenausbildung (Oser et al., 2010) geht die vorliegende Studie der Frage nach, in welchem Ausmass das mathematische und mathematikdidaktische Wissen der angehenden Lehrpersonen in der Deutschschweiz auf die Ausbildung zurückgeführt werden kann. Konkret werden folgende Fragestellungen untersucht:

1) Bestehen im mathematischen und im mathematikdidaktischen Wissen Differenzen zwischen Studierenden des ersten und des letzten Semesters der Primarstufen- bzw. Sekundarstufenausbildung?
2) Lassen sich in den Wissensdifferenzen zwischen Studienbeginn und Studienende Geschlechterunterschiede finden?

3a) Ist der bei Studienbeginn bestehende Wissensstand zwischen den Ausbildungsgängen der einzelnen Institutionen unterschiedlich ausgeprägt?

3b) Variiert das Ausmass der Wissensdifferenzen zwischen Studienbeginn und Studienende zwischen den verschiedenen Ausbildungsgängen?

4) Lassen sich die Unterschiede in der Wissensdifferenz zwischen Studienbeginn und Studienende durch unterschiedliche Lerngelegenheiten in den Ausbildungsgängen erklären?

Nachfolgend werden ausgehend von theoretischen Überlegungen Hypothesen zu den Fragestellungen formuliert und begründet.

Ad Fragestellung 1: Wie in Abschnitt 2 ausgeführt spielen die Lerngelegenheiten während der Lehrpersonenausbildung eine entscheidende Rolle für die Entwicklung professionellen Wissens. Es ist deshalb anzunehmen, dass während der Primarstufenaus-

bildung kaum Lernzuwächse im Mathematikwissen zu verzeichnen sind, da während dieser Ausbildung nur punktuell Lerngelegenheiten im Fach Mathematik angeboten werden (Krattenmacher & Brühwiler, 2015). Bezüglich der ersten Fragestellung dürften sich deshalb im mathematischen Wissen kaum Differenzen zwischen dem ersten und dem letzten Semester der Primarstufenausbildung zeigen. Hingegen ist zu erwarten, dass künftige Primarlehrpersonen am Ende des Studiums über ein höheres mathematikdidaktisches Wissen verfügen als Erstsemestrige. In der Ausbildung für Lehrpersonen der Sekundarstufe I dürften Studierende im letzten Semester jene des ersten Semesters sowohl bezüglich mathematischen als auch bezüglich mathematikdidaktischen Wissens übertreffen, da sowohl mathematische als auch mathematikdidaktische Lerngelegenheiten angeboten werden.

Ad Fragestellung 2: Viele Studien zeigen, dass im Fach Mathematik signifikante Geschlechterunterschiede zugunsten der Männer bzw. Knaben bestehen (z.B. OECD, 2013). Auch wenn diese Unterschiede in der Schweiz in den letzten Jahren schwächer geworden sind (z.B. Bauer, Ramseier & Blum, 2014), ist hinsichtlich der zweiten Fragestellung zu erwarten, dass Männer in der Primarstufenausbildung bei Studienbeginn höhere Leistungen in Mathematik und Mathematikdidaktik erbringen als Frauen, sich die Differenzen aber zwischen den beiden Kohorten (Studienbeginn und Studienende) nicht zwischen den Geschlechtern unterscheiden. Bei der Ausbildung für die Sekundarstufe I hingegen sind Geschlechterunterschiede weder zu Beginn des Studiums noch am Ende zu erwarten, weil durch die bewusste Wahl des Fachbereichs Mathematik eine Selbstselektion stattfindet.

Ad Fragestellungen 3 und 4: Bezüglich der dritten Fragestellung ist davon auszugehen, dass sich bei Studienbeginn das mathematische und mathematikdidaktische Wissen zwischen den Ausbildungsgängen der einzelnen Institutionen aufgrund regionaler und kantonaler Unterschiede in den Bildungserträgen sowie aufgrund unterschiedlicher Selektionsmechanismen unterscheidet (Fragestellung 3a). Die Ausbildungsgänge der einzelnen Institutionen unterscheiden sich in den von ihnen gebotenen Gelegenheiten für das Lernen mathematischer und mathematikdidaktischer Inhalte, was sich in Wissensunterschieden bei Studienende widerspiegelt (Hollenstein & Ramseier, 2015). Diese unterschiedlichen Lernangebote zwischen den Institutionen dürften auch zu entsprechend variierenden Differenzen im Wissen der Studierenden zwischen dem ersten und dem letzten Semester führen (Fragestellung 3b) und diese erklären (Fragestellung 4).

4 Methode

4.1 Datengrundlage und Stichprobe

Die Basis für diesen Beitrag bilden die deutschschweizerischen Daten der internationalen Studie TEDS-M (Tatto et al., 2012), in welcher die Studierenden am Ende der Lehrpersonenausbildung untersucht wurden. In der Deutschschweiz wurden in einer

Zusatzstudie auch die Studierenden zu Beginn der Ausbildung befragt, womit die Datengrundlage zu einem Quasilängsschnitt ausgebaut werden konnte. TEDS-M nimmt angehende Lehrpersonen in den Blick, welche für die Primarstufe oder die Sekundarstufe die Berechtigung zum Unterrichten des Fachs Mathematik anstreben. Dementsprechend wurden auf der Sekundarstufe nur diejenigen Studierenden getestet, welche Mathematik als Unterrichtsfach gewählt hatten, während auf der Primarstufe eine Vollerhebung erfolgte, da dieser Studiengang in der Deutschschweiz eine Generalistenausbildung darstellt.

Die Befragung der Studierenden zu Beginn der Ausbildung fand im Herbst 2008 statt, diejenige der Studierenden am Ende der Ausbildung bereits im Frühling 2008. Der Rücklauf innerhalb der einzelnen Gruppen ist mit 73% bis 91% hoch (Tabelle 1).

Tabelle 1: Stichprobe der Studierenden

	Studienbeginn (Frühling 2008)			Studienende (Herbst 2008)		
Studiengang	**Population**	**Stichprobe**	**Rücklauf**	**Population**	**Stichprobe**	**Rücklauf**
Primarstufe	1341	1215	91%	1232	933	76%
Sekundarstufe I	246	179	73%	176	141	80%

Anmerkungen: Die Population im Studiengang Sekundarstufe I umfasst nur Studierende mit Studienfach Mathematik. Ein Teil der Studierendenbefragung zu Studienbeginn wurde online durchgeführt. Dies hatte zur Folge, dass der Rücklauf zu einigen Variablen, insbesondere zu den Lerngelegenheiten und demografischen Aspekten, insgesamt um 174 Studierende geringer ausfiel.

Genauere Angaben zur Zusammensetzung der Stichprobe nach Geschlecht und Vorbildung werden in diesem Heft von Affolter, Hollenstein und Brühwiler (2015) dargestellt. Die Vergleichbarkeit der Populationen ist bei den Studierenden der Primarstufe hoch, da die Eintrittspopulation nur um 9% grösser ist als die Austrittspopulation. Auf der Sekundarstufe findet sich zwischen den Populationen zu Studienbeginn (N = 246) und zu Studienende (N = 176) ein deutlich grösserer Unterschied. Mögliche Gründe dafür könnten sein, dass das Sekundarstufenstudium mit Unterrichtsfach Mathematik an einer pädagogischen Hochschule in der Zwischenzeit an Attraktivität gewonnen hat[1] oder dass ein Teil auf Fluktuation infolge hoher Anforderungen im Fachbereich während des Studiums zurückzuführen ist.

