

# Ein Mixed-Methods-Evaluations-Ansatz zur Untersuchung von Makro-Mikro-Interaktionen

---

*Die Entwicklung von lehr- und lernorientierten Überzeugungen von Mathematiklehramtsstudierenden in der Studieneingangsphase*

**Nils Buchholtz und Gabriele Kaiser**

## **Titel (Englisch)**

A Mixed Methods Evaluation Approach for the Study of Macro-Micro Interactions – On the development of teaching- and learning-oriented beliefs of mathematics student teachers in the introductory phase of study

## **Abstract (Deutsch)**

Insbesondere bei längsschnittlichen Evaluationen erscheinen gemischt-methodische Ansätze im Bereich Mixed Methods sinnvoll, da sich die Studien prinzipiell dazu eignen, Evaluationsgegenstände von hohem Komplexitätsgrad zu erfassen, wie es beispielsweise dynamische Veränderungsprozesse in Bildungsstrukturen sind. Der Artikel stellt anhand der längsschnittlichen Entwicklung von professionsbezogenen Überzeugungen von Mathematiklehramtsstudierenden dar, wie in einem derartigen Ansatz durch die Integration von durch verschiedene Forschungsmethoden gewonnenen Ergebnissen Makro- und Mikrostrukturen berücksichtigt werden können. Mit Hilfe von latenten Wachstumskurvenmodellen konnte die Entwicklung von Überzeugungen von 235 Lehramtsstudierenden an fünf Hochschulen längsschnittlich modelliert werden. Fallbasiert konnten auf der Grundlage von 19 Interviews anschließend Zusammenhänge zwischen institutionellen Rahmenbedingungen und der individuellen Entwicklung von Überzeugungen herausgestellt werden. Es konnte u.a. eine hohe Zustimmung zu konstruktivistisch orientierten Lehr- und Lernformen festgestellt werden, die sich zum Teil auf die Erfahrungen universitärer Lehre zurückführen lassen.

## **Abstract (Englisch)**

Especially in the case of longitudinal evaluations, mixed-methodological approaches appear to be useful, since the studies are basically suitable for evaluating evaluation objects of a high degree of complexity, such as, for example, dynamic processes in educational structures. Basing on the longitudinal development of professions-related beliefs of mathematics student teachers, this article describes how macro- and microstructures can be taken into account by integrating results obtained through different research methods. With the help of latent growth curve models the development of beliefs of 235 student teachers at five universities could be modeled longitudinally. On the basis of

19 interviews, afterwards interrelationships between institutional frameworks and the individual development of beliefs could be identified on the basis of case studies. Amongst others, a high degree of agreement to constructivist-oriented forms of teaching and learning could be revealed, which can be partly attributed to the experience of university teaching.

### **Schlüsselwörter (Deutsch)**

Evaluation – Mixed Methods – Überzeugungen – Mathematik – Lehramtsstudium – TEDS-Telekom – Längsschnittstudie – LGCM

### **Schlüsselwörter (Englisch)**

Evaluation – Mixed Methods – Beliefs – Mathematics – Teacher studies – TEDS-Telekom – Longitudinal Study - LGCM

### **Kurzbiografie**

*Buchholtz, Nils*, 1982, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Didaktik der Mathematik, Universität Hamburg. Forschungsgebiete: Empirische Untersuchungen zum Professionswissen und zu Einstellungen von Mathematiklehrkräften und zur Effektivität der Mathematiklehrerausbildung. Veröffentlichungen: Multiperspektivische Ansätze zur Messung des Lehrerverfessionswissens in der Mathematiklehrerfortbildung, Hamburg 2014. The Combination of Qualitative and Quantitative Research Methods in Mathematics Education: A “Mixed Methods” Study on the Development of the Professional Knowledge of Teachers. Dordrecht 2015 (mit U. Kelle).

*Kaiser, Gabriele*, 1952, Dr. rer. nat., Professorin für Erziehungswissenschaft unter besonderer Berücksichtigung der Didaktik der Mathematik, Universität Hamburg. Forschungsgebiete: Empirische Untersuchungen zur Lehrerbildung, Internationale Vergleichsuntersuchungen zum Mathematikunterricht, Realitätsbezüge und Modellierung im Mathematikunterricht. Veröffentlichungen: International Perspectives on Teacher Knowledge, Beliefs and Opportunities to Learn, Dordrecht 2014 (mit S. Blömeke, F.-J. Hsieh und W.H. Schmidt).

