

Hollenstein, Lena; Affolter, Benita; Ott, Barbara; Hochweber, Jan; Brühwiler, Christian
**Entwicklung mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von
Primarlehrpersonen und Lehrpersonen der Sekundarstufe I vom
Studienbeginn bis in das dritte Berufsjahr**

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 43 (2025) 2, S. 227-244



Quellenangabe/ Reference:

Hollenstein, Lena; Affolter, Benita; Ott, Barbara; Hochweber, Jan; Brühwiler, Christian: Entwicklung mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von Primarlehrpersonen und Lehrpersonen der Sekundarstufe I vom Studienbeginn bis in das dritte Berufsjahr - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 43 (2025) 2, S. 227-244 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-342950 - DOI: 10.25656/01:34295; 10.36950/bzl.43.2.2025.10397

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-342950>

<https://doi.org/10.25656/01:34295>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.bzl-online.ch>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipt.de
Internet: www.pedocs.de

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN- UND LEHRERBILDUNG

Übergang in den Beruf I

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

Erscheint dreimal jährlich.

Herausgebende und Redaktion

Dorothee Brovelli, Pädagogische Hochschule Luzern, Prorektorat Forschung & Entwicklung, Sentimatt 1, 6003 Luzern, Tel. 041 203 01 52, dorothee.brovelli@phlu.ch

Christian Brühwiler, Pädagogische Hochschule St.Gallen, Prorektorat Forschung & Entwicklung, Notkerstrasse 27, 9000 St.Gallen, Tel. 071 243 94 86, christian.bruehwiler@phsg.ch

Doreen Flick-Holtsch, Universität Zürich, Lehrstuhl für Gymnasial- und Wirtschaftspädagogik unter besonderer Berücksichtigung des digitalen Lernens, Kantonsschulstrasse 3, 8001 Zürich, Tel. 044 634 66 31, doreen.flick-holtsch@ife.uzh.ch

Bruno Leutwyler, Pädagogische Hochschule Zürich, Prorektorat Forschung & Entwicklung, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, Tel. 043 305 65 85, bruno.leutwyler@phzh.ch

Sandra Moroni, Pädagogisches Hochschulinstitut NMS Bern, Forschung und Entwicklung, Waisenhausplatz 29, 3011 Bern, Tel. 031 310 85 04, sandra.moroni@phnmsbern.ch

Afra Sturm, Fachhochschule Nordwestschweiz, Pädagogische Hochschule, Zentrum Lesen, Medien, Schrift, Bahnhofstrasse 6, 5210 Windisch, Tel. 056 202 80 23, afra.sturm@fhnw.ch

Markus Weil, Pädagogische Hochschule Zürich, Prorektorat Weiterbildung und Dienstleistungen, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, Tel. 043 305 63 84, markus.weil@phzh.ch

Redaktionsassistentz

Amina Kadic, Pädagogisches Hochschulinstitut NMS Bern, Forschung und Entwicklung, Waisenhausplatz 29, 3011 Bern, Tel. 031 310 85 10, amina.kadic@phnmsbern.ch

Manuskripte

In der Regel fragt die Redaktion potenzielle Autorinnen und Autoren für Beiträge in einem Themenheft an. Es besteht aber auch die Möglichkeit, in Absprache mit den für das Themenheft zuständigen Redaktionsmitgliedern ergänzende Beiträge einzureichen. Richtlinien für die Gestaltung von Manuskripten sind auf www.bzl-online.ch verfügbar (siehe «Beitragseinreichung»). Diese Richtlinien sind verbindlich und müssen beim Verfassen von Manuskripten strikt eingehalten werden.

Externe Mitarbeitende

Buchbesprechungen

Matthias Baer, Pädagogische Hochschule Zürich, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, Tel. 031 302 55 86, matthias.baer@phzh.ch

Für nicht eingeforderte Rezensionsexemplare übernimmt die Redaktion keinerlei Verpflichtung.

Neuerscheinungen und Zeitschriftenspiegel

Peter Vetter, Universität Freiburg, Departement Erziehungswissenschaften, Lehrerinnen- und Lehrerbildung für die Sekundarstufe I, Rue Faucigny 2, 1700 Freiburg, Tel. 026 300 75 87, peter.vetter@unifr.ch

Impressum

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung

www.bzl-online.ch

Abonnementanfragen, Versand und Bestellungen

Brunau-Stiftung, Giesshübel-Office, Kaufmännische Dienstleistungen, Ausbildung – Arbeit – Integration,
Edenstrasse 20, 8027 Zürich, Tel. 044 285 10 70, bzl@goffice.ch

Inserate und Prospektbeilagen

Nicole Berger, nic.berger@bluewin.ch

Lektorat

Jonna Truniger, bzl-lektorat@bluewin.ch

Layout

Nicole Berger, St.Gallen und Sabrina Niederer, Winterthur

Druck

Suter & Gerteis AG, Zollikofen

Abonnementspreise

Das Abonnement ist in der SGL-Mitgliedschaft enthalten.

Das Jahresabonnement ohne Mitgliedschaft dauert ein Kalenderjahr und umfasst jeweils drei gedruckte Ausgaben. Bereits erschienene Hefte eines laufenden Jahrgangs werden nachgeliefert.

- Jahresabonnement Einzelpersonen: CHF 80.–
- Jahresabonnement Institutionen: CHF 100.–
- Institutionen ausserhalb der Schweiz: zzgl. CHF 15.– Versandkostenanteil
- Einzelnummern: CHF 28.–/EUR 28.– (exkl. Versandkosten; solange Vorrat)

Schweizerische Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

www.sgl-online.ch

Die SGL, die Schweizerische Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, ist die gesamtschweizerische Organisation der Dozierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden an Institutionen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung (Pädagogische Hochschulen, Fachhochschulen, Universitäten, Institute). Seit ihrer Gründung 1992 hat sie sich zu einer anerkannten Partnerin in der schweizerischen Bildungslandschaft und zu einer Austauschplattform über die einzelnen Hochschulen hinaus entwickelt. Die SGL vertritt die fachbezogenen Anliegen der Mitarbeitenden der Lehrerinnen- und Lehrerbildungsinstitutionen in der schweizerischen Hochschulpolitik.

Editorial

- Christian Brühwiler, Bruno Leutwyler, Dorothee Brovelli,
Doreen Flick-Holtsch, Sandra Moroni, Afra Sturm und Markus Weil 169

Schwerpunkt

Übergang in den Beruf I

- Irene Guidon, Janine Hostettler Schärer, Adrian Baumgartner, Deborah Bernhard, Anne Christe de Mello, Sabina Calastri, Katharina Roth und Yvonne Vogel** Strukturierte Berufseinführung als Scharnier zwischen Aus- und Weiterbildung 172

- Silvio Herzog** Kontinuum von Aus- und Weiterbildung. Strukturelle und konzeptionelle Überlegungen zur Qualifikation von Lehrpersonen in der Schweiz 188

- Manuela Keller-Schneider** Der Übergang in die eigenverantwortliche Berufstätigkeit nach Regelstudiengängen – Schweiz, Deutschland und Österreich im Vergleich 204

- Lena Hollenstein, Benita Affolter, Barbara Ott, Jan Hochweber und Christian Brühwiler** Entwicklung mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von Primarlehrpersonen und Lehrpersonen der Sekundarstufe I vom Studienbeginn bis in das dritte Berufsjahr 227

- Gerda Hagenauer und Christoph Helm** Coping von Lehramtsstudierenden im Lehrberuf – eine personale Ressource für die Bewältigung der Doppelrolle? 245

Forum

- Annina Truniger, Annette Koechlin, Bea Zumwald und Franziska Vogt** Deprofessionalisierung durch den Einsatz von Assistenzpersonen? 263

- Achim Brosziewski** Evidenzbasierung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung als Grundlage einer nationalen Forschungsinitiative? Kritische Anfragen an die institutionellen Ansprüche eines Forschungsprogramms 277

Rubriken

Buchbesprechungen

- Reinfried, S. (Hrsg.). (2023). *Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie*. Berlin: Cornelsen (Moritz Gubler) 295
- Gebauer, M. L., Grehl, M. M. & Lange, F. (2024). *Nonverbal kommunizieren. Körperausdruck in Studium und Beruf erfolgreich einsetzen*. München: UVK UTB (Björn Reifler) 297
- Franke, M. & Lachmut, A.-M. (2024). *Digitales Lesen im Fremdsprachenunterricht*. Tübingen: Narr Francke Attempto (Bettina Imgrund) 299
- Hirzinger-Unterrainer, E. M. (Hrsg.). (2024). *Aufgabenorientierung im Italienischunterricht. Ein theoretischer Einblick mit praktischen Beispielen*. Tübingen: Narr Francke Attempto (Vincenzo Todisco) 301
- Zierer, K. (Hrsg.). (2024). *Lerntagebuch Staatsexamen Schulpädagogik*. Münster: Waxmann UTB (Christine Wolfgramm) 303
- Zhixiang Yang, J. (2024). *When Confucius «Encounters» John Dewey. A Cross-Cultural Inquiry Into Dewey's Visit to China*. Charlotte: Information Age Publishing (Jürgen Oelkers) 305

Neuerscheinungen 307

Zeitschriftenspiegel 309

Editorial

Der Übergang von der Ausbildung in die Berufstätigkeit ist sowohl aus der Sicht der einzelnen Lehrpersonen als auch aus institutioneller Sicht der Lehrerinnen- und Lehrerbildung bedeutsam. Aus individueller Perspektive erweist sich der Berufseinstieg als entscheidende berufsbiografische Phase für die professionelle Entwicklung. Viele Lehrpersonen erleben diese Phase als herausfordernd, beispielsweise in Bezug auf Elternarbeit, Klassenführung oder den Umgang mit heterogenen Lerngruppen, fühlen sich aber oft nur unzureichend darauf vorbereitet. Aus institutioneller Perspektive stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage, ob die Vorbereitung auf den Berufseinstieg ausreichend ist und wie angehende Lehrpersonen im Rahmen der Berufseinführung gezielt unterstützt werden können. Eine wirksame Lehrpersonenbildung zeichnet sich auch dadurch aus, wie gut ihre Absolventinnen und Absolventen den Berufseinstieg meistern.