In den 16 Deutschschweizer Lehrpersonenbildungsinstitutionen haben an der Erhebung bei Studienbeginn 22 Ausbildungsgänge der Primarstufe und sieben Ausbildungsgänge der Sekundarstufe I teilgenommen. Bei der Erhebung am Studienende waren es

[1] Gemäss dem Bundesamt für Statistik (BFS, 2015) hat die Anzahl der Studierenden im ersten Semester des Ausbildungstyps Sekundarstufe I von 2004 bis 2008 gesamtschweizerisch von 641 auf 544 Personen abgenommen. Da keine Informationen bezüglich der Fächerwahl bekannt sind, kann nicht eruiert werden, wie sich die Zahlen im Unterrichtsfach Mathematik entwickelt haben.

21 Ausbildungsgänge der Primarstufe und acht Ausbildungsgänge der Sekundarstufe I (Steinmann, Brühwiler & Ramseier, 2015). Um entsprechend unseren Fragestellungen Unterschiede zwischen den Ausbildungsgängen der einzelnen Institutionen analysieren zu können, ist der Rücklauf innerhalb jeder einzelnen Institution relevant. Nur wenn sich die Populationsgrössen im Erst- und Abschlusssemester nicht wesentlich unterscheiden und der Rücklauf je befriedigend ist, können Wissensdifferenzen zwischen den Stichproben in den beiden Semestern als Hinweise auf Veränderungen im betreffenden Ausbildungsgang interpretiert werden. Für Analysen auf der Basis von Einzelinstitutionen wurde datengestützt entschieden, nur Ausbildungsgänge zu berücksichtigen, bei denen die Population im stärker besuchten Semester jene des weniger besuchten Semesters nicht um mehr als 65% übertraf und der Rücklauf beim mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen in jedem Semester mindestens 59% betrug.[2] Nur 14 Ausbildungsgänge für die Primarstufe und zwei für die Sekundarstufe I erfüllen diese Bedingung und sind in diesem Sinne «intern repräsentativ». Eine Analyse auf der Ebene der Ausbildungsgänge entfällt damit für die Sekundarstufenausbildung und ist bei der Primarstufe gerade noch möglich. Die dabei berücksichtigten Stichproben repräsentieren 60% der Gesamtpopulation im Erst- und 58% im Abschlusssemester.

4.2 Erhebungsinstrumente

In der Studie TEDS-M wurden umfangreiche Erhebungsinstrumente entwickelt (Tatto, 2013). Für unsere Fragestellungen sind nebst den demografischen Angaben insbesondere die Messungen des mathematischen und des mathematikdidaktischen Wissens zentral. Um das Spektrum der entsprechenden Zielstufe abdecken zu können, wurden für die Primarstufe und die Sekundarstufe I in den zwei Wissensbereichen je unterschiedliche Testinstrumente erstellt. Die vier daraus gebildeten Skalen wurden je auf einen internationalen Mittelwert von 500 Punkten und eine Standardabweichung von 100 Punkten festgelegt (vgl. dazu auch Blömeke, Lehmann & Suhl, 2010; Tatto, Rodriguez, Reckase, Rowley & Lu, 2013). Daraus folgt auch, dass die Ergebnisse zwischen der Primarstufe und der Sekundarstufe I sowie zwischen den Wissensbereichen nicht direkt verglichen werden können, sondern nur relativ zur internationalen Stichprobe vergleich- und interpretierbar sind.

Da die Daten der Studierenden zu Studienbeginn zu den zwei Wissensbereichen nicht in die internationale Stichprobe miteingeflossen sind, mussten die Skalierungen nachträglich vorgenommen werden. Dazu wurden die Daten der Erstsemestrigen unter Verwendung der international bestimmten Itemschwierigkeiten analog zum Verfahren im internationalen Projekt TEDS-M gemäss dem Rasch-Modell skaliert, wobei die Messinvarianz zwischen Erst- und Abschlusssemester überprüft wurde und bestätigt werden konnte (Ramseier et al., 2011). In der Deutschschweiz betragen die Reliabilitäten für das mathematische Wissen der angehenden Primarlehrpersonen im ersten bzw. letz-

[2] Die Abweichung kann nicht restriktiv formuliert werden, da sich kleine Populationen prozentual rasch stark unterscheiden können.

ten Semester .63 bzw. .65 und bei angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I .77 bzw. .69. Beim mathematikdidaktischen Wissen betragen die entsprechenden Reliabilitäten bei der Primarstufe .41 bzw. .44 und bei der Sekundarstufe I .58 bzw. .48. Diese Werte sind mehrheitlich tief und tiefer als im internationalen Projekt (Tatto et al., 2013, S. 296). Dies liegt aber nicht an einer weniger genauen Messung – der mittlere Messfehler ist im Gegenteil in der Deutschschweiz etwas kleiner als international. Hingegen ist die wahre Varianz innerhalb der Deutschschweiz deutlich kleiner als international, womit die Reliabilität als Verhältnis zwischen wahrer Varianz und Gesamtvarianz (Summe aus wahrer Varianz und Fehlervarianz) kleiner ausfällt. Die tiefen Reliabilitäten müssen bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, besonders wenn es um das mathematikdidaktische Wissen geht: Streuungen werden überschätzt, Korrelationen und Effektgrössen unterschätzt. Wichtig ist aber, dass Mittelwertunterschiede und Effekte anderer Variablen auf das Wissen dennoch erwartungstreu geschätzt werden.

Als kontextuelle Merkmale der Ausbildungsgänge erfragte TEDS-M bei den Studierenden im letzten Semester die während der Ausbildung erlebten Lerngelegenheiten u.a. in den Inhaltsbereichen der schulischen und höheren Mathematik sowie in der Mathematikdidaktik (vgl. dazu Hollenstein & Ramseier, 2015). Insbesondere hatten die Studierenden als Basis zur Skala «Inhalte der höheren Mathematik» zu 17 Stoffgebieten auf Hochschulniveau (z.B. Analysis, nichteuklidische Geometrie) anzugeben, ob sie diese jemals behandelt hatten.

4.3 Statistische Analyse

Die Auswertungen werden generell mit SPSS durchgeführt. Effekte unabhängiger Variablen (z.B. Geschlecht) auf die Wissensdifferenz zwischen den Semestern zeigen sich als Interaktionseffekte zwischen der Variablen und dem Indikator für das Erst- bzw. Abschlusssemester. Obwohl es sich einerseits um eine Vollerhebung handelt und andererseits von Gemeinsamkeiten zwischen Studierenden innerhalb der einzelnen Ausbildungsgänge ausgegangen werden muss, werden übliche Signifikanztests durchgeführt, da diese Tests hier nicht auf die Verallgemeinerung auf eine spezifische Population zielen, sondern im Rahmen eines modellbasierten Ansatzes (z.B. Sterba, 2009) prüfen sollen, ob festgestellte Unterschiede valide auf das unterscheidende Merkmal (z.B. Geschlecht) zurückgeführt werden können und nicht einfach zufällig entstanden sind. Die statistische Signifikanz wird überwiegend mittels Varianzanalysen bestimmt. Vorgängig wurden beim mathematischen bzw. mathematikdidaktischen Wissen sechs Extremwerte (Eid, Gollwitzer & Schmitt, 2011, S. 124) auf den Wert des benachbarten nicht extremen Wertes reduziert, um Verzerrungen der Varianzschätzung zu vermeiden. Um Merkmale der einzelnen Ausbildungsgänge zu untersuchen, werden auch mehrebenenanalytische Verfahren eingesetzt (Prozedur «MIXED» in SPSS).