### **Korrespondenzanschrift**

Nils Buchholtz, Universität Hamburg

Von-Melle-Park 8, 20146 Hamburg

Nils.Buchholtz@uni-hamburg.de

## **1 Einleitung**

Evaluationsstudien im Bereich der Lehrerbildung, die sich mit der Wirkungsweise von hochschuldidaktischen Interventionen auseinandersetzen, sehen sich spezifischen Herausforderungen gegenübergestellt. So sind innerhalb eines systemisch orientierten Ansatzes oft nicht nur die Wirkung von Interventionen, sondern auch Prozesse der Konzeption, Umsetzung und Nutzung der Interventionen sowie die Bedingungen des Umfeldes Gegenstand der Evaluation (Döring

2014). In dem Maße, in dem institutionelle Maßnahmen individuelle Überzeugungen beeinflussen und damit potenziell Auswirkungen auf Lernprozesse von Einzelnen haben, und sich umgekehrt auf höherem Aggregationsniveau herausgefundene Strukturen durch die Handlungen und Lernprozesse Einzelner erklären lassen, stellt sich konkret die Frage, inwieweit Strukturen auf der institutionellen Makro-Ebene und individuelle Überzeugungen und Handlungen auf der biografischen Mikro-Ebene zusammenhängen und Phänomene auf der einen Ebene auf die andere Ebene übertragbar sind (Barnes 2001; Baur 2005). Dabei sprechen wir innerhalb dieses Beitrags von Mikro-Ebene, wenn wir über die individuelle Wahrnehmung von hochschuldidaktischen Lehr- und Lernstrukturen sprechen und von Makro-Ebene, wenn wir über Strukturen sprechen, die sich aufgrund eines standardisierten Vergleiches von Leistungen und Überzeugungen von Studierenden unterschiedlicher Hochschulen ergeben<sup>1</sup>. Möglichkeiten, dieser Frage der Makro-Mikro-Übertragung innerhalb von Evaluationsansätzen zu begegnen, stellen einerseits der Ansatz der *micro-translation* (Collins 1981) dar, der darauf abzielt, die empirische Evidenz soziologischer Befunde durch eine Konsistenz entsprechender Befunde auf der Mikro-Ebene nachzuweisen, sowie andererseits umgekehrt der Ansatz von *Aggregation*, der kumulierte Befunde der Mikro-Ebene als Ergebnisse der Makro-Ebene modelliert (DiMaggio 1991). Beiden reduktionistischen Ansätzen ist allerdings entgegenzuhalten, dass sie einen direkten (statistischen) Zusammenhang zwischen Einzelfällen und postulierten soziologischen Gesetzmäßigkeiten annehmen. Eine Alternative stellt daher die Einnahme eines epistemologischen Standpunktes dar, der den wechselseitigen Austausch zwischen Makro- und Mikro-Ebene in den Blick nimmt: Der Ansatz der Mixed-Methods-Forschung, die darauf abzielt, einen Zusammenhang zwischen Makro- und Mikro-Forschung durch die Integration der bevorzugten empirischen Ansätze für die Untersuchung der unterschiedlichen Ebenen herzustellen, d.h. im Wesentlichen die methodischen Ansätze der qualitativen und quantitativen Sozialforschung (Bridwell-Mitchell 2012; Clegg und Hardy 1999). Insbesondere bei längsschnittlichen Evaluationen erscheint dieser Ansatz sinnvoll, da sich Mixed-Methods-Studien prinzipiell dazu eignen, Evaluationsgegenstände von hohem Komplexitätsgrad zu berücksichtigen, wie es beispielsweise dynamische Veränderungsprozesse in sozialen Bildungsstrukturen sind (Gläser-Zikuda et al. 2012). Aus soziologischer Perspektive entspricht dieser Ansatz der aus der Biographieforschung entstammenden Überlegung, bei Analysen sowohl objektive als auch subjektive Wirkfaktoren berücksichtigen zu können und die Prozesshaftigkeit des sozialen Lebens zugänglich zu machen (Fuchs-Heinritz 1998). Quantitativ orientierte Sozialforschung ermöglicht zwar wie z.B. bei zu Evaluationszwecken häufig eingesetzten Panelstudien (z.B. Bauer et al. 2010) die zeitliche Nachverfolgung individueller Fälle sowie querschnittliche als auch längsschnittliche Analysen (Baur 2005), es ergeben sich jedoch aufgrund der nur punktuellen Konstellation selbst bei Panelstudien „schwierige Bedingungen für den Schluß auf den dazwischen liegenden Prozeß der Veränderung“ (Fuchs-Heinritz 1998, S. 7), die die Ergänzung durch eine erklärende Verlaufsmusteranalyse in Fallgeschichten nahelegen. Bestimmte Ansätze der qualitativen Sozialforschung, wie etwa die Biographieforschung und Fallstudienmethode, ermöglichen es hingegen, die Interaktionen zwischen