Auch aus diesem Grund sind in den letzten Jahren verschiedene Studienmodelle entwickelt worden, die auf die Herausforderungen beim Berufseinstieg reagieren und bei denen der Übergang in den Beruf flexibel gestaltet wird, etwa indem der Berufseinstieg bereits während der Ausbildung vorgesehen ist und entsprechend systematisch gerahmt wird. Mit dieser Heterogenisierung von Ausbildungsgängen vollziehen sich Übergänge in den Beruf zunehmend auf vielfältige Art und Weise, weshalb der klassische Berufseinstieg, bei dem auf den Abschluss der Ausbildung die Übernahme einer eigenverantwortlichen Berufstätigkeit folgt, immer seltener wird. In anderen Fällen vollzieht sich der Übergang in den Beruf, ohne dass dies institutionell vorgesehen wäre, beispielsweise wenn Studierende bereits während des Studiums in Eigenverantwortung an Schulen unterrichten. Diesen Entwicklungen ist gemein, dass sie die klassischen, sequenziellen Vorstellungen des Berufseinstiegs herausfordern und die Frage nach institutioneller Planbarkeit und Steuerbarkeit dieser wichtigen Berufsphase neu akzentuieren.

Diese Entwicklungen nehmen die BzL zum Anlass, aktuelle Arbeiten zum Übergang in den Beruf vorzustellen. Die Resonanz auf die Ausschreibung zu diesem Schwerpunkt war so gross, dass die Redaktion sich entschieden hat, eine Doppelnummer zum Thema «Übergang in den Beruf» zu konzipieren. Im nun vorliegenden ersten der beiden Themenhefte sind fünf Beiträge versammelt.

Der Beitrag von **Irene Guidon, Janine Hostettler Schärer, Adrian Baumgartner, Deborah Bernhard, Anne Christe de Mello, Sabina Calastri, Katharina Roth und Yvonne Vogel** thematisiert die strukturierte Berufseinführung in der Schweiz als Scharnier zwischen Aus- und Weiterbildung und ihre Bedeutung für die Professionalisierung von Lehrpersonen. Die Grundlage für die Analyse bildet eine Bestandsaufnahme kantonalen Modelle zur Berufseinführung in der Schweiz. Der Beitrag zeigt auf, inwiefern neue Modelle entwickelt werden müssen, die bisher nicht berücksichtigte Bedarfe aufnehmen und eine engere Verknüpfung von Aus- und Weiterbildung gewährleisten. Abschliessend formuliert der Beitrag Empfehlungen, die dazu beitragen sollen, Lehr-

personen in dieser zentralen Phase besser zu begleiten und ihre langfristige professionelle Entwicklung zu fördern.

Der Beitrag von **Silvio Herzog** präsentiert strukturelle und konzeptionelle Überlegungen zur Qualifikation von Lehrpersonen in der Schweiz. Er plädiert für ein Kontinuum von Aus- und Weiterbildung, das angesichts gestiegener beruflicher Anforderungen und des anhaltenden Lehrpersonenmangels an Aufmerksamkeit gewinne. Im Beitrag wird argumentiert, dass trotz vielversprechender Konzepte für eine kohärente Verbindung von Ausbildung, Berufseinführung und Weiterbildung strukturelle Weiterentwicklungen notwendig seien, um die Wirksamkeit der Verbindung zu entfalten. Erhöhte strukturelle Mindeststandards und Verbindlichkeiten würden allerdings einen schweizweiten Dialog zwischen Bildungspolitik, Pädagogischen Hochschulen und dem Schulfeld erfordern.

Der Beitrag von **Manuela Keller-Schneider** vergleicht den Übergang in die eigenverantwortliche Berufstätigkeit nach Regelstudiengängen in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich und zeigt auf, dass sich die institutionellen Angebote zur Berufseinführung je nach Land unterscheiden. Die Ergebnisse aus zusammengeführten länderspezifischen Studien mit quantitativen und qualitativen Daten weisen darauf hin, dass sich Lehrpersonen aus den drei Ländern im ersten Berufsjahr hinsichtlich der Wahrnehmung und der Deutung der Berufsanforderungen wie auch im Erleben ihrer Kompetenz trotz unterschiedlicher Qualifikationsmodelle kaum unterscheiden. Deutlich wird jedoch ebenfalls, dass sich die länderdifferenten Modelle im Rollenverständnis des Mentorings niederschlagen.

Im Beitrag von **Lena Hollenstein, Benita Affolter, Barbara Ott, Jan Hochweber und Christian Brühwiler** wird die Entwicklung des Mathematikwissens und des mathematikdidaktischen Wissens von 74 Lehrpersonen mit standardisierten Tests aus TEDS-M längsschnittlich untersucht. Während für die Primarstufe im Studienverlauf kein Zuwachs des Mathematikwissens, dafür aber eine moderate Zunahme des mathematikdidaktischen Wissens feststellbar ist, nehmen auf der Sekundarstufe I sowohl das Mathematikwissen als auch das mathematikdidaktische Wissen zu. Das im Studium erworbene mathematikdidaktische Wissen bleibt bei Lehrpersonen beider Zielstufen bis zum dritten Berufsjahr stabil, die Leistungen im Bereich des Mathematikwissens nehmen hingegen ab. Die Befunde werden mit Blick auf die Bedeutung von Lerngelegenheiten für den Erwerb von Professionswissen diskutiert.

Der Beitrag von **Gerda Hagenauer und Christoph Helm** untersucht Coping, das als personale Ressource betrachtet wird, bei Lehramtsstudierenden, die begleitend zum Studium in den Lehrberuf einsteigen. Mittels Strukturgleichungsmodellen wird überprüft, inwieweit Coping mit emotionaler Erschöpfung und Engagement in Beziehung steht. Die Ergebnisse belegen, dass das problemorientierte Coping mit einer geringeren emotionalen Erschöpfung im Beruf und einem höheren Engagement im Studium in

Verbindung steht, während das emotionsorientierte Coping positiv mit der emotionalen Erschöpfung im Beruf korreliert. Für das vermeidende Coping schliesslich zeigten sich keine Zusammenhänge. In Anbetracht dieser Ergebnisse wird argumentiert, dass problemorientierte Copingstrategien eine bedeutsame Ressource in der frühen Berufseinstiegsphase darstellen und als fester Bestandteil in die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen integriert werden sollten.

Neben diesen Beiträgen zum Schwerpunktthema beinhaltet das Heft auch zwei Forumsbeiträge: **Annina Truniger, Annette Koechlin, Bea Zumwald und Franziska Vogt** gehen in ihrem Beitrag der Frage nach, inwiefern der Einsatz von Assistenzpersonen in Schulen zu Deprofessionalisierung führe. Die Autorinnen diskutieren Deprofessionalisierungstendenzen und erläutern, welche Effekte der Einsatz von Assistenzen auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler haben kann. Des Weiteren zeigen sie auf, dass die Forderung nach einer Anleitung von Assistenzen in der Praxis kaum umgesetzt wird. Vor diesem Hintergrund skizziert der Beitrag zwei Herangehensweisen im Hinblick darauf, wie Lehrpersonen in der Aus- und Weiterbildung für die Zusammenarbeit mit Nichtprofessionalisierten professionalisiert werden könnten.

Der Beitrag von **Achim Brosziewski** nimmt ein Thema auf, das in BzL 3/2024 «Evidenzorientierung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung» diskutiert wurde. Im Zentrum der kritischen Auseinandersetzung steht die Annahme, dass die Evidenzbasierung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung vielversprechende Perspektiven sowohl für ein nationales Forschungsprogramm zum Thema «Bildung» als auch für die Wissenschaftsförderung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung biete. Im Beitrag wird vor allem kritisiert, dass der zentrale Terminus «Evidenzbasierung» begriffliche Konfusionen schaffe und eine Relevanz für die Wissenschaften an Pädagogischen Hochschulen reklamiere, die sich bei einem genaueren Verständnis von Evidenz nicht halten lasse.