5 Ergebnisse

5.1 Differenzen im mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen zwischen Beginn und Ende der Lehrpersonenausbildung

Zunächst wird der Frage nachgegangen, ob Wissensdifferenzen zwischen Studierenden bei Studienbeginn und Studierenden bei Studienende bestehen. Vergleicht man auf der Primarstufe (Abbildung 2) das mathematische Wissen der Studierenden zu Studienbeginn (M = 539, SD = 62) und Studienende (M = 543, SD = 66), finden sich keine signifikanten Differenzen. Ein etwas anderes Ergebnis ergibt der Vergleich im mathematikdidaktischen Wissen. Die Differenz zwischen Studienbeginn (M = 527, SD = 60) und Studienende (M = 538, SD = 62) ist zwar signifikant ($F(1,2146) = 17.003$, $p < .001$), bleibt mit einer Effektstärke von $d = 0.17$ jedoch bescheiden. Auch wenn die Studierenden der Primarstufe im internationalen Vergleich gesehen in beiden Wissensbereichen gut abschneiden (Oser et al., 2010), so weist dieses Ergebnis doch darauf hin, dass dieser Erfolg über die gesamte Stichprobe hinweg gesehen im mathematischen Bereich nicht und im mathematikdidaktischen Bereich nur in geringem Ausmass auf die Ausbildung zurückgeführt werden kann.

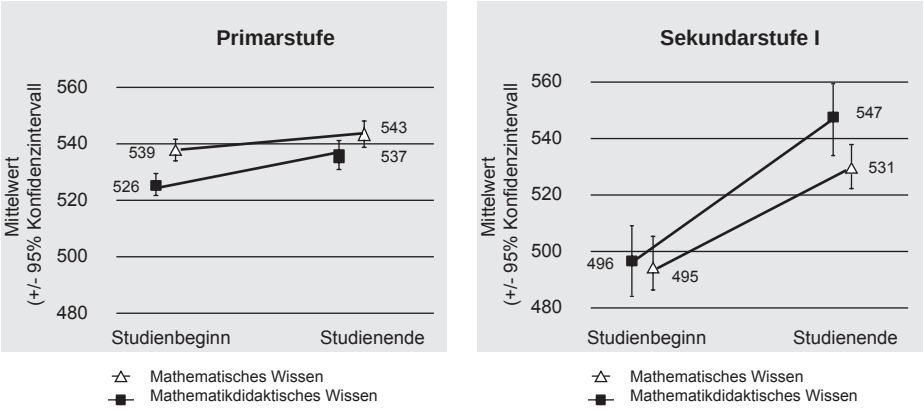

Abbildung 2: Mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen zu Studienbeginn und Studienende auf der Primarstufe und der Sekundarstufe I (Anmerkung: Die Ergebnisse zwischen der Primarstufe und der Sekundarstufe I und zwischen den Wissensbereichen sind nicht direkt, sondern nur relativ zur internationalen Stichprobe vergleich- und interpretierbar [vgl. Abschnitt 4.2]).

Auf der Sekundarstufe I (Abbildung 2) ist beim mathematischen Wissen die Differenz von 36 Punkten zwischen den Studierenden zu Studienbeginn (M = 495, SD = 60) und jenen zu Studienende (M = 531, SD = 49) signifikant ($F(1,318) = 33.572$, $p < .001$) und mit einer Effektstärke von $d = 0.66$ beachtlich. Auch der Vergleich beim mathematikdidaktischen Wissen erweist sich als signifikant ($F(1,318) = 38.047$, $p < .001$). Zwischen Studienbeginn (M = 496, SD = 74) und Studienende (M = 547, SD = 74) besteht ein er-

heblicher Effekt (d = 0.69). Dies weist darauf hin, dass die guten Ergebnisse im internationalen Vergleich (Oser et al., 2010) auf der Sekundarstufe I mindestens zu einem Teil während der Ausbildung an den Lehrpersonenbildungsinstitutionen entstanden sind.

Bisher wurde über das mathematische und das mathematikdidaktische Wissen als je eigene Merkmale berichtet. Es ist aber zu erwarten, dass zwischen ihnen ein enger Zusammenhang besteht, denn mathematikdidaktisches Wissen ohne mathematische Kenntnisse ist kaum vorstellbar. Tatsächlich korreliert die Ausprägung der beiden Wissensarten bei den Studierenden der Primarstufenausbildung im ersten bzw. letzten Semester mit r = .37 bzw. r = .40 und bei den Studierenden der Sekundarstufenausbildung mit r = .55 bzw. r = .40. Diese Werte unterschätzen aber aufgrund der tiefen Reliabilitäten die Korrelationen, wie sie ohne Messfehler festzustellen wären. Die entsprechend auf Messfehler bereinigten Korrelationen betragen denn auch in der Primarstufenausbildung im Erst- bzw. Abschlusssemester .70 bzw. .76 und in der Sekundarstufenausbildung .83 bzw. .70. Die bereinigten Korrelationen zeigen, dass es sich beim mathematischen und mathematikdidaktischen Wissen um eng verwandte Konzepte handelt, die sich aber gleichzeitig auch so unterscheiden, dass es sich lohnt, sie gesondert zu untersuchen.

5.2 Wissensstand und Wissensdifferenzen nach Geschlecht

Im Folgenden wird untersucht, ob sich Studierende je nach Geschlecht in ihrem Wissensstand zu Beginn und/oder am Ende des Studiums unterscheiden und ob sich daraus Unterschiede in der Wissensdifferenz zwischen Beginn und Ende ergeben. Zudem wird kurz auf Wissensunterschiede je nach Vorbildung eingegangen. Tabelle 2 stellt die entsprechenden Ergebnisse unterteilt nach den beiden Zielstufen der Lehrpersonenausbildung dar. Frauen weisen sowohl zu Beginn (d = .24) als auch am Ende der Ausbildung zur Primarlehrperson (d = .29) ein signifikant niedrigeres mathematisches Wissen auf

Tabelle 2: Mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen zu Beginn und am Ende der Lehrpersonenausbildung nach Geschlecht und Zielstufe

	Mathematisches Wissen			**Mathematikdidaktisches Wissen**		
	Mittelwerte (*SD*)		Differenz	Mittelwerte (*SD*)		Differenz
	Beginn	Ende	Ende–Beginn	Beginn	Ende	Ende–Beginn
Primarstufe						
Frauen	539 (60)	541 (65)	1	529 (59)	538 (62)	9
Männer	556 (79)	560 (65)	4	528 (63)	537 (61)	9
Signifikanz	**	***	-	-	-	-
Sekundarstufe I						
Frauen	488 (55)	528 (53)	40	495 (70)	536 (75)	41
Männer	522 (56)	533 (46)	12	507 (76)	556 (72)	49
Signifikanz	***	-	*	-	-	-

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01, *** p <.001, - p ≥ .10.

als Männer. Für beide Gruppen ist praktisch keine Wissensdifferenz zwischen Studienbeginn und Studienende festzustellen. Beim mathematikdidaktischen Wissen ist weder bei Studienbeginn noch bei Studienende ein Geschlechterunterschied festzustellen.