---

<sup>1</sup> Aus organisationssoziologischer Perspektive wäre dies eher eine „Meso-Ebene“. Im Rahmen der mathematikdidaktischen Bildungsforschung stellt sich jedoch die Frage der Makro-Mikro-Interaktion eher im Rahmen des Verhältnisses zwischen Individuum und Bildungsinstitution.

Einzelfällen und institutionellen Gegebenheiten in Interviews zu fokussieren und bestimmte Verlaufsmuster sowie deren Ursachen und Folgen zu analysieren (Baur 2005). Durch die Verbindung quantitativer und qualitativer Erhebungs- und Auswertungsverfahren können dann insbesondere bei Längsschnittstudien „sowohl die Momente objektiver Sozialstruktur als auch die subjektiven Deutungsmuster und Interpretationsleistungen der Akteure analysiert werden“ (Kluge 2001, S. 23), womit ein umfassenderes Bild im Sinne sich ergänzender Perspektiven, aber u.a. auch eine stärkere Validität der Befunde angestrebt werden kann (Kelle und Erzberger 2001).

Exemplarisch verfolgen wir im Folgenden einen solchen gemischt-methodischen Ansatz für den Bereich der mathematikdidaktischen Bildungsforschung und zeigen anhand dieses Beispiels eine Möglichkeit zur Integration quantitativ und qualitativ erhobener Daten auf. Das Beispiel entstammt einer Evaluationsstudie, die die Wirkungsweise von hochschuldidaktischen Interventionen im Bereich der fachmathematischen Lehramtsausbildung im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung der Studierenden untersucht (s. 2.2). Dabei gehen wir innerhalb dieses Beitrags der Fragestellung nach, wie sich bestimmte Überzeugungen von Mathematiklehramtsstudierenden an fünf Universitäten über die ersten vier Semester ihres Studiums verändern und wie individuell ausgeprägt die Veränderungen sind. Ferner untersuchen wir, welche individuellen Erfahrungen die Studierenden mit institutionellen Lehr- und Lernmethoden instruktionsorientierter und konstruktivistisch orientierter Art im Studium machen, bzw. inwiefern diese Erfahrungen Begründungen für ihre Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik liefern können.

## **2 Anwendung: Untersuchung von Veränderungsprozessen bei Überzeugungen von Mathematiklehramtsstudierenden**

### **2.1 Eine Mixed-Methods-Evaluationsstudie aus der mathematikdidaktischen Bildungsforschung**

Insbesondere seit dem Aufkommen von internationalen Vergleichsstudien in der mathematikdidaktischen Forschung existiert eine kontroverse Diskussion über das Verhältnis von qualitativen und quantitativen Forschungsansätzen zwischen Anhängern verschiedener methodologischer Ansätze (dazu im Detail Kelle und Buchholtz 2015). Derzeit orientieren sich die meisten mathematikdidaktischen Studien, vor allem in dem Bereich der professionellen Kompetenz von Lehrkräften, noch entweder ausschließlich an qualitativen oder quantitativen Verfahren (z. B. Blömeke et al. 2010a, b; Schwarz, 2013). Es existieren aber mittlerweile auch Studien, die die unterschiedlichen methodischen Ansätze stärker miteinander kombinieren, um eine gewisse Multi-Perspektivität zu erreichen (z. B. Klieme und Bos 2000; Kaiser und Buchholtz 2014). Dabei sind gemischt methodologische Forschungsansätze in besonderem Maße geeignet und äußerst fruchtbar in der mathematikdidaktischen Bildungsforschung, da methodisch inhärente Mängel der jeweiligen methodischen Ansätze durch die Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden überwunden werden können (Kelle 2008). Für den Schul- und Bildungsbereich gilt dies in besonderem Maße, da aufgrund der Einbindung der untersuchten Forschungsgegenstände in soziale Bildungsstrukturen, die ein vielschichtiges und komplexes Feld darstellen, sinnvolle