Christian Brühwiler, Bruno Leutwyler, Dorothee Brovelli, Doreen Flick-Holtsch, Sandra Moroni, Afra Sturm und Markus Weil

Entwicklung mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von Primarlehrpersonen und Lehrpersonen der Sekundarstufe I vom Studienbeginn bis in das dritte Berufsjahr

Lena Hollenstein, Benita Affolter, Barbara Ott, Jan Hochweber und Christian Brühwiler

Zusammenfassung Bislang liegen kaum empirische Befunde dazu vor, wie sich das Professionswissen von Lehrpersonen während der Ausbildung und in den ersten Berufsjahren entwickelt. Im vorliegenden Beitrag wird die Entwicklung von Mathematikwissen (MCK) und mathematikdidaktischem Wissen (MPCK) von 74 Lehrpersonen mit standardisierten Tests aus TEDS-M längsschnittlich untersucht. Während für die Primarstufe im Studienverlauf kein Zuwachs in MCK, dafür aber eine moderate Zunahme von MPCK erfolgt, nehmen auf der Sekundarstufe I sowohl MCK und MPCK zu. Das im Studium erworbene MPCK bleibt auf beiden Zielstufen bis zum dritten Berufsjahr stabil, die Leistungen in MCK sinken hingegen. Die Befunde werden in Bezug auf die Bedeutung von Lerngelegenheiten für den Erwerb von Professionswissen diskutiert.

Schlagwörter Mathematikwissen – mathematikdidaktisches Wissen – Entwicklung von Professionswissen – Primarstufe – Sekundarstufe I – Lehrpersonenbildung – Längsschnittstudie

Development of mathematics content knowledge and mathematics pedagogical content knowledge of primary and secondary school teachers from the beginning of their teacher training to the third year of their professional career

Abstract There is little empirical evidence on how teachers' professional knowledge develops during their training and in the first years of their professional career. This paper examines the longitudinal development of mathematics content knowledge (MCK) and mathematics pedagogical content knowledge (MPCK) of 74 teachers using standardised tests from TEDS-M. While there is no increase in MCK but a moderate increase in MPCK at primary level over the course of the study, both MCK and MPCK increase at lower secondary level. Acquired MPCK remains stable at both target levels until the third year of employment while performance in MCK declines. The findings are discussed in relation to the importance of learning opportunities for the acquisition of professional knowledge.

Keywords mathematics content knowledge – mathematics pedagogical content knowledge – primary school – lower secondary school – longitudinal study – professional knowledge development – teachers

1 Einleitung

Lehrpersonen werden hohe professionelle Kompetenzen zugesprochen, wenn sie Unterricht erfolgreich und lernwirksam planen, durchführen und reflektieren können (Baumert & Kunter, 2011). Professionelle Kompetenzen umfassen in Anlehnung an Weinert (2001) multidimensional konzipierte, als erwerb- und veränderbar zu betrachtende (Bromme, 2001; Darling-Hammond, 2006) und auf die Bewältigung berufsspezifischer Anforderungen ausgerichtete kognitive, motivationale und handlungsbezogene Aspekte, die sich gegenseitig beeinflussen (Baumert & Kunter, 2006; König, 2020). Ein zentraler Aspekt professioneller Kompetenzen ist das Professionswissen, das in Anlehnung an die von Shulman (1986, 1987) eingeführte Typologie fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen in einzelnen Fächern sowie generisches pädagogisch-psychologisches Wissen umfasst.

Empirische Befunde zur Wirkung des Professionswissens auf die Unterrichtsqualität (z.B. Brühwiler, Hollenstein, Affolter, Biedermann & Oser, 2017; Förtsch, Werner, von Kotzebue & Neuhaus, 2016) sowie die Schüler:innenleistungen (z.B. Blömeke, Jentsch, Ross, Kaiser & König, 2022; Fauth et al., 2019; Hollenstein, Affolter & Brühwiler, 2019; König et al., 2021; Yang & Kaiser, 2022) bestätigen dessen Bedeutsamkeit. In Bezug auf die Entwicklung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von Lehrpersonen vom Studienbeginn bis in den Berufseinstieg liegt bis anhin wenig empirisch gesichertes Wissen vor (Kaiser & König, 2019). Der Berufseinstieg gilt als zentrale Phase für die Weiterentwicklung im Lehrberuf (Keller-Schneider, 2020; Messner & Reusser, 2000). Bisherige Befunde beziehen sich auf den deutschen Kontext, der anders als in der Schweiz nicht durch eine einphasige Generalist:innenausbildung¹, sondern durch eine zweiphasige Ausbildung gekennzeichnet ist.

Der vorliegende Beitrag fokussiert die Entwicklung des Mathematikwissens und des mathematikdidaktischen Wissens während des Studiums und des Berufseinstiegs bei (angehenden) Primarlehrpersonen sowie (angehenden) Lehrpersonen der Sekundarstufe I.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Konzeptualisierung von Mathematikwissen und mathematikdidaktischem Wissen von Lehrpersonen

Professionswissen von Lehrpersonen für das Fach Mathematik wird seit Jahren in der Mathematikdidaktik und der Professionsforschung untersucht. Die Basis bilden theoretische Überlegungen unter anderem von Shulman (1986, 1987), die wiederum die Grundlage für empirische Studien bilden (Schulz, 2014). Shulman (1986, 1987) hat die

¹ In der Schweiz ist die Lehrer:innenbildung einphasig organisiert, das heisst, die berufspraktischen Ausbildungsteile sind in das Bachelor- bzw. Masterstudium integriert. Die Lehrer:innenbildung in Deutschland ist hingegen zweiphasig aufgebaut. Sie setzt sich zusammen aus einer universitären Phase sowie einer anschliessenden zweiten Phase, dem Referendariat bzw. Vorbereitungsdienst (Biedermann, Tettenborn, Oser, Steinmann & Bach, 2015).

Unterscheidung in Fachwissen («content knowledge», CK), fachdidaktisches Wissen («pedagogical content knowledge», PCK) und pädagogisches Wissen («general pedagogical knowledge», PK) etabliert, was für das Fach Mathematik konkretisiert werden kann. Das Mathematikwissen («mathematics content knowledge», MCK) enthält Faktenwissen und konzeptionelles Wissen über die Disziplin Mathematik. Der Hauptfokus des mathematikdidaktischen Wissens («mathematics pedagogical content knowledge», MPCK) liegt auf der Aufbereitung der Unterrichtsinhalte, sodass sie lernbar sind (Shulman, 1986). In verschiedenen darauffolgenden Studien werden jeweils CK und PCK beschrieben, «doch die Verortung der einzelnen Wissensaspekte in den theoretischen Konstrukten der jeweiligen Untersuchungen unterscheidet sich erheblich» (Schulz, 2014, S. 195–196). Die vorliegende Studie lehnt sich in Bezug auf MCK und MPCK an das Verständnis von TEDS-M an (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Tatto et al., 2008): MCK wird hier in den Bereichen von *Arithmetik*, *Geometrie*, *Algebra* und *Stochastik* erhoben. MPCK unterteilt sich in *curriculares* und *planungsbezogenes Wissen*, was beispielsweise Kenntnisse des Lehrplans und das Abschätzen von möglichen Antworten der Lernenden umfasst, sowie *interaktionsbezogenes Wissen*, das sich auf die Analyse- und Diagnosefähigkeiten von Lehrpersonen bezieht.

MCK und MPCK sind separate, aber miteinander in Beziehung stehende Konstrukte (z.B. Blömeke et al., 2022; Krauss et al., 2008). Sie sind Aspekte professioneller Kompetenzen von Lehrpersonen, die jeweils spezifischer Aufmerksamkeit und einer spezifischen Vermittlung während der Ausbildung und der Berufspraxis bedürfen (Bauert & Kunter, 2011).

2.2 Drei Phasen der Entwicklung mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens

Die Entwicklung von MCK und MPCK von Lehrpersonen lässt sich anhand eines dreiphasigen Rahmenmodells (vgl. Abbildung 1) beschreiben, welches als integriertes Struktur-Prozess-Modell (Seidel, 2014) zu charakterisieren ist. Es folgt einem erweiterten Prozess-Produkt-Paradigma (z.B. Seidel & Shavelson, 2007; Shuell, 1996) und integriert Modelle zur Entwicklung professioneller Kompetenzen (Kunter, Kleickmann, Klusmann & Richter, 2011) sowie des schulischen Lernens (Brühwiler & Helmke, 2018).

Das Rahmenmodell beinhaltet 1) eine Vorbildungs-, 2) eine Ausbildungs- und 3) eine Berufseinstiegsphase.² In diesen drei Phasen wird der Wissenserwerb durch unterschiedliche formale, nonformale sowie informelle Lerngelegenheiten initiiert (Richter, 2011; Tynjälä, 2008). Die *erste Phase* des Wissenserwerbsprozesses bezieht sich auf die Vorbildung, die mit dem Eintritt in das Lehramtsstudium endet. Sie impliziert, dass Studierende aufgrund der Vorbildung mit unterschiedlichen individuellen Voraussetzungen

² Obwohl das Modell mit dem Berufseinstieg endet, bedeutet dies nicht, dass der Wissenserwerb nach dem Berufseinstieg abgeschlossen ist. Im Sinne des lebenslangen Lernens ist davon auszugehen, dass auch im Verlaufe der Berufstätigkeit (informelle) Lerngelegenheiten genutzt werden und sich das Professionswissen weiterentwickeln kann.