Bei der Ausbildung zur Lehrperson für die Sekundarstufe I weisen die Männer zu Studienbeginn gegenüber den Frauen einen hoch signifikanten Vorsprung im Mathematikwissen auf (d = 0.61). Da beide Geschlechter die mathematisch-naturwissenschaftliche Ausrichtung dieses Studiums bewusst gewählt haben, ist dies unerwartet. Der Vorsprung ist am Studienende nicht mehr signifikant. Die Differenz zwischen Studienbeginn und Studienende fällt für die beiden Geschlechter signifikant unterschiedlich aus. Soweit die Stichproben zu Beginn und am Ende des Studiums vergleichbar sind, ist dies ein Hinweis auf eine ausgleichende Wirkung bzw. Nutzung der Ausbildung. Allerdings ist bei der Interpretation des Ergebnisses zu berücksichtigen, dass der Frauenanteil am Studienende (43%) tiefer liegt als zu Beginn (61%), was auf einen vermehrten Abbruch der Ausbildung bei Frauen hinweisen könnte. Wie schon bei der Primarstufe ist auch bei der Sekundarstufe I der Geschlechterunterschied zu Studienbeginn beim mathematikdidaktischen Wissen statistisch nicht signifikant (d = 0.17). Auch die Differenz zwischen Studienbeginn und Studienende unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Geschlechtern. Dies passt zur Interpretation, dass es hier keinen Rückstand aufzuholen gilt.

Die Art der Vorbildung wurde nur zu Beginn des Studiums erfasst. In der Primarstufenausbildung zeigen diejenigen 61% der Studierenden, die über eine allgemeinbildende Maturität verfügen, ein höheres mathematisches Wissen (M = 554, SD = 64) als die Übrigen (M = 523, SD = 58). Der Unterschied ist mit einer Effektstärke von d = 0.49 hoch signifikant ($F(1,1031) = 58.74$, $p < .001$). Auch beim mathematikdidaktischen Wissen ist der Wissensvorsprung deutlich (M = 536 bzw. 518; $F(1,1031) = 22.98$, $p < .001$; d = 0.31). In der Sekundarstufenausbildung verfügen zu Studienbeginn 85% der Studierenden über eine Matura. Ihr mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen ist zwar zahlenmässig um 16 bzw. 17 Punkte höher als dasjenige der übrigen Studierenden; dieser Unterschied ist nur wenig kleiner als in der Primarstufenausbildung, aufgrund der kleineren Stichprobe jedoch nicht signifikant.

5.3 Vergleich zwischen den Ausbildungsgängen

Im Abschlusssemester der Primarstufenausbildung haben Brühwiler, Affolter und Kopp (2015a, 2015b) signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Ausbildungsgängen der Institutionen gefunden. Es fragt sich nun, ob solche Unterschiede bereits zu Beginn der Ausbildung bestehen und ob das Ausmass der Wissensdifferenzen zwischen Studienbeginn und Studienende zwischen den verschiedenen Ausbildungsgängen variiert. Letzteres könnte als Indikator für eine unterschiedliche Effizienz der einzelnen Institutionen interpretiert werden. Diese Fragestellungen werden zunächst pro Wissensbereich geprüft. Die Analyse beschränkt sich auf der Ebene einzelner Ausbildungsgänge auf die Primarstufenausbildung, da bei der Sekundarstufe I mit nur zwei

repräsentativ erfassten Ausbildungsgängen keine zuverlässigen Auswertungen durchgeführt werden können.

Die verschiedenen Ausbildungsgänge der Primarstufe starten bei Studienbeginn mit Studierenden, die im Mittel unterschiedliche Vorkenntnisse im mathematischen Bereich mitbringen (Abbildung 3). Die Spannweite der Mittelwerte erstreckt sich zwischen 505 und 563 Punkten. Ein Unterschied von 58 Punkten stellt fast eine Standardabweichung auf der Skala des mathematischen Wissens zu Studienbeginn dar (SD = 60). Eine Varianzanalyse zwischen den 14 intern repräsentativ erfassten Ausbildungsgängen der Primarstufenausbildung bestätigt, dass sich diese bezüglich des mathematischen Wissens ihrer Studierenden beim Eintritt signifikant unterscheiden ($F(13,791) = 3.942$, $p < .001$). Die Unterschiede zwischen diesen Ausbildungsgängen machen jedoch lediglich 4.5% der gesamten Varianz aus. (Zusätzlich wurden die Analysen jeweils auch mit allen Ausbildungsgängen durchgeführt. Die Ergebnisse weichen nur unwesentlich von den Resultaten mit den 14 intern repräsentativen Ausbildungsgängen ab.) Am Ende der Ausbildung ist die Spannweite im mathematischen Wissen zwischen dem Ausbildungsgang mit dem tiefsten Wert (M = 492) und demjenigen mit dem höchsten Wert (M = 593) mit 101 Punkten grösser als zu Studienbeginn. Die varianzanalytische Überprüfung bestätigt, dass sich am Studienende beim mathematischen Wissen die repräsentativen Studiengänge ebenfalls signifikant ($F(13,706) = 6.862$, $p < .001$) unterscheiden, was nun 9.6% der Gesamtvarianz ausmacht.

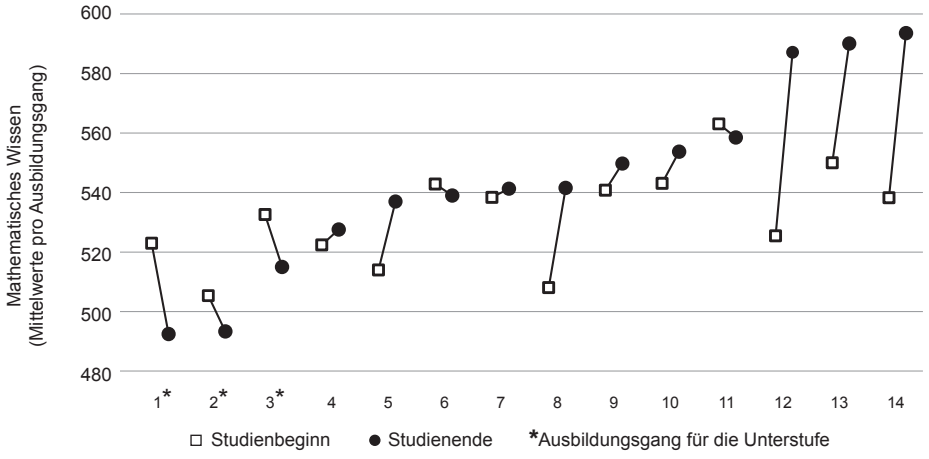

Abbildung 3: Mathematisches Wissen pro Ausbildungsgang der Primarstufe bei Studienbeginn und Studienende (Anmerkung: Die Standardfehler der Ausbildungsgänge liegen bei Studienbeginn zwischen 4.28 und 34.14 [Md = 10.39; M = 8.99] und bei Studienende zwischen 4.13 und 21.68 [Md = 10.82, M = 11.07]).