Forschungsansätze von je her in interdisziplinären Zugängen bestehen (Gläser-Zikuda et al. 2012). Als ein Beispiel für eine gemischt-methodisch angelegte Studie kann die längsschnittliche Evaluationsstudie „Teacher Education and Development Study – Telekom“ (TEDS-Telekom) abgesehen werden, die die Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden in der Studieneingangsphase untersucht.

Studierende, die ein Lehramtsstudium in Mathematik aufnehmen, erfahren an der Hochschule oft deutlich andere Lehr- und Lernmethoden, als die, an die sie aus dem schulischen Mathematikunterricht gewöhnt sind. Gerade in fachmathematischen Lehrveranstaltungen dominieren instruktionsorientierte Vorlesungen und semesterbegleitende Leistungsbewertung. Viele Studierende brechen das Studium gerade in der Studieneingangsphase u.a. aufgrund der hohen Anforderungen, aber auch aus Unzufriedenheitsgründen oder aufgrund von fehlender Motivation wieder ab (Dieter 2012; Heublein 2010). Paradoxerweise wird gerade in Zeiten gesteigerter Heterogenität von Lerngruppen, Individualisierung und Inklusion von zukünftigen Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern erwartet, in der späteren Berufspraxis individuelle Lernprozesse zu berücksichtigen und den Mathematikunterricht durch den Gebrauch konstruktivistisch orientierter Lernformen methodisch abwechslungsreich zu gestalten. Die Mathematiklehramtsausbildung in Deutschland unterlag unter anderem deshalb, aber auch aufgrund von neuen bildungspolitischen Vorgaben und im Lichte neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in den letzten Jahren starken Veränderungsprozessen (Buchholtz 2014). Anzuführen sind hier Bestrebungen, durch innovative hochschuldidaktische Projekte die vielfach bemängelten Studienbedingungen für Lehramtsstudierende zu verbessern und Lehrveranstaltungen stärker an den beruflichen Anforderungen der zukünftigen Mathematiklehrkräfte auszurichten. So entstanden an drei unterschiedlichen Hochschulen jeweils Maßnahmen zur Stärkung der fachdidaktischen Ausbildungsanteile oder einer methodischen Neuausrichtung der universitären Lehrveranstaltungen, die stärker das Lehren und Lernen von schulrelevanter Mathematik fokussieren sowie individuelle Lernprozesse der Studierenden berücksichtigen. Dazu bekamen die Mathematiklehramtsstudierenden innerhalb der Studieneingangsphase eigene an den beruflichen Anforderungen ausgerichtete Lehrveranstaltungen in den Bereichen Analysis und Lineare Algebra angeboten. Die vorherrschende Lehre innerhalb dieser Lehrveranstaltungen wurde von bestimmten fachmathematischen Vertiefungen entfrachtet und mit Bezügen zur Elementarmathematik vom höheren Standpunkt im Sinne Felix Kleins (1908) und zur Fachdidaktik sowie praxisrelevanten Veranschaulichungen mathematischer Inhalte angereichert (z.B. Beutelspacher et al. 2011). Die Studie TEDS-Telekom, die von der Deutschen Telekom Stiftung in Auftrag gegeben und im Zeitraum von Januar 2008 bis Dezember 2012 durchgeführt wurde, nimmt bei diesen innovativen Projekten ihren Ausgangspunkt. Ausgehend von der internationalen Vergleichsstudie TEDS-M 2008 (Blömeke et al. 2010a, b) zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung, die als externer Referenzrahmen zur Beurteilung der Maßnahmen herangezogen wurde, wurden im Rahmen einer Evaluation die Studienanfängerkohorten an fünf deutschen Universitäten über einen Zeitraum von vier Semestern hinweg untersucht (davon drei Universitäten mit innovativen Projekten und zwei Universitäten mit traditioneller Lehramtsausbildung). Erhoben wurden dabei zu drei Messzeitpunkten das professionelle Wissen (Shulman 1986) sowie affektive Überzeugungen (Richardson 1996) der