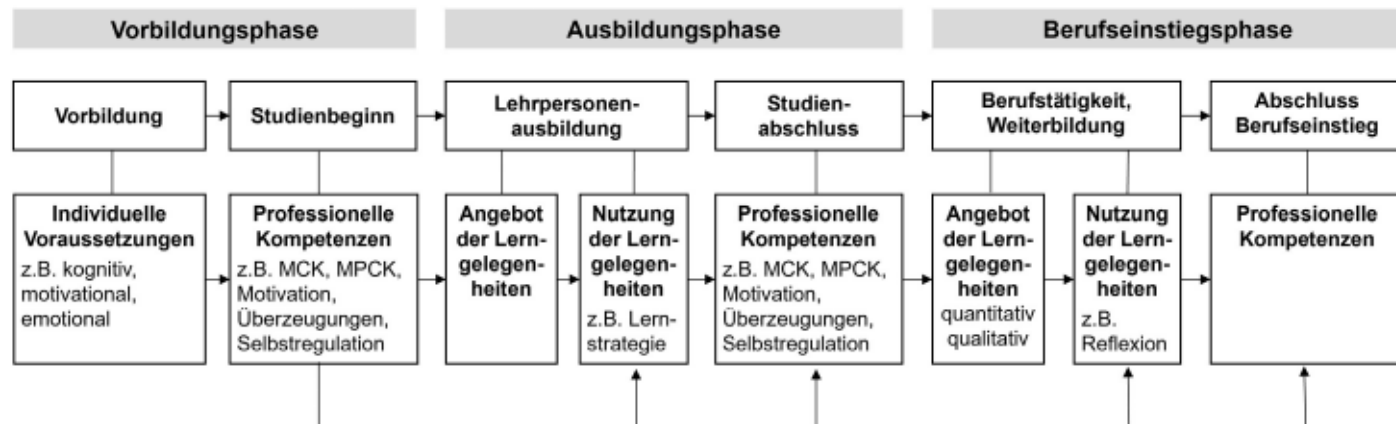


Abbildung 1: Dreiphasiges Rahmenmodell zur Entwicklung professioneller Kompetenzen von Lehrpersonen während des Studiums und der ersten drei Berufsjahre.

wie fachlichem oder fachdidaktischem Wissen oder unterschiedlichen berufsbezogenen Motiven in das Studium eintreten, die den weiteren Professionalisierungsprozess beeinflussen (Blömeke, Suhl, Kaiser & Döhrmann, 2012). Studierende treten folglich mit unterschiedlichem Vorwissen in das Studium ein. Die Nutzung von Lerngelegenheiten während des Studiums (Ausbildungsphase) hängt in hohem Ausmass von diesen individuellen Eingangsvoraussetzungen ab (Kunina-Habenicht et al., 2013).

Die *zweite Phase* umfasst mit dem Lehramtsstudium die eigentliche Ausbildungsphase. Sie hat zum Ziel, über geeignete Lernangebote den Erwerb professioneller Kompetenzen so weit zu unterstützen und aufzubauen, dass die angehenden Lehrpersonen die Anforderungen des Berufseinstiegs erfolgreich bewältigen können (Brühwiler, Ramseier & Steinmann, 2015). In der Ausbildungsphase wird durch formale und konzeptuell angelegte Lerngelegenheiten vor allem deklaratives, aber auch anteilig handlungsnahes Wissen erworben (Kramer, König, Kaiser, Ligtvoet & Blömeke, 2017). Für die erfolgreiche Bewältigung des Berufseinstiegs ist es bedeutsam, dass das erworbene deklarative Wissen in handlungsnahes Wissen transformiert werden kann (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015). Das deklarative Wissen stellt zudem einen Deutungs- und Ordnungsrahmen für praktische Erfahrungen dar und ist nur sehr begrenzt durch rein erfahrenes praktisches Wissen ersetzbar (Baumert et al., 2011). Deklaratives Wissen ermöglicht in der berufspraktischen Ausbildung auch informelles Lernen, was die Notwendigkeit der Wissensvermittlung in der Lehrpersonenausbildung durch angebotene formale Lerngelegenheiten betont.

In Bezug auf die Entwicklung von Professionswissen belegen empirische Befunde die Bedeutung von Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und pädagogischem Wissen für das Lernen von angehenden Lehrpersonen während der Erstausbildung (Kaiser & König, 2019). Die Entwicklung des Professionswissens ist dabei stark von den Lerngelegenheiten abhängig, die während der Ausbildung angeboten werden. Angehende Lehrpersonen schneiden in den Wissenstests umso besser ab, je grösser der Umfang an Lerngelegenheiten ist (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008; König, Ligtvoet, Klemenz & Rothland, 2017; Richter, 2013). Bedeutsam für die Entwicklung des Professionswissens während der Ausbildungsphase sind einerseits die Menge an Inhalten (Kleickmann & Anders, 2013; König & Rothland, 2018) und andererseits praktische Aktivitäten, zum Beispiel während Praktika (König et al., 2017). Spezifisch für das Mathematikwissen konnten Brühwiler et al. (2015) in einem Kohortenvergleich an Deutschschweizer Pädagogischen Hochschulen in der Primarstufenausbildung bei Studierenden des ersten und letzten Semesters keine Unterschiede feststellen, was durch fehlende fachwissenschaftliche Lerngelegenheiten erklärt werden kann. Für das mathematikdidaktische Wissen berichten sie hingegen einen signifikanten Unterschied mit einer geringen Effektstärke, was sich mit den Lerngelegenheiten in Mathematikdidaktik begründet lässt.

Die *dritte Phase* entspricht dem Berufseinstieg und gilt als Schlüsselphase für die weitere berufliche Entwicklung (Keller-Schneider, 2020; Messner & Reusser, 2000) so-

wie für die Weiterentwicklung des Professionswissens von Lehrpersonen. Auch die Weiterentwicklung im Beruf ist von den zur Verfügung stehenden Lerngelegenheiten abhängig (Harring, Witte & Burger, 2016). In der Berufseinstiegsphase ist aufgrund formaler Lerngelegenheiten während der beruflichen Tätigkeit (z.B. Weiterbildungen), nonformaler Lerngelegenheiten (z.B. Hospitationen oder Interventionen im Team oder Lektüren) oder des informellen Austauschs insbesondere in den (fach)didaktischen Wissensbereichen ein Wissenszuwachs anzunehmen. In Bezug auf die Veränderung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens von Lehrpersonen während der beruflichen Tätigkeit liegen bis anhin nur wenige empirische Studien vor, die zudem kein konsistentes Bild zeichnen. Schoenfeld und Kilpatrick (2008) konnten in einer Fallstudie zeigen, dass sowohl das mathematische als auch das mathematikdidaktische Wissen von Lehrpersonen in den ersten drei Berufsjahren aufgrund praktischer Erfahrungen ansteigt. Dagegen wiesen Blömeke, Hoth et al. (2015) im Rahmen von TEDS-Follow-Up (TEDS-FU) in Deutschland mit standardisierten Wissenstests bei Primarschullehrpersonen eine Abnahme des Mathematikwissens und keine Veränderung des mathematikdidaktischen Wissens in den ersten drei Berufsjahren nach.

2.3 Fragestellungen und Hypothese

Während die hohe Bedeutung von fachlichem und fachdidaktischem Wissen von Lehrpersonen für einen lernwirksamen Unterricht vielfach belegt ist, mangelt es an empirischer Evidenz zur Frage, wie sich Mathematikwissen (MCK) und mathematikdidaktisches Wissen (MPCK) von Lehrpersonen während der Ausbildung und in den ersten Jahren der Berufstätigkeit entwickeln (Kaiser & König, 2019). Insbesondere fehlen bislang Längsschnittstudien, die Studierende vom Beginn des Studiums bis in den Beruf hinein begleiten. Konkret wird im vorliegenden Beitrag die folgende Fragestellung untersucht: Wie entwickeln sich das mathematische und das mathematikdidaktische Wissen von (angehenden) Lehrpersonen der Primarstufe und der Sekundarstufe I vom Beginn der Lehrer:innenausbildung a) bis zum Ende des Studiums sowie b) bis in das dritte Berufsjahr?

Für angehende Primarlehrpersonen ist aufgrund der Lerngelegenheiten, die im Bereich der Mathematikdidaktik angeboten werden, ein Zuwachs des mathematikdidaktischen Wissens während des Studiums zu erwarten, jedoch nicht für das Mathematikwissen, da kaum fachwissenschaftliche Lerngelegenheiten bestehen. Für die Sekundarstufe I hingegen werden sowohl fachwissenschaftliche als auch fachdidaktische Lerngelegenheiten in Mathematik angeboten. Demzufolge sind Lernzuwächse in beiden Professionsbereichen zu erwarten.

Vom Ende der Ausbildung bis in das dritte Berufsjahr ist in Anlehnung an die empirischen Befunde von Blömeke, Hoth et al. (2015) anzunehmen, dass das Mathematikwissen der Primar- und der Sekundarlehrpersonen abnimmt. Das mathematikdidaktische Wissen dürfte aufgrund informeller Lerngelegenheiten bei der Durchführung und der Reflexion von Mathematikunterricht keine Abnahme erfahren. Aufgrund des fehlenden systematischen Wissensaufbaus wird jedoch auch keine Zunahme erwartet.