Insgesamt zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen den Ausbildungsgängen während der Ausbildung relativ gesehen etwas zunehmen und die Differenzen zwischen Studienbeginn und Studienende unterschiedlich ausgeprägt sind (Abbildung 3). So zeigt sich insbesondere in den Ausbildungsgängen 12, 13 und 14 eine deutliche Differenz in positiver Richtung, während in den drei Ausbildungsgängen der Unterstufe (1, 2 und 3) tendenziell eine Differenz in negativer Richtung sichtbar ist. Auch varianzanalytisch lässt sich belegen, dass je nach Ausbildungsgang signifikante Unterschiede in der Wissensdifferenz zwischen Studienbeginn und Studienende bestehen ($F(13,1497) = 2.458$, $p = .003$). Diese je nach Ausbildungsgang unterschiedlichen Wissensdifferenzen zwischen Studienbeginn und Studienende können als Hinweis darauf interpretiert werden, dass die verschiedenen Institutionen in Bezug auf die Ausbildung des mathematischen Wissens unterschiedlich effizient sind. Auch beim mathematikdidaktischen Wissen unterscheiden sich die Ausbildungsgänge bei Studienbeginn ($F(13,791) = 2.062$, $p = .014$) und bei Studienende signifikant ($F(13,706) = 4.141$, $p < .001$). Die Unterschiede zwischen den Institutionen sind bei der Mathematikdidaktik allerdings geringer als beim Mathematikwissen. Dies gilt sowohl für den Studienbeginn (Varianzaufklärung von 1.7%) als auch für das Studienende (5.4%). Anders als beim mathematischen Wissen zeigt sich in der Varianzanalyse, dass das Ausmass der mathematikdidaktischen Wissensdifferenz zwischen Studienbeginn und Studienende zwischen den verschiedenen Institutionen nicht signifikant ist.

In Abbildung 4 werden für beide Wissensbereiche die Differenzen zwischen Studienbeginn und Studienende pro Ausbildungsgang einander gegenübergestellt. Bei den 14 intern repräsentativen Ausbildungsgängen der Primarstufe beträgt die Korrelation

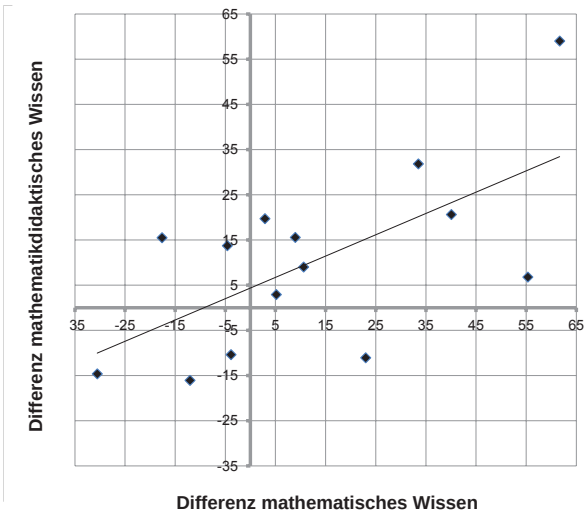

Abbildung 4: Differenzen für das mathematische und das mathematikdidaktische Wissen zwischen Studienbeginn und Studienende nach Ausbildungsgang.

zwischen den beiden Variablen $r = .57$ ($p = .043$). Diese Korrelation verweist darauf, dass in den Ausbildungsgängen das Lernen im mathematikdidaktischen Bereich mit dem Lernen im mathematischen Bereich zusammenhängt. Wie bereits in Abschnitt 5.1 festgestellt, zeigt auch dieses Ergebnis, dass die beiden Wissensbereiche zwar eng zusammenhängen, aber dennoch unterschiedlich ausgeprägt sind.

5.4 Effekte von Merkmalen der Ausbildungsgänge

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen den von den Studierenden berichteten Lerngelegenheiten bezüglich Mathematik und Mathematikdidaktik und dem von ihnen erreichten Wissensstand am Studienende hat gezeigt, dass ein solcher Zusammenhang einzig für die Einschätzung der Gelegenheiten zum Lernen von Inhalten der höheren Mathematik festzustellen ist (Hollenstein & Ramseier, 2015). Es fragt sich nun, ob sich ein solcher Zusammenhang auch zwischen Lerngelegenheiten und der Differenz im Wissensstand zwischen Studienbeginn und Studienende nachweisen lässt. Diese Frage lässt sich am besten mit Mehrebenenanalysen beantworten. Die Einschätzung der Lerngelegenheiten kann dabei allerdings nur auf Institutionsebene berücksichtigt werden, da sie – aus der Natur der Sache heraus – bei Studienbeginn individuell nicht erhoben wurde. Dies ist vertretbar (Lüdtke, Robitzsch, Trautwein & Kunter, 2009), da «Lerngelegenheit» eher als Eigenschaft der Institution anzusehen ist, die allerdings über die Einschätzung durch Studierende erfasst wurde. Zudem hat sich im Abschlusssemester gezeigt, dass der Einfluss der Lerngelegenheiten auf Institutionsebene jenen auf individueller Ebene deutlich überwiegt (Hollenstein & Ramseier, 2015). Das zentrale Ergebnis einer solchen Mehrebenenanalyse mit den 14 intern repräsentativ erfassten Ausbildungsgängen der Primarstufe ist, dass die mittlere Einschätzung der Lerngelegenheiten bezüglich Inhalten der höheren Mathematik pro Ausbildungsgang wie zu erwarten keinen Effekt auf den Wissensstand in Mathematik zu Studienbeginn hat ($p = .21$), hingegen einen hoch signifikanten ($p < .001$) Effekt auf die Wissensdifferenz zwischen Studienbeginn und Studienende. Dieser Effekt entspricht auf Institutionsebene einer sehr hohen Korrelation ($r = .71$) zwischen Lerngelegenheiten und der Wissensdifferenz in Mathematik.

Auch beim *mathematikdidaktischen* Wissen zeigt sich kein signifikanter Effekt dieser Lerngelegenheitsskala auf den Wissensstand zu Beginn ($p = .46$), während die mittlere Einschätzung dieser Lerngelegenheiten einen signifikanten Effekt auf die Wissensdifferenz zwischen Studienbeginn und Studienende hat ($p = .02$). Er entspricht diesmal auf Institutionsebene einer Korrelation von $r = .48$. Im Gegensatz zu den Ergebnissen bei den Lerngelegenheiten für Inhalte der höheren Mathematik ist kein signifikanter Effekt der zwei Skalen zu Lerngelegenheiten der schulischen Mathematik und der sechs Skalen zu mathematikdidaktischen Lerngelegenheiten (Hollenstein & Ramseier, 2015) auf die Differenz zwischen Studienbeginn und Studienende im mathematischen bzw. mathematikdidaktischen Wissen festzustellen.

6 Diskussion

Stützt man sich auf die Ergebnisse aus TEDS-M (Oser et al., 2010; Tatto et al., 2012), so verfügen angehende Lehrpersonen in der Deutschschweiz über ein vergleichsweise hohes Wissen in Mathematik und Mathematikdidaktik. Allerdings lassen sich aufgrund der bei Studienabschluss gemessenen Leistungen kaum Rückschlüsse auf den Wissenserwerb während der Lehrpersonenausbildung ziehen. Um Ausbildungseffekte von den Eingangsvoraussetzungen der Studierenden systematisch trennen zu können, wurde in der Deutschschweiz ergänzend eine repräsentative Stichprobe von Studierenden im ersten Ausbildungssemester getestet. Die Analysen dieser quasilängsschnittlichen Daten ergeben, dass zwischen Studierenden im ersten und Studierenden im letzten Semester der Primarstufenausbildung keine Differenzen im Mathematikwissen festzustellen sind. In der Mathematikdidaktik hingegen verfügen die künftigen Primarlehrpersonen bei Ausbildungsabschluss über ein etwas höheres Wissen als Studierende bei Studienbeginn. Die Differenz ist zwar statistisch signifikant, aber von schwacher Effektstärke. Bei den angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I sind in beiden Wissensbereichen deutliche Differenzen zwischen Studienbeginn und Studienende zu finden. Dies weist darauf hin, dass die im internationalen Vergleich positiven Ergebnisse auf der Sekundarstufe I mindestens teilweise auf Wissenszuwächse während der Ausbildung zurückgehen.