Studierenden. Da in der Evaluationsstudie Informationen über die Wirkungsweise der hochschuldidaktischen Innovationen auf möglichst breiter Basis gewonnen werden sollten, standen sowohl Aspekte auf einer gewissen Makro- als auch auf einer Mikro-Ebene im Zentrum der Untersuchung:

Auf der Makro-Ebene beinhaltete die Evaluation einen *standardisierten Vergleich* der Leistungen der Studierenden der verschiedenen Universitäten. Dazu wurden in einem stärker quantitativ orientierten Teil der Studie standardisierte Fragebögen eingesetzt, die das universitäre und schulrelevante mathematische Fachwissen sowie das fachdidaktische und pädagogische Wissen von 127 Mathematiklehramtsstudierenden und 40 Nicht-Lehramtsstudierenden als Vergleichsgruppe längsschnittlich zu Beginn ihres ersten, am Ende des zweiten und am Ende des vierten Semesters erfassten<sup>2</sup>. Darüber hinaus wurden die Überzeugungen der Studierenden zum Wesen der Mathematik und zum Lehren und Lernen von Mathematik erhoben (vgl. 2.3.; für Details siehe Buchholtz & Kaiser 2013). Wie wir in diesem Beitrag zeigen, ließ sich mit Hilfe von latenten Strukturgleichungsmodellen zur längsschnittlichen Beschreibung von Veränderungsprozessen in der Auswertung dieser erhobenen Daten nicht nur die Ausprägung, sondern auch die Form der Veränderungen der Überzeugungen über die Zeit beschreiben.

Da jedoch mit gewissen methodologischen Beschränkungen dieses Vorgehens umgegangen werden musste – nämlich der Frage, ob mit einem Vergleich der Entwicklung des professionellen Wissens und der Überzeugungen der Studierenden die Auswirkungen der hochschuldidaktischen Maßnahmen im Sinne einer Evaluation hinreichend detailliert analysiert werden können –, berücksichtigte die Studie zusätzlich auch die Mikro-Ebene: In einem stärker *qualitativ ausgerichteten Teil* von TEDS-Telekom wurden im Zuge der Erhebung des dritten Fragebogens problemzentrierte Interviews (Witzel 2000) mit 19 Lehramtsstudierenden aller fünf beteiligten Universitäten durchgeführt, um durch einen tieferen Einblick in die Wahrnehmung hochschuldidaktischer Lehr- und Lernstrukturen konkrete Aspekte zu identifizieren, die einen Einfluss auf individuelle Entwicklungsprozesse des Wissens und der Überzeugungen der Lehramtsstudierenden ausübten, und, um Erklärungsansätze für eine zeitliche Entwicklung der Überzeugungen in diesem Bereich zu finden.

TEDS-Telekom ist somit insgesamt in einem parallelen Mixed-Methods-Design (Tashakkori und Teddlie 2003; Kuckartz 2014) angelegt, bei dem die durch die unterschiedlichen Forschungsmethoden unabhängig voneinander gewonnenen Ergebnisse der Studie getrennt voneinander ausgewertet, aber im Zuge bestimmter Fragestellungen auch aufeinander bezogen werden können. Dazu werden die längsschnittlich erhobenen quantitativen Daten der Studierenden aus dem Fragebogen mit den qualitativ gewonnenen Aussagen der Studierenden aus den Interviews, für die sowohl qualitative als auch quantitative Daten vorliegen, aufeinander bezogen, indem die Aussagen der Studierenden zur Interpretation der quantitativ gewonnenen Ergebnisse herangezogen werden. Durch die Integration von durch unterschiedliche Forschungsmethoden gewonnenen Ergebnissen lassen sich somit nicht zuletzt „blinde Flecken“ der (qualitativen und quantitativen) Einzelmethoden identifizieren und bearbeiten: Während z.B. der standardisierte Vergleich des

---

<sup>2</sup> Insgesamt nahmen über 400 Studierende an der Evaluationsstudie teil, es existieren von 167 Studierenden echte längsschnittliche Daten über drei Messzeitpunkte.