3 Methode

3.1 Stichprobe und Design

Die vorgestellten Analysen basieren auf Daten aus der vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Längsschnittstudie «Wirkungen der Lehrerbildung auf professionelle Kompetenzen, Unterricht und Schülerleistung» (WiL; Projektnummer 100019_146172). Im Rahmen des Projekts wurden (angehende) Lehrpersonen der Deutschschweiz zu drei Messzeitpunkten in ihrem Mathematikwissen und mathematikdidaktischen Wissen getestet: zu Beginn des Studiums (t_1), am Ende des Studiums (t_2) und zu Beginn des dritten Jahres der Berufstätigkeit (t_3). Von insgesamt 44 Primarlehrpersonen und 30 Lehrpersonen der Sekundarstufe I liegen zu allen drei Messzeitpunkten Daten vor; diese wurden in die vorliegenden Analysen einbezogen. Von den insgesamt 134 Primarlehrpersonen und 78 Lehrpersonen der Sekundarstufe I, von denen Daten zu mindestens einem der drei Messzeitpunkte vorlagen, wurden somit 37 bzw. 26.52 Prozent in die Analysen einbezogen.

Die beiden Studiengänge (Primarstufe und Sekundarstufe I) unterscheiden sich bezüglich der angebotenen Lerngelegenheiten. Studierende der Primarstufe erhalten ihr Lehrdiplom mit dem Abschluss des Bachelorstudiums (180 ECTS-Punkte). Angehende Primarlehrpersonen werden zu Generalist:innen ausgebildet. Neben vielen anderen Fächern umfasst das Studium zur Primarlehrperson an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen verpflichtend 7 ECTS-Punkte für Mathematikdidaktik, jedoch keine im Curriculum verankerten und ausgewiesenen Lerngelegenheiten für das Fachwissen. Die Kernmodule finden in den ersten beiden Studienjahren statt. Im dritten Studienjahr haben die Studierenden kein verpflichtendes mathematikdidaktisches Modul. Studierende der Sekundarstufe I schliessen mit einem Masterdiplom ab (mindestens 270 ECTS-Punkte) und erhalten die Lehrberechtigung für vier Fächer. Sie haben verpflichtende Lerngelegenheiten sowohl zur Fachdidaktik als auch in Fachwissenschaften. Das Studium der Sekundarstufe I umfasst 30 ECTS-Punkte für das Fach Mathematik, worin 10 bis 15 ECTS-Punkte für die Mathematikdidaktik enthalten sind (EDK, 2024, Art. 13, Abs. 3a). Kernmodule zur Fachdidaktik und Fachwissenschaft auf der Sekundarstufe I sind über die ganzen viereinhalb Jahre des Studiums verteilt.

Inwieweit es sich bei den Personen, die zu allen drei Messzeitpunkten teilgenommen haben, um eine Positivselektion im Vergleich zu allen an t_1 Teilnehmenden (Vollerhebung) handelt, wurde empirisch geprüft. Eine Positivselektion kann in Bezug auf MCK und MPCK nicht bestätigt werden. Im Vergleich zwischen den Personen, die im dritten Berufsjahr an der erneuten Befragung teilgenommen haben, und den Personen, die nicht mehr teilgenommen haben, zeigen sich zu Beginn des Studiums keine signifikanten Unterschiede in der Ausprägung von MCK und MPCK (MCK: $t(163) = -1.302$, $p = .195$; MPCK: $t(163) = -.446$, $p = .656$).

3.2 Testinstrumente

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die standardisierten Tests zur Erfassung von MCK und MPCK aus der internationalen Vergleichsstudie TEDS-M eingesetzt (Tatto, 2013). Der MCK-Test umfasst 74 Items aus den Bereichen «Arithmetik», «Geometrie», «Algebra» sowie «Daten und Wahrscheinlichkeit». Bei den MPCK-Items handelt es sich um insgesamt 32 Items zum curricularen, planungsbezogenen sowie interaktionsbezogenen Wissen. Die Aufgaben zu MCK und MPCK setzen sich aus drei Antwortformaten zusammen: einfache und komplexe Multiple-Choice-Aufgaben sowie offene Antwortformate (vgl. Abbildung 2 bis 5 für Beispielaufgaben).

Die Reliabilität der geschätzten Personenfähigkeiten lag bei TEDS-M für MCK mit $r_{\text{Primarstufe}} = .83$ und $r_{\text{Sekundarstufe I}} = 0.91$ in einem guten bis sehr guten Bereich. Für MPCK ist die Reliabilität mit $r_{\text{Primarstufe}} = .66$ und $r_{\text{Sekundarstufe I}} = 0.72$ international genügend bis gut. Eine Dokumentation der Parameterschätzungen ist Tatto (2013, S. 296) zu entnehmen.

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

Kreuzen Sie bitte ein Feld an.

A.	9	☐
B.	10	☐
C.	99	☐
D.	Unendlich viele	☐

Abbildung 2: TEDS-M-Beispielaufgabe MCK aus dem Bereich «Arithmetik» (Primarstufe).

Die folgenden Sachaufgaben stammen aus einem Mathematikbuch der Sekundarstufe I.

- 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?*
- 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.

Abbildung 3: TEDS-M-Beispielaufgabe MCK aus dem Bereich «Algebra» (Sekundarstufe I).

Annette bildet aus Zahnstochern eine Folge von geometrischen Figuren, indem sie dem unten dargestellten Konstruktionsprozess folgt. Jede neue Figur enthält ein weiteres Dreieck.

$t = 1$ $t = 2$ $t = 3$...

Die Variable t zeigt die Position der Figur innerhalb der Folge an.
Annette erklärt ihre Vorgehensweise zur Entwicklung einer mathematischen Beschreibung des Konstruktionsprozesses wie folgt:

„Zuerst habe ich drei Zahnstocher für jedes Dreieck benutzt.“

„Aber dann habe ich gesehen, dass ich einen Zahnstocher in jedem Dreieck zweimal gezählt habe, ausser den letzten, also musste ich diese wieder abziehen.“

Die Variable n steht für die Anzahl der Zahnstocher, die für eine Figur verwendet werden.
Welche der folgenden Gleichungen spiegelt am ehesten Annettes Aussage wider?

Kreuzen Sie bitte ein Feld an.

A. $n = 2t + 1$	☐ ₁
B. $n = 2(t + 1) - 1$	☐ ₂
C. $n = 3t - (t - 1)$	☐ ₃
D. $n = 3t + 1 - t$	☐ ₄

Abbildung 4: TEDS-M-Beispielaufgabe MPCK aus dem Bereich «Interaktion» (Primarstufe).

Einige Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I wurden aufgefordert, die folgende Aussage zu beweisen:
Wenn man drei aufeinander folgende natürliche Zahlen multipliziert, dann ist das Ergebnis ein Vielfaches von 6.

Nachfolgend drei Antworten.

Katjas Antwort
Ein Vielfaches von 6 muss die Teiler 3 und 2 besitzen.
Wenn man 3 aufeinander folgende Zahlen hat, dann ist eine davon ein Vielfaches von 3.
Ausserdem ist mindestens eine Zahl gerade, und alle geraden Zahlen sind Vielfache von 2.
Wenn man die drei aufeinander folgenden Zahlen multipliziert, muss das Ergebnis mindestens einmal den Teiler 3 und einmal den Teiler 2 besitzen.

Leons Antwort
 $1 \times 2 \times 3 = 6$
 $2 \times 3 \times 4 = 24 = 6 \times 4$
 $4 \times 5 \times 6 = 120 = 6 \times 20$
 $6 \times 7 \times 8 = 336 = 6 \times 56$

Marias Antwort
$$n \times (n + 1) \times (n + 2) = \binom{2}{n} + n \times (n + 2)$$

$$= \frac{3}{n} + \frac{2}{n} + 2n + 2n$$

Kürzen der n's ergibt $1 + 1 + 2 + 2 = 6$

Entscheiden Sie, ob die Beweise gültig sind.

Kreuzen Sie bitte ein Feld pro Zeile an.

	Gültig	Nicht gültig
A. Katjas Beweis	☐ ₁	☐ ₂
B. Leons Beweis	☐ ₁	☐ ₂
C. Marias Beweis	☐ ₁	☐ ₂

Abbildung 5: TEDS-M-Beispielaufgabe MPCK aus dem Bereich «Interaktion» (Sekundarstufe I).

3.3 Datenanalyse

Die Skalierung der beiden Wissenstests für die Primarstufe bzw. die Sekundarstufe I wurde in Übereinstimmung mit der internationalen Skalierung von TEDS-M mittels Verfahren der probabilistischen Testtheorie (Raschskalierung bzw. Item-Response-Theorie; Masters, 1982; Rasch, 1960) vorgenommen. Aufgrund der geringen Stichprobengrösse im dritten Berufsjahr wurde pro Stufe über alle drei Messzeitpunkte hinweg die eindimensionale Rasch-Skalierung mit den verankerten Itemschwierigkeiten in der Software «ConQuest» (Wu, Adams & Wilson, 1997) durchgeführt. Für die Analysen im vorliegenden Beitrag werden die in diesem Modell geschätzten Personenparameter («maximum likelihood estimator», MLE) verwendet.