Diese Ergebnisse mögen für die Primarstufenausbildung ernüchternd erscheinen; sie sind aber durchaus erklärbar. Denn folgt man der in Abschnitt 2.4 vorgeschlagenen Unterscheidung der Lehrpersonenbildungsmodelle, so ist die Primarstufenausbildung eher dem *Vorbildungsmodell* und die Sekundarstufenausbildung dem *Ausbildungsmodell* zuzuordnen. Da die Curricula der Ausbildung für Primarlehrpersonen kaum Lerngelegenheiten im Fach Mathematik vorsehen und aufgrund der Generalistenausbildung in den einzelnen Fachdidaktiken auch nur wenige Lerngelegenheiten angeboten werden können (Krattenmacher & Brühwiler, 2015), ist es durchaus plausibel, dass während der Ausbildung kaum Wissenszuwächse zu verzeichnen sind. Die Ergebnisse für die Sekundarstufe I unterstreichen die hohe Bedeutung von curricular verankerten Lerngelegenheiten für den Wissenserwerb. In diesem Zusammenhang sollte auch die Frage gestellt werden, über welches Ausmass an Fachwissen eine Lehrperson verfügen muss. Zwar zeigten verschiedene Studien, dass hohes fachliches und fachdidaktisches Wissen eine notwendige Voraussetzung für einen gelingenden Unterricht darstellt (z.B. Baumert et al., 2010; Hill, Rowan & Loewenberg Ball, 2005). Dennoch ist noch weitgehend ungeklärt, welches Wissensniveau für einen lernwirksamen Unterricht überhaupt vorausgesetzt werden muss (Zeichner, 2006) bzw. welche Minimalanforderungen keinesfalls unterschritten werden dürfen. Lässt sich ein dürftiges Fachwissen, das kaum über die zu vermittelnden mathematischen Kenntnisse der unterrichteten Zielstufe hinausgeht, durch didaktische und pädagogische Kompetenzen kompensieren? Oder ist ein tiefes Durchdringen mathematischer Prozesse für einen gelingenden Mathematikunterricht unabdingbar? Angesichts der begrenzten zeitlichen Ressourcen während der Lehrper-

sonenausbildung stellt sich darüber hinaus auch die Machbarkeitsfrage: Was ist in den verschiedenen Fächern, insbesondere im Rahmen einer im internationalen Vergleich mit sechs Semestern kurzen Generalistenausbildung, überhaupt leistbar? Eine einseitige Wissensmaximierung in einem Fach könnte zu gravierenden Lücken in anderen Fächern führen. Aus einer ganzheitlichen Sicht und mit Blick auf einen möglichst gewinnbringenden Unterricht in allen zu unterrichtenden Fächern stellt sich also weniger die Frage nach dem Wissensmaximum im einzelnen Fachbereich, sondern vielmehr die Frage nach dem Optimum im Sinne eines Austarierens der in der Lehrpersonenausbildung anzustrebenden Bildungsziele zwischen den Fachbereichen unter Berücksichtigung weiterer berufsrelevanter Kompetenzaspekte.

Die ernüchternden Befunde zum Wissenserwerb in der Primarstufenausbildung sind folglich auch bildungspolitisch von grosser Relevanz, stellt sich doch immer wieder die Frage, ob die hohe Fächeranzahl eine fachlich fundierte Ausbildung überhaupt zulässt bzw. für wie viele Fächer die Lehrbefähigung erworben werden soll. Anstelle einer Fächerreduktion könnte auch über die Ausweitung der Primarstufenausbildung zu einem Masterstudium nachgedacht werden. Dadurch würden zeitliche Ressourcen geschaffen, die mindestens teilweise auch in die fachliche und fachdidaktische Ausbildung investiert werden könnten.

Die Ergebnisse zeigen weiter, dass die Männer in der Primarstufenausbildung bei Studienbeginn über einen moderaten Vorsprung im Mathematikwissen verfügen. Dies entspricht den Erwartungen, da andere Studien auf die generell etwas höheren Mathematikleistungen von männlichen Jugendlichen verweisen (z.B. OECD, 2013). Der signifikante Rückstand der Frauen im Mathematikwissen zu Beginn der Sekundarstufenausbildung ist dagegen nicht erwartungskonform. Da beide Geschlechter bewusst das Fach Mathematik gewählt haben, hätte diese Selbstselektion Geschlechterunterschiede verhindern können. Weil Mathematik während der Primarstufenausbildung kaum unterrichtet wird, erstaunt es nicht, dass die anfänglichen Geschlechterunterschiede auch am Studienende noch vorzufinden sind. Dies ist bei der Ausbildung für die Sekundarstufe I anders, wo der anfängliche Wissensrückstand der Frauen am Studienende nicht mehr nachweisbar ist. Dies lässt sich als Hinweis auf die ausgleichende Wirkung der Mathematikausbildung interpretieren. Beim mathematikdidaktischen Wissen unterscheiden sich Frauen und Männer weder zu Beginn noch am Ende der Lehrpersonenausbildung. Dass sie sich hier in ihrer Vorbildung kaum unterscheiden ist plausibel, da es sich dabei um spezialisierteres Wissen handelt, das weniger nahe bei schulischen Mathematikleistungen mit ihren geschlechtsspezifischen Differenzen liegt.

Für die Primarstufenausbildung lassen sich bezüglich des Wissensstandes der Studierenden signifikante Unterschiede zwischen den Ausbildungsgängen der Institutionen feststellen. Diese Unterschiede sind bei Ausbildungsende sowohl bezüglich mathematischen als auch bezüglich mathematikdidaktischen Wissens deutlich grösser als bei Studienbeginn. Die Ausbildung scheint hier gemäss den vorliegenden Daten keine

vereinheitlichende Wirkung zu entfalten. Dies wird auch im Ergebnis deutlich, dass das Ausmass und die Richtung der Wissensdifferenzen zwischen den verschiedenen Ausbildungsgängen variieren. Während die Studierenden am Ende der Ausbildung an einzelnen Institutionen deutlich höhere Leistungen erbringen als jene zu Studienbeginn, schneiden beispielsweise bei den Ausbildungsgängen mit Lehrberechtigung für die untere Primarstufe tendenziell die Studierenden bei Studienende schlechter ab als jene im ersten Semester. Auch wenn zwischen den Institutionen die Wissensdifferenzen zwischen Studienbeginn und Studienende nur bezüglich des mathematischen Wissens signifikant ausfallen, so zeigt sich doch, dass institutionelle Unterschiede eine massgebliche Rolle für Unterschiede im Wissenserwerb spielen. Somit gilt das Vorbildungsmodell in der Primarstufenausbildung nicht absolut. Zwar ist keine generelle Wissenszunahme sichtbar, jedoch scheinen sich die Institutionen hinsichtlich der von ihnen ermöglichten Wissensentwicklung systematisch zu unterscheiden.