Wissens und der Überzeugungen der Studierenden im Rahmen der Evaluation keine standort- und prozessspezifischen Schwerpunkte der entsprechenden Maßnahmen berücksichtigen kann, sind umgekehrt die biographisch ausgewerteten Interviews der Studierenden im Rahmen einer standortübergreifenden Evaluation nur eingeschränkt verallgemeiner- und miteinander vergleichbar. Durch die Kombination von verschiedenen Forschungsmethoden lassen sich somit eine breitere Reihe von Wirkungsaspekten der Maßnahmen zur Neuorientierung der Lehrerbildung im Sinne einer Triangulation zur Untersuchung verschiedener Aspekte des Forschungsgegenstands erfassen (dazu Kelle & Buchholtz 2015).

## **2.2 Veränderungsprozesse bei Überzeugungen zur Mathematik und zum Lehren und Lernen von Mathematik**

Für den Bereich der Forschung zum Lehrerhandeln besteht die Annahme, „dass die Anwendung professionellen Wissens in Handlungssituationen nur dann erfolgreich gelingt, wenn korrespondierende subjektive Überzeugungen bei den Lehrpersonen vorliegen“ (Schmoltz et al. 2010, S. 279). Trotz intensiver Erforschung der Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern vor allem im Rahmen pädagogisch-psychologisch orientierter Ansätze ist bisher jedoch keine präzise und trennscharfe Definition des Begriffs der „Überzeugungen“ auszumachen (Pajares 1992). Wir folgen daher einer entsprechend bereichsunspezifischen Definition von Richardson (1996) – englisch „beliefs“, die sich am ehesten als „Einstellungen“ oder „begründete Überzeugungen“ wiedergeben lassen. In Bezug auf Veränderungsprozesse von Überzeugungen ist anzunehmen, dass Überzeugungen relativ stabil gegenüber Umstrukturierungen sind und gewissermaßen als psychologische „Filter“ und/oder „Barrieren“ wirken können. Veränderungsprozesse gleichen damit jenen komplexen Umstrukturierungsvorgängen, die auch aus der Biographieforschung bekannt sind (Hericks 2006; Reusser et al. 2011). Für Mathematiklehrkräfte besteht allerdings ein weitgehender Konsens über eine Ausdifferenzierung von professionsbezogenen Überzeugungen (Ernest 1989; Grigutsch et al. 1998). Vorliegende empirische Befunde zeigen, dass sich Überzeugungen zum Lehren und Lernen in zwei grundlegende Perspektiven voneinander abgrenzen lassen. Vor dem Hintergrund lehr-lerntheoretischer Überlegungen werden sie als „transmission view“ und „constructivist view“ beschrieben (Staub und Stern 2002) und auch in verschiedenen Studien so unterschieden (z.B. Dubberke et al. 2008). Im Rahmen der transmissionsorientierten Perspektive wird angenommen, dass Wissen durch die instruktionsorientierte Präsentation von Lerninhalten im Sinne eines gerichteten Vermittlungsprozesses von der Lehrperson an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben wird. Dagegen ist die konstruktivistische Perspektive durch ein stärker schülerorientiertes Lehr-Lernverständnis gekennzeichnet. Der Lernprozess wird hier als selbstgesteuerter aktiver Konstruktionsprozess der Schülerinnen und Schüler angesehen, der durch die Bereitstellung einer geeigneten Lernumgebung von der Lehrperson unterstützt wird. Die Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Mathematik können so beispielsweise den Unterschied ausmachen zwischen einem stärker vorlesungsartig gestalteten Mathematikunterricht und einem Mathematikunterricht, der das kooperative Lernen durch offene Aufgabenstellungen ins Zentrum stellt. Lehramtsstudierende, die ihr Studium aufnehmen, verfügen