Um die Unterschiede zwischen den Mittelwerten an den drei Messzeitpunkten auf statistische Signifikanz zu prüfen, wurden vier Modelle jeweils für MCK und MPCK sowie jeweils für die Primarstufe und die Sekundarstufe I mit der Testleistung als latenter Variable in Mplus 8.0 (Muthén & Muthén, 2017) berechnet und verglichen. Das erste Modell erlaubt die freie Schätzung der Mittelwerte zwischen den Messzeitpunkten. In den nachfolgenden Modellen werden die Mittelwerte zu jeweils zwei Messzeitpunkten auf Gleichheit fixiert. Das heisst, es wird angenommen, dass sich die Mittelwerte in der Höhe nicht unterscheiden (z.B. $t_1 = t_2$ oder $t_1 = t_3$). Passt das Modell mit den frei geschätzten Mittelwerten signifikant besser auf die Daten, verändert sich folglich das Wissen der Studierenden im Studium bzw. der Lehrpersonen in den ersten drei Berufsjahren signifikant. In Abbildung 6 und Abbildung 7 wird dieser Verlauf getrennt nach den Zielstufen dargestellt.

Da die Skalierung für MCK und MPCK getrennt umgesetzt wurde, liegen die Werte der beiden Wissensbereiche nicht auf einer gemeinsamen Skala; die Mittelwerte können daher nicht direkt miteinander verglichen werden. Diese Einschränkung gilt ebenso für den Vergleich der Mittelwerte zwischen den Stufen. Es können lediglich Aussagen darüber gemacht werden, wie hoch MCK und MPCK jeweils im Vergleich zu ihrem internationalen Mittelwert liegen. Vergleiche über die Zeit sind nur in Bezug darauf möglich, inwieweit sich MCK oder MPCK innerhalb derselben Stufe über die Messzeitpunkte hinweg statistisch bedeutsam verändert. Die Resultate zu diesen Veränderungen stehen im nachfolgenden Ergebnisbericht im Fokus.

Die ermittelten Testleistungen wurden für beide Wissenstests (MCK und MPCK) so transformiert, dass die berichteten Werte auf beiden Stufen auf der internationalen Skala mit einem Mittelwert von 500 Punkten und einer Standardabweichung von 100 Punkten abgetragen sind. Rund zwei Drittel der Leistungen auf der internationalen Skala liegen somit zwischen 400 und 600 Punkten sowie 95 Prozent zwischen 300 und 700 Punkten (Tatto, 2013).

4 Ergebnisse

4.1 Entwicklung von MCK und MPCK bei (angehenden) Lehrpersonen der Primarstufe

Die Ergebnisse in Abbildung 6 zeigen, dass die (angehenden) Lehrpersonen der Primarstufe sowohl in MCK als auch in MPCK über dem internationalen Mittelwert von 500 Punkten liegen. Während des Studiums zeigt sich in MCK keine statistisch bedeutsame Veränderung. MPCK zeigt hingegen einen Anstieg während des Studiums ($M_{t1} = 547$, $SD_{t1} = 33$; $M_{t2} = 559$, $SD_{t2} = 25$; $p = .034$; einseitige Testung). Innerhalb der ersten drei Berufsjahre verändert sich weder MCK noch MPCK statistisch bedeutsam.

Zwischen dem Wissen zu Beginn des Studiums und dem dritten Berufsjahr zeigt sich eine signifikante Abnahme von MCK der Primarlehrpersonen ($M_{t1} = 554$, $SD_{t1} = 62$; $M_{t3} = 539$, $SD_{t3} = 62$; $p = .036$; einseitige Testung). In MPCK zeigt sich hingegen keine statistisch bedeutsame Veränderung. Das bedeutet, dass MPCK im dritten Berufsjahr nicht signifikant höher ist als zu Beginn des Studiums, obwohl MPCK im dritten Berufsjahr im Vergleich zum Studienende gleich hoch bleibt. Der fehlende signifikante Unterschied zwischen dem Studienbeginn und dem dritten Berufsjahr dürfte darauf zurückzuführen sein, dass am Ende des Studiums die Varianz kleiner ist als im dritten Berufsjahr ($SD_{t2} = 25$; $SD_{t3} = 40$).

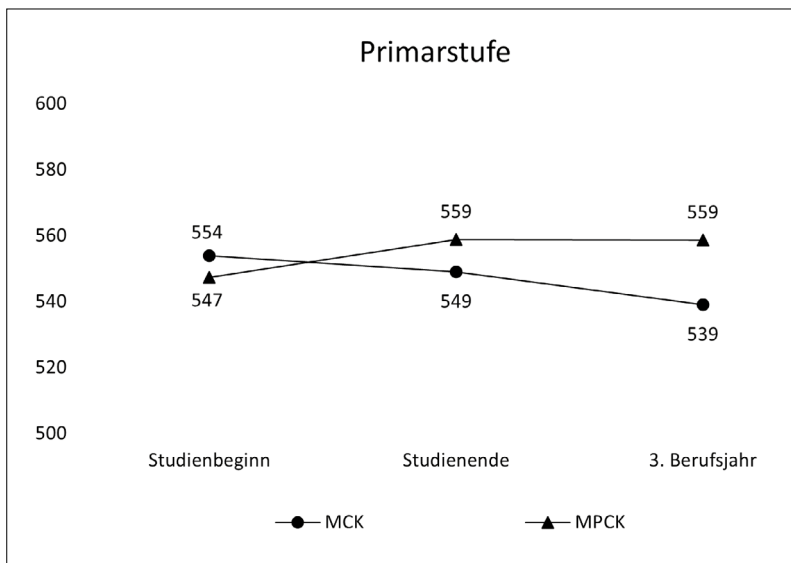


Abbildung 6: Entwicklung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens während des Studiums und der ersten drei Berufsjahre von Lehrpersonen der Primarstufe.

4.2 Entwicklung von MCK und MPCK bei (angehenden) Lehrpersonen der Sekundarstufe I

Die Ergebnisse in Abbildung 7 zeigen, dass die (angehenden) Lehrpersonen der Sekundarstufe I sowohl in MCK als auch in MPCK über dem internationalen Mittelwert von 500 Punkten liegen. Bei Lehrpersonen der Sekundarstufe I zeigt sich in der Entwicklung von MCK und MPCK im Vergleich zu Lehrpersonen der Primarstufe deutlich mehr Veränderung. Sowohl MCK ($M_{t1} = 501$, $SD_{t1} = 36$; $M_{t2} = 551$, $SD_{t2} = 23$; $p < .001$) als auch MPCK ($M_{t1} = 521$, $SD_{t1} = 53$; $M_{t2} = 580$, $SD_{t2} = 40$; $p < .001$) steigen während des Studiums signifikant an. Während der ersten drei Berufsjahre zeigt sich eine Abnahme in MCK ($M_{t2} = 551$, $SD_{t2} = 23$; $M_{t3} = 538$, $SD_{t3} = 23$; $p = .041$; einseitige Testung). MPCK hingegen bleibt in den ersten Berufsjahren stabil. Sowohl MCK ($M_{t1} = 501$, $SD_{t1} = 36$; $M_{t3} = 538$, $SD_{t3} = 23$; $p < .001$) als auch MPCK ($M_{t1} = 521$, $SD_{t1} = 53$; $M_{t3} = 592$, $SD_{t3} = 38$; $p < .001$) bleiben im dritten Berufsjahr statistisch bedeutsam höher als zu Beginn des Studiums.

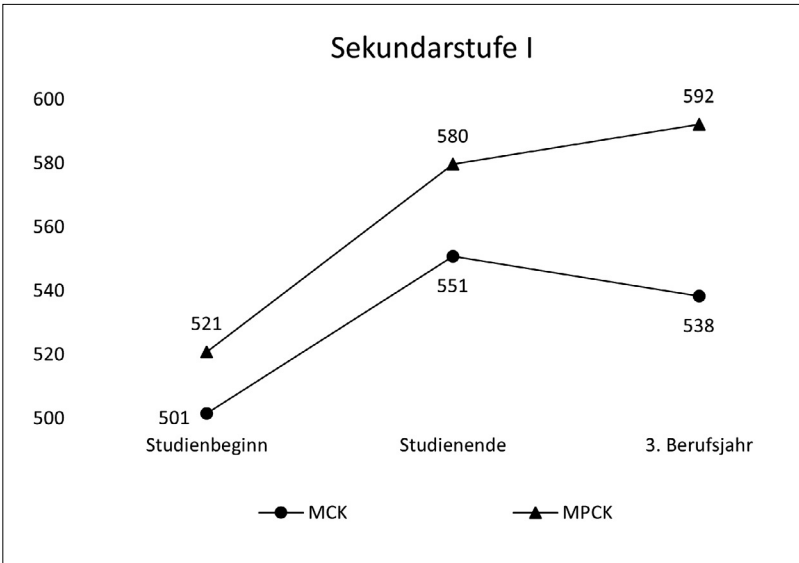


Abbildung 7: Entwicklung des mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens während des Studiums und der ersten drei Berufsjahre von Lehrpersonen der Sekundarstufe I.

5 Diskussion

Der vorliegende Beitrag untersucht die Entwicklung von MCK und MPCK von (angehenden) Lehrpersonen der Primarstufe und Sekundarstufe I in der Schweiz in einem Längsschnittdesign mit drei Messzeitpunkten vom Beginn des Studiums bis in das dritte Berufsjahr.