Ein solcher institutioneller Effekt konnte herausgearbeitet werden. Bereits die Analyse der Daten am Studienende hatte gezeigt, dass das mathematische und mathematikdidaktische Wissen in jenen Institutionen der Primarstufenausbildung höher ist, die nach Einschätzung der Studierenden mehr Lerngelegenheiten in der höheren Mathematik anbieten (Hollenstein & Ramseier, 2015). Nun konnte nachgewiesen werden, dass zu Studienbeginn kein solcher Wissensunterschied zwischen den Studierenden dieser Institutionen vorliegt, sondern dass dieser mit unterschiedlichen Wissensdifferenzen im Verlauf der Ausbildung einhergeht – also tatsächlich ein Effekt der Institutionen sein dürfte. Allerdings muss das Ergebnis mit Vorsicht interpretiert werden. Es gilt nicht für Lerngelegenheiten in schulischer Mathematik und Mathematikdidaktik, sondern nur für Lerngelegenheiten der höheren, d.h. universitären Mathematik, die aber gemäss den curricularen Vorgaben (Krattenmacher & Brühwiler, 2015) in der Primarstufenausbildung kaum behandelt wird. Die Einschätzungen der Studierenden können somit nicht als Beleg für viele mathematische Lerngelegenheiten auf universitärem Niveau angesehen werden, sondern eher als Hinweis darauf, entsprechenden Begriffen einmal begegnet zu sein. Solche Erfahrungen sind möglicherweise Studierenden mit besonders hohem mathematischem Wissen eher präsent. Auf der hier relevanten institutionellen Ebene können höhere diesbezügliche Einschätzungen ein Indikator dafür sein, dass der Umgang mit Mathematik und ihren Begriffen im betreffenden Ausbildungsgang generell eine grössere Rolle spielt, was zu einer entsprechenden Wissenszunahme führt.

Zentrales Ziel der Studie ist es, belastbarere Rückschlüsse auf die Lehrpersonenausbildung und ihre Qualität zu ziehen, als dies im Rahmen der Studie TEDS-M möglich ist, die neben Ausbildungsmerkmalen lediglich den Wissensstand am Ende der Ausbildung erfasst. Mit der Messung des Wissens zu Beginn des Studiums macht die Zusatzstudie einen wichtigen Schritt in diese Richtung. Da sie aber gleichzeitig je eine Eintritts- und eine Austrittskohorte von Studierenden einbezieht, ist bei allen festgestellten Differenzen offen, ob sie tatsächlich auf Veränderungen im Verlauf – und erst recht infolge – des Studiums hinweisen oder nicht doch auf Unterschiede zwischen den um

drei bis vier Jahre verschobenen Studierendenkohorten zurückzuführen sind. Gerade in diesem quasilängsschnittlichen Charakter liegt die grösste methodische Schwäche dieser Studie.

Ein Teil der Differenzen zwischen Studienbeginn und Studienende könnte zudem durch Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher zustande gekommen sein, die aufgrund ungenügender fachlicher Leistungen aus der Lehrpersonenausbildung ausgeschieden sind. Diese Studierenden hatten das Studium möglicherweise schon mit weniger Vorwissen aufgenommen, gehörten danach aber nicht mehr zur Population bei Studienende. Zu den methodischen Schwächen gehört auch die niedrige Reliabilität der Messung des Wissens, insbesondere des mathematikdidaktischen Wissens, was den Nachweis von Zusammenhängen erschwert. Wenn es um Merkmale der Institutionen geht, ist dieser Nachweis besonders schwierig, da in der Deutschschweiz nur mit einer kleinen Stichprobe von 14 Ausbildungsgängen für Primarlehrpersonen argumentiert und über interinstitutionelle Unterschiede der Sekundarstufenausbildung nichts ausgesagt werden kann. Dennoch leistet die vorliegende Studie einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Wirksamkeit der Lehrpersonenausbildung. Es wird allerdings auch sichtbar, welche Lücken es noch zu schliessen gilt. Die offensichtlichste Erweiterung ist die Durchführung echter Längsschnittstudien. Dieser Forderung folgt bereits das vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) unterstützte Projekt WiL («Wirkungen der Lehrerausbildung auf professionelle Kompetenzen, Unterricht und Schülerleistungen»), das konzeptionell und methodisch an TEDS-M anknüpft und die Entwicklung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens an einer Teilstichprobe im echten Längsschnitt validiert. Erste Ergebnisse bestätigen die hier vorgestellten Befunde aus dem Quasilängsschnitt (Brühwiler, Affolter & Hollenstein, in Vorbereitung).

Der Fokus auf die Entwicklung des fachlichen und fachdidaktischen Wissens in Mathematik während der Lehrpersonengrundausbildung bedarf ebenfalls der Vertiefung und Ergänzung. Von Interesse sind der Einbezug weiterer Fächer, fachübergreifende Aspekte und die Klärung der Relation zwischen Fachwissen und professioneller Kompetenz. Denn auch die Lehrpersonenausbildung an der Hochschule ist trotz der integrierten Praktika nur als erster Schritt der Entwicklung der professionellen Kompetenz anzusehen. Es gilt – wie es sich das bereits erwähnte Projekt WiL vornimmt – die Entwicklung professioneller Kompetenzen in den ersten Berufsjahren weiterzuverfolgen und deren Wirkungen auf das unterrichtliche Handeln und das Lernen der Schülerinnen und Schüler zu untersuchen. Denn letztlich lassen sich Wirkungen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung erst dann umfassend beurteilen, wenn die Ausbildung der künftigen Lehrpersonen zu gelingendem Unterricht führt, von dem die Schülerinnen und Schüler profitieren können.

Literatur

Affolter, B., Hollenstein, L. & Brühwiler, C. (2015). Unsere zukünftigen Lehrpersonen: Idealistisch, realistisch oder selbstbewusst pragmatisch. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 33* (1), 69–91.
Bauer, C., Ramseier, E. & Blum, D. (2014). *PISA 2012: Porträt des Kantons Bern (deutschsprachiger Teil).* Bern: Erziehungsdirektion des Kantons Bern.
Bauer, J., Drechsel, B., Retelsdorf, J., Sporer, T., Rösler, L., Prenzel, M. & Möller, J. (2010). Panel zum Lehramtsstudium – PaLea: Entwicklungsverläufe zukünftiger Lehrkräfte im Kontext der Reform der Lehrerbildung. *Beiträge zur Hochschulforschung, 32* (1), 34–55.
Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Drawing the lessons from PISA 2000. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Sonderheft 3, 143–157.
Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A. et al. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal, 47* (1), 133–180.
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 Study*. Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
BFS. (2015). *Eintritte auf Stufen Diplom und Bachelor der Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen nach Jahr, Studiengang, Staatsangehörigkeit und Hochschule*. Online verfügbar unter: https://www.pxweb.bfs.admin.ch (24.04.2015).
Blömeke, S., Bremerich-Vos, A., Haudeck, H., Kaiser, G., Nold, G., Schwippert, K. & Willenberg, H. (2011). *Kompetenzen von Lehramtsstudierenden in gering strukturierten Domänen. Erste Ergebnisse aus TEDS-LT*. Münster: Waxmann.
Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010). *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich.* Münster: Waxmann.
Blömeke, S., Lehmann, R. & Suhl, U. (2010). Technischer Anhang zu TEDS-M 2008 Primarstufe: Stichprobenziehung, Durchführung der Erhebung, Skalierung, Gewichtung und Analyseeinheiten. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich* (S. 327–391). Münster: Waxmann.
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.
Brühwiler, C., Affolter, B. & Hollenstein, L. (in Vorbereitung). *Developing Professional Knowledge in Mathematics during Teacher Education and Teaching Practice.* Paper to be presented at the EARLI Conference 2015, Limassol, 25–29 August.
Brühwiler, C., Affolter, B. & Kopp, M. (2015a). Mathematisches Wissen angehender Lehrpersonen. In F. Oser, H. Biedermann, C. Brühwiler & S. Steinmann (Hrsg.), *Zum Start bereit? Kritische Ergebnisse aus TEDS-M zur schweizerischen Lehrerbildung im internationalen Vergleich* (S. 271–307). Opladen: Barbara Budrich.
Brühwiler, C., Affolter, B. & Kopp, M. (2015b). Mathematikdidaktisches Wissen angehender Lehrpersonen. In F. Oser, H. Biedermann, C. Brühwiler & S. Steinmann (Hrsg.), *Zum Start bereit? Kritische Ergebnisse aus TEDS-M zur schweizerischen Lehrerbildung im internationalen Vergleich* (S. 309–339). Opladen: Barbara Budrich.
Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2011). *Statistik und Forschungsmethoden. Lehrbuch*. Weinheim: Beltz.