in der Regel bereits über bestimmte Überzeugungen in diesem Bereich, die durch schulische Erfahrungen (Biedermann et al. 2012) oder auch praktische Lehrtätigkeiten wie z.B. Nachhilfetätigkeiten geprägt sein können (Schwarz 2013). Vergleichsweise wenig erforscht ist bislang allerdings, wie sich die Überzeugungen dieser Studierenden in der Studieneingangsphase verändern und welche institutionellen Erfahrungen hierbei eine Rolle für Veränderungen von Überzeugungen spielen. Hier finden sich darüber hinaus vornehmlich qualitative Studien (z.B. Sigel 1985; Leavy et al. 2007) und nur wenig längsschnittliche Studien (z.B. Schlichter 2012). Insbesondere im Bereich dieser Überzeugungen bestand für die Evaluationsstudie daher die Erwartung, Veränderungsprozesse nachweisen zu können, da die hochschuldidaktischen Maßnahmen wie z.B. eine methodische Neuausrichtung von Lehrveranstaltungen hin zu weniger instruktionsorientiert gestalteten Vorlesungen am ehesten eine Veränderung dieser spezifischen Überzeugungen stärker in die konstruktivistische Richtung bei gleichzeitig niedriger Transmissionsorientierung nach sich ziehen dürften. Buchholtz, Kaiser und Blömeke (2013) berichten über erste standortspezifische Vergleiche der längsschnittlichen Entwicklung der transmissionsorientierten und konstruktivistischen Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik unter den Studierenden der Studie TEDS-Telekom. Es zeigten sich zwar entgegen der Annahmen so gut wie keine Unterschiede zwischen den Studierenden, so dass den innovativen Maßnahmen durch die Evaluation keine signifikanten Effekte hinsichtlich dieser Überzeugungen nachgewiesen werden konnten. Es zeigten sich jedoch auffällige gemeinsame Veränderungen der Überzeugungen in allen Gruppen über die gesamte Spanne der drei Messzeitpunkte hinweg. Während die breite Zustimmung zu konstruktivistischen Auffassungen zum Lehren und Lernen von Mathematik unter den Studierenden zunahm, nahm eine starke Ablehnung gegenüber der Transmissionsorientierung über die Zeit ebenfalls zu (ebd., S. 223).

### **3 Methodisches Vorgehen**

#### **3.1 Quantitative Teilstudie**

Im Fragebogen zu den Überzeugungen der Studierenden wurde eine Skala mit insgesamt 14 Items zu epistemologischen Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik im schulischen Kontext eingesetzt, die sich bereits in TEDS-M 2008 als hinreichend reliabel herausgestellt hatte (Blömeke et al. 2010b, S. 289). Dabei wurde auf die bereits dort angelegte Dimensionierung der Items in „Transmissionsorientierung“ und „konstruktivistische Orientierung“ zurückgegriffen. Beispiele für Items zur „Transmissionsorientierung“ sind: „Wenn Schüler sich mit mathematischen Aufgaben beschäftigen, ist das Ergebnis wichtiger als der Lösungsweg“, „Schüler(innen) lernen Mathematik am besten, indem sie den Erklärungen der Lehrperson aufmerksam folgen“ und „Nicht-standardisierte Verfahren sollten vermieden werden, weil sie das Erlernen des richtigen Verfahrens beeinträchtigen können“. Beispiele für Items zur „konstruktivistischen Orientierung“ sind: „Lehrpersonen sollten Schüler(innen) ermutigen, eigene Lösungen für mathematische Aufgaben zu finden, auch wenn diese nicht effizient sind“, „Die Zeit, die man verwendet, um herauszufinden warum ein Lösungsweg einer mathematischen Aufgabe funktioniert hat, ist sinnvoll genutzte Zeit“. Alle Einschätzungen der

einzelnen Items erfolgten auf einer sechsstufigen Likert-Skala mit den Polen „0 = stimme überhaupt nicht zu“ und „6 = stimme völlig zu“.

Die TEDS-Telekom Studie zielte darauf ab, mittels einer statistischen Längsschnittanalyse das Ausmaß und die Entwicklung von verschiedenen Überzeugungen von Studierenden im zeitlichen Verlauf über die ersten vier Semester untersuchen zu können. Mit Hilfe von latenten Wachstumskurvenmodellen („latent growth curve models“; LGCM; Bollen und Curran 2006; Duncan et al. 2006) – einer Sonderform latenter Strukturgleichungsmodelle – können Stärke, Richtung und Form der Entwicklung der Überzeugungen auf messfehlerbereinigter Ebene untersucht werden. Innerhalb der Modelle werden dazu latente Wachstumskurvenparameter geschätzt, die – ähnlich wie bei klassischen Regressionsmodellen – Informationen über die Ausgangsbedingungen („Intercept“) und die Veränderung über die Messzeitpunkte