5.1 Zusammenfassung und Bedeutung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zur Entwicklung von MCK und MPCK für Lehrpersonen der Primarstufe und der Sekundarstufe I erweitern bisherige Befunde mit kürzerer Dauer des Längsschnitts (Blömeke, Hoth et al., 2015) oder quasi-längsschnittliche Befunde (Brühwiler et al., 2015). In Anbetracht der formalen, curricular festgelegten Lerngelegenheiten, die den angehenden Lehrpersonen im Studium angeboten werden, sind die Ergebnisse plausibel (Blömeke et al., 2008; König et al., 2017; Richter, 2013). Sie unterstützen die Annahme, dass die Entwicklung des Professionswissens, in der vorliegenden Studie an den Wissensbereichen MCK und MPCK untersucht, auch im Berufseinstieg von den zur Verfügung stehenden Lerngelegenheiten abhängig ist (Harring et al., 2016). Hervorzuheben ist, dass MPCK während der ersten drei Berufsjahre auf vergleichbarem Niveau stabil bleibt, was darauf hinweist, dass Lehrpersonen beider Schulstufen das im Studium erworbene Wissen nicht einfach vergessen, sondern aufgrund der Auseinandersetzung in der Berufspraxis das Niveau von MPCK halten können.

Bei der Betrachtung des Entwicklungsverlaufs der (angehenden) Primarstufenlehrpersonen wird deutlich, dass es während des Studiums keinen signifikanten Leistungszuwachs in MCK gibt und MCK nach den ersten drei Berufsjahren signifikant niedriger ist als zu Beginn des Studiums. MPCK hingegen nimmt während des Studiums zu und bleibt danach bis in das dritte Berufsjahr stabil. Während des Studiums besuchen angehende Primarlehrpersonen mathematikdidaktische Module im Umfang von 7 ECTS-Punkten. Spezifisch für MCK müssen die Studierenden hingegen keine im Curriculum festgelegten Lerngelegenheiten verpflichtend besuchen. Die Module in MPCK an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen thematisieren teilweise auch mathematikwissenschaftliche Inhalte, was die Stabilität von MCK trotz fehlender fachwissenschaftlicher Module während des Studiums erklären könnte. Bei den angehenden Lehrpersonen der Sekundarstufe I zeigt sich während des Studiums ein signifikanter Zuwachs sowohl in MCK als auch in MPCK. In Anbetracht der angebotenen Lerngelegenheiten sowohl in MCK als auch in MPCK ist diese Entwicklung plausibel. Angehende Lehrpersonen der Sekundarstufe I absolvieren insgesamt 30 ECTS-Punkte im Fach Mathematik, wovon 10 bis 15 ECTS-Punkte für die Mathematikdidaktik vorgesehen sind. Bis zum Beginn des dritten Berufsjahres nimmt MCK signifikant ab, während MPCK konstant bleibt. Im Vergleich zum Studienbeginn sind sowohl MCK als auch MPCK signifikant höher ausgeprägt.

Die zumindest tendenziell sinkenden Leistungen in MCK in der Berufseinstiegsphase deuten darauf hin, dass Lehrpersonen im Beruf nur wenige Lerngelegenheiten in MCK

erfahren bzw. nutzen und als Folge davon das mathematische Wissen ohne spezifische Lerngelegenheiten (z.B. im Rahmen von Weiterbildungen) nicht weiter ausbauen können, sondern eher davon auszugehen ist, dass sie gewisse Inhalte vergessen. Das im Studium erworbene Wissen in MPCK bleibt hingegen während des Berufseinstiegs auf beiden Zielstufen stabil. Dies dürfte darauf hindeuten, dass MPCK im Beruf angewandt und gefestigt, aber nicht zwangsläufig ausgebaut wird. Die Ergebnisse zeigen des Weiteren, dass die Streuung in MPCK zwischen den befragten Lehrpersonen grösser wird. Dies könnte daran liegen, dass die mit der beruflichen Tätigkeit zusammenhängenden (informellen) Lerngelegenheiten im Vergleich zu den im Curriculum des Studiums festgeschriebenen Inhalten deutlich heterogener ausfallen. Weitere Unterschiede in den Anforderungen an MCK und MPCK können sich in der Klassenzusammensetzung oder in der Schulhauskultur zeigen.

5.2 Stärken und Limitationen

Eine Stärke der vorliegenden Studie liegt darin, dass der Entwicklungsverlauf vom Beginn der Lehrer:innenausbildung bis in das dritte Berufsjahr längsschnittlich und mittels standardisierter Leistungstests für zwei Zielstufen nachgezeichnet werden kann. Die Befunde zur Entwicklung von MCK und MPCK von (angehenden) Lehrpersonen über einen für die professionelle Entwicklung besonders wichtigen Zeitraum erweitern bisherige im Rahmen von Kohortenstudien gewonnene Erkenntnisse und längsschnittliche Befunde über einen kürzeren Zeitraum (z.B. während des Studiums oder vom Studienende bis in den Berufseinstieg). Die Studienergebnisse tragen zudem dazu bei, Entwicklungsverläufe im Professionswissen in spezifischen Ausbildungskontexten wie der einphasigen Generalist:innenausbildung für Primarlehrpersonen in der Schweiz besser zu verstehen.

Trotz dieser Stärken sind bei der Interpretation der Ergebnisse verschiedene Limitationen zu berücksichtigen. Die Befunde gelten für das Fach Mathematik. Es kann deshalb nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung des Professionswissens in anderen Fächern vergleichbar verläuft. Des Weiteren konnten in dieser Studie keine spezifischen Prädiktoren zur Erklärung des Entwicklungsverlaufs von MCK und MPCK berücksichtigt werden.

In Bezug auf die Datengrundlage ist die geringe Stichprobengrösse im dritten Berufsjahr als Limitation anzumerken. Basierend auf den Ergebnissen der Drop-out-Analysen (vgl. Abschnitt 3.1) ist allerdings das Risiko einer Positivselektion der Stichprobe gering. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist weiter zu berücksichtigen, dass die Messinstrumente zur Erfassung von MCK und MPCK für die international vergleichbare Erfassung des Wissens am Ende des Studiums entwickelt wurden und nicht basierend auf nationalen oder ausbildungsspezifischen Curricula. Insbesondere bei den Lehrpersonen der Primarstufe dürfte das für den Unterricht benötigte MCK abhängig von der zu unterrichtenden Klassenstufe sehr heterogen sein.

5.3 Implikationen für die Lehrer:innenbildung und Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse verweisen auf die hohe Bedeutung von Lerngelegenheiten für einen nachhaltigen Aufbau von MCK und MPCK. Die Vermittlung einer soliden fachlichen und fachdidaktischen Wissensbasis ist für eine wirksame Lehrer:innenbildung elementar, denn verschiedene Studien konnten empirisch belegen, dass sich höher ausgeprägtes MCK und MPCK von Lehrpersonen positiv auf die Unterrichtsqualität und die Schüler:innenleistung auswirkt (z.B. Affolter, Hollenstein & Brühwiler, 2016; Blömeke et al., 2022; Hollenstein et al., 2019; Yang & Kaiser, 2022). In Anbetracht der Bedeutsamkeit von MCK und MPCK für die Unterrichtsqualität und das Lernen der Schüler:innen werfen die Ergebnisse die Frage auf, inwieweit während der Ausbildung ausreichende Lerngelegenheiten gegeben sind. Dies gilt insbesondere für MCK der Primarstufenlehrpersonen, da hier im dritten Berufsjahr ein signifikant niedrigeres MCK zu verzeichnen ist als bei Studienbeginn. Von grosser Bedeutung ist es des Weiteren, dass das erworbene Wissen verfügbar bleibt und relevantes Professionswissen auch im Beruf weiterentwickelt werden kann.

Für die Lehrer:innenbildung in der Schweiz stellt sich folglich die grundlegende Frage, inwieweit es im Rahmen einer dreijährigen Generalist:innenausbildung mit 180 ECTS-Punkten überhaupt gelingen kann, ausreichend Lerngelegenheiten für MCK und MPCK bereitzustellen. Unter diesen Rahmenbedingungen müssen die Studierenden bereits aus der Vorbildung ein breites und fundiertes fachliches Wissen in die Lehrer:innenausbildung mitbringen, damit sie beim Berufseinstieg über ein hinreichendes Professionswissen in den zu unterrichtenden Fächern verfügen. Um einen ausreichenden Aufbau von fachwissenschaftlichem und fachdidaktischem Wissen im Studium zu gewährleisten, bliebe die Möglichkeit, von der Generalist:innenausbildung abzurücken bzw. eine Fächerreduktion vorzunehmen. Alternativ dazu könnten eine zeitliche Ausdehnung des Studiums oder spezifische Lerngelegenheiten bzw. Weiterbildungsangebote nach dem Studium in Betracht gezogen werden. Denn der Umfang und die Qualität von Lerngelegenheiten sind wichtige Prädiktoren für den Aufbau von MCK und MPCK (König et al., 2017).