Felbrich, A., Müller, C. & Blömeke, S. (2010). Mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen angehender Lehrpersonen. In J. Abel & G. Faust (Hrsg.), *Wirkt Lehrerbildung? Antworten aus der empirischen Forschung* (S. 47–56). Münster: Waxmann.
Fend, H. (1998). *Qualität im Bildungswesen. Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung*. Weinheim: Juventa.
Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A Synthesis of over 800 Meta-Analyses relating to Achievement*. London: Routledge.
Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Klett-Kallmeyer.
Helmke, A. & Weinert, F.E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule, Band 3* (S. 71–176). Göttingen: Hogrefe.
Hill, H.C., Beisiegel, M. & Jacob, R. (2013). Professional Development Research: Consensus, Crossroads, and Challenges. *Educational Researcher, 42* (9), 476–487.
Hill, H.C., Rowan, B. & Loewenberg Ball, D. (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal, 42* (2), 371–406.
Hollenstein, A. & Ramseier, E. (2015). Mathematik unterrichten – Lerngelegenheiten in der Lehrerbildung. In F. Oser, H. Biedermann, C. Brühwiler & S. Steinmann (Hrsg.), *Zum Start bereit? Kritische Ergebnisse aus TEDS-M zur schweizerischen Lehrerbildung im internationalen Vergleich* (S. 183–209). Opladen: Barbara Budrich.
Klieme, E. (Hrsg.). (2008). *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie*. Weinheim: Beltz.
Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. *Zeitschrift für Pädagogik, 52* (6), 876–903.
König, J. & Seifert, A. (Hrsg.). (2012). *Lehramtsstudierende erwerben pädagogisches Professionswissen. Ergebnisse der Längsschnittstudie LEK zur Wirksamkeit der erziehungswissenschaftlichen Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann.
Krattenmacher, S. & Brühwiler, C. (2015). Die Vorbildung macht den Unterschied: Inhalte der Lehrerausbildung in den Fachbereichen Mathematik und Erziehungswissenschaften. In F. Oser, H. Biedermann, C. Brühwiler & S. Steinmann (Hrsg.), *Zum Start bereit? Kritische Ergebnisse aus TEDS-M zur schweizerischen Lehrerbildung im internationalen Vergleich* (S. 145–181). Opladen: Barbara Budrich.
Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U. & Richter, D. (2011). Die Entwicklung professioneller Kompetenzen von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 55–68). Münster: Waxmann.
Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51. Beiheft, 47–70.
Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U. & Kunter, M. (2009). Assessing the impact of learning environments: How to use student ratings of classroom or school characteristics in multilevel modeling. *Contemporary Educational Psychology, 34* (2), 120–131.
Messner, H. & Reusser, K. (2000). Berufliches Lernen als lebenslanger Prozess. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 18* (3), 277–294.
OECD. (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS*. Paris: OECD.
OECD. (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I)*. Paris: OECD.
Oelkers, J. (2001). Die historische Konstruktion «Lehrerbildung». In F. Oser & J. Oelkers (Hrsg.), *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme* (S. 37–65). Chur: Rüegger.
Oser, F., Biedermann, H., Brühwiler, C., Kopp, M., Krattenmacher, S. & Steinmann, S. (2010). *Deutschschweizer Lehrerausbildung auf dem Prüfstand. Wie gut werden unsere angehenden Lehrpersonen ausgebildet? Ein internationaler Vergleich.* St. Gallen: PHSG.

Oser, F. & Oelkers, J. (Hrsg.). (2001). *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards*. Chur: Rüegger.
Ramseier, E., Kopp, M., Steinmann, S., Tettenborn, A., Oser, F., Biedermann, H. et al. (2011). *Knowledge for teaching mathematics at the beginning and end of teacher education (TEDS-M option)*. Paper presented at the EARLI Conference, Exeter.
Schmidt, W.H., Blömeke, S. & Tatto, M.T. (2011). *Teacher Education Matters: A Study of Middle School Mathematics Teacher Preparation in Six Countries.* New York: Teachers College Press.
Seidel, T. (2014). Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur- und Prozessparadigma. *Zeitschrift für Pädagogik, 60* (6), 850–866.
Seidel, T., Blomberg, G. & Stürmer, K. (2010). «Observer» – Validierung eines videobasierten Instruments zur Erfassung der professionellen Wahrnehmung von Unterricht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 56. Beiheft, 296–306.
Seidel, T. & Shavelson, R.J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research, 77* (4), 454–499.
Shuell, T.J. (1996). Teaching and Learning in a Classroom Context. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (Hrsg.), *Handbook of Educational Psychology* (S. 726–764). New York: Macmillan.
Shulman, L.S. (1986). Paradigms and Research Programs in the Study of Teaching: A Contemporary Perspective. In M.C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of Research on Teaching* (S. 3–36). New York: Macmillan.
Steinmann, S., Brühwiler, C. & Ramseier, E. (2015). Untersuchungsdesign und methodisches Vorgehen. In F. Oser, H. Biedermann, C. Brühwiler & S. Steinmann (Hrsg.), *Zum Start bereit? Kritische Ergebnisse aus TEDS-M zur schweizerischen Lehrerbildung im internationalen Vergleich* (S. 35–46). Opladen: Barbara Budrich.
Sterba, S.K. (2009). Alternative Model-Based and Design-Based Frameworks for Inference From Samples to Populations: From Polarization to Integration. *Multivariate Behavioral Research, 44* (6), 711–740.
Tatto, M.T. (Hrsg.). (2013). *The Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries. Technical report*. Amsterdam: IEA.
Tatto, M.T., Rodriguez, M., Reckase, M., Rowley, G. & Lu, Y. (2013). Scale Development and Reporting: Opportunities to Learn, Beliefs, and Mathematics Knowledge for Teaching. In M.T. Tatto (Hrsg.), *The Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries. Technical report* (S. 161–174; Appendix G: S. 296). Amsterdam: IEA.
Tatto, M.T., Schwille, J., Senk, S.L., Ingvarson, L., Rowley, G., Peck, R. et al. (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.
Wayne, A.J. & Youngs, P. (2003). Teacher Characteristics and Student Achievement Gains: A Review. *Review of Educational Research, 73* (1), 89–122.
Weinert, F.E. (2001). Concept of Competence: A Conceptual Clarification. In D.S. Rychen & L.H. Salganik (Hrsg.), *Defining and Selecting Key Competencies* (S. 45–65). Seattle: Hogrefe & Huber.
Zeichner, K. (2006). Konzepte von Lehrerexpertise und Lehrerausbildung in den Vereinigten Staaten. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51. Beiheft, 97–113.

Autoren und Autorin

Christian Brühwiler, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule St. Gallen, Institut Professionsforschung und Kompetenzentwicklung, christian.bruehwiler@phsg.ch
Erich Ramseier, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule Bern, Institut für Forschung, Entwicklung und Evaluation, erich.ramseier@phbern.ch
Sibylle Steinmann, lic. phil., Pädagogische Hochschule Luzern, sibylle.steinmann@phlu.ch