Wie in Abschnitt 1 einleitend erwähnt wurde, untersucht der vorliegende Beitrag die Entwicklung der kognitiven Aspekte des Professionswissens und thematisiert das Angebot curricularer Lerngelegenheiten mit Blick auf die unterschiedlichen Studienstrukturen. Er fokussiert hingegen nicht auf Determinanten des Wissenserwerbs wie beispielsweise die Bedeutung von motivationalen Aspekten für die Entwicklung von MCK und MPCK. Statt nach dem Angebot der Lerngelegenheiten könnte in weiteren Studien auch nach der Nutzung der Lerngelegenheiten gefragt werden – diese werden durch motivationale Aspekte massgeblich beeinflusst. Mehr gesichertes Wissen zur Frage der Nutzung von Lerngelegenheiten ist zentral für eine evidenzorientierte Weiterentwicklung einer wirksamen Lehrer:innenausbildung.

Literatur

- Affolter, B., Hollenstein, L. & Brühwiler, C. (2016).** Entwicklung und Wirkung professioneller Kompetenzbereiche von Lehrpersonen. *Journal für LehrerInnenbildung*, 16 (4), 28–34.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006).** Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011).** Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163–192). Münster: Waxmann.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (2011).** Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Unterricht und die mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern (COACTIV) – Ein Forschungsprogramm. In J. Baumert, M. Kunter, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 7–25). Münster: Waxmann.
- Biedermann, H., Tettenborn, A., Oser, F., Steinmann, S. & Bach, A. (2015).** Die Lehrerbildungssysteme in der Deutschschweiz und in Deutschland. In F. Oser, H. Biedermann, C. Brühwiler & S. Steinmann (Hrsg.), *Zum Start bereit? Vertiefende Ergebnisse aus TEDS-M zur schweizerischen Lehrerbildung im internationalen und nationalen Vergleich* (S. 47–72). Opladen: Budrich.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. J. (2015).** Beyond dichotomies. Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 3–13.
- Blömeke, S., Hoth, J., Döhrmann, M., Busse, A., Kaiser, G. & König, J. (2015).** Teacher change during induction: Development of beginning primary teachers' knowledge, beliefs and performance. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13 (2), 287–308.
- Blömeke, S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G. & König, J. (2022).** Opening up the black box: Teacher competence, instructional quality, and students' learning progress. *Learning and Instruction*, 79, Artikel 101600, 1–11.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2010).** *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2008).** *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer: Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. 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. (2001).** Teacher expertise. In N. J. Smelser, P. B. Baltes & F. E. Weinert (Hrsg.), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (S. 15459–15465). London: Pergamon.
- Brühwiler, C. & Helmke, A. (2018).** Determinanten der Schulleistung. In D. H. Rost, J. R. Sparfeldt & S. R. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (5. Auflage, S. 78–91). Weinheim: Beltz.
- Brühwiler, C., Hollenstein, L., Affolter, B., Biedermann, H. & Oser, F. (2017).** Welches Wissen ist unterrichtsrelevant? Prädiktive Validität dreier Messinstrumente zur Erfassung des pädagogisch-psychologischen Wissens von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 7 (3), 209–228.
- Brühwiler, C., Ramseier, E. & Steinmann, S. (2015).** Vorbildung oder Ausbildung? Zum Erwerb mathematischen und mathematikdidaktischen Wissens in der Lehrpersonenausbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 33 (1), 22–45.
- Darling-Hammond, L. (2006).** *Powerful teacher education: Lessons from exemplary programs*. San Francisco: Jossey-Bass.
- EDK. (2024).** *Reglement über die Anerkennung von Lehrdiplomen für den Unterricht auf der Primarstufe, der Sekundarstufe I und an Maturitätsschulen (Anerkennungsreglement Lehrdiplome, ARLD) vom 28. März 2019 (Stand am 25. Oktober 2024)*. Bern: EDK.

- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.-T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E. & Kunter, M.** (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86, Artikel 102882, 1–14.
- Förtsch, C., Werner, S., von Kotzebue, L. & Neuhaus, B.J.** (2016). Effects of biology teachers' professional knowledge and cognitive activation on students' achievement. *International Journal of Science Education*, 38 (17), 2642–2666.
- Harring, M., Witte, M.D. & Burger, T.** (2016). Informelles Lernen – Eine Einführung. In M. Harring, M.D. Witte & T. Burger (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen. Interdisziplinäre und internationale Perspektiven* (S. 11–24). Weinheim: Beltz Juventa.
- Hollenstein, L., Affolter, B. & Brühwiler, C.** (2019). Die Bedeutung der Leistungserwartung von Lehrpersonen für die Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22 (4), 791–809.
- Kaiser, G. & König, J.** (2019). Competence measurement in (mathematics) teacher education and beyond: Implications for policy. *Higher Education Policy*, 32 (4), 597–615.
- Keller-Schneider, M.** (2020). Berufseinstieg von Lehrpersonen. Herausforderungen, Ressourcen und Angebote der Berufseinführung. *Journal für LehrerInnenbildung*, 20 (3), 64–73.
- Kleickmann, T. & Anders, Y.** (2013). Learning at university. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers. Results from the COACTIV project* (S. 321–332). New York: Springer.
- König, J.** (2020). Kompetenzorientierter Ansatz in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 163–171). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- König, J., Blömeke, S., Jentsch, A., Schlesinger, L., Felske née Nehls, C., Musekamp, F. & Kaiser, G.** (2021). The links between pedagogical competence, instructional quality, and mathematics achievement in the lower secondary classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 107 (1), 189–212.
- König, J., Ligtvoet, R., Klemenz, S. & Rothland, M.** (2017). Effects of opportunities to learn in teacher preparation on future teachers' general pedagogical knowledge: *Analyzing program characteristics and outcomes. Studies in Educational Evaluation*, 53, 122–133.
- König, J. & Rothland, M.** (2018). Das Praxissemester in der Lehrerbildung: Stand der Forschung und zentrale Ergebnisse des Projekts Learning to Practice. In J. König, M. Rothland & N. Schaper (Hrsg.), *Learning to Practice, Learning to Reflect? Ergebnisse aus der Längsschnittstudie LtP zur Nutzung und Wirkung des Praxissemesters in der Lehrerbildung* (S. 1–62). Wiesbaden: Springer VS.
- Kramer, C., König, J., Kaiser, G., Ligtvoet, R. & Blömeke, S.** (2017). Der Einsatz von Unterrichtsvideos in der universitären Ausbildung: Zur Wirksamkeit video- und transkriptgestützter Seminare zur Klassenführung auf pädagogisches Wissen und situationsspezifische Fähigkeiten angehender Lehrkräfte. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20 (1), 137–164.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. & Jordan, A.** (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100 (3), 716–725.
- Kunina-Habenicht, O., Schulze-Stocker, F., Kunter, M., Baumert, J., Leutner, D., Förster, D., Lohse-Bossenz, H. & Terhart, E.** (2013). Die Bedeutung der Lerngelegenheiten im Lehramtsstudium und deren individuelle Nutzung für den Aufbau des bildungswissenschaftlichen Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59 (1), 1–23.
- Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U. & Richter, D.** (2011). Die Entwicklung professioneller Kompetenz 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.
- Masters, G.N.** (1982). A Rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika*, 47 (2), 149–174.
- Messner, H. & Reusser, K.** (2000). Berufliches Lernen als lebenslanger Prozess. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 18 (3), 277–294.
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O.** (2017). *Mplus user's guide* (Version 8). Los Angeles: Muthén & Muthén.

- Rasch, G.** (1960). *Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Copenhagen: The Danish Institute of Educational Research.
- Richter, D.** (2011). Lernen im Beruf. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 317–325). Münster: Waxmann.
- Richter, D.** (2013). Professional development across the teaching career. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers. Results from the COACTIV project* (S. 333–342). New York: Springer.
- Schoenfeld, A. H. & Kilpatrick, J.** (2008). Toward a theory of proficiency in teaching mathematics. In D. Tirosh & T. Wood (Hrsg.), *International handbook of mathematics teacher education: Tools and processes in mathematics teacher education* (Band 2, S. 321–354). Rotterdam: Sense.
- Schulz, A.** (2014). *Fachdidaktisches Wissen von Grundschullehrkräften. Diagnose und Förderung bei besonderen Problemen beim Rechnenlernen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Seidel, T.** (2014). Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur- und Prozessparadigma. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60 (6), 850–866.
- 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). The role of educational psychology in the preparation of teachers. *Educational Psychologist*, 31 (1), 5–14.
- Shulman, L. S.** (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4–14.
- Shulman, L. S.** (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1–22.
- 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: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Tatto, M. T., Schwill, J., Sharon, L. S., 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: Teacher Education and Development International Study Center.
- Tynjälä, P.** (2008). Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review*, 3 (2), 130–154.
- Weinert, F. E.** (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salga (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Seattle: Hogrefe & Huber.
- Wu, M. L., Adams, R. J. & Wilson, M. R.** (1997). *ConQuest: Multi-aspect test software* [Computerprogramm]. Camberwell: Australian Council for Educational Research.
- Yang, X. & Kaiser, G.** (2022). The impact of mathematics teachers' professional competence on instructional quality and students' mathematics learning outcomes. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 48, Artikel 101225, 1–8.

Autorinnen und Autoren

Lena Hollenstein, Dr., Pädagogische Hochschule St.Gallen, lena.hollenstein@phsg.ch
Benita Affolter, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule Thurgau, benita.affolter@phtg.ch
Barbara Ott, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule St.Gallen, barbara.ott@phsg.ch
Jan Hochweber, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule St.Gallen, jan.hochweber@phsg.ch
Christian Brühwiler, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule St.Gallen, christian.bruehwiler@phsg.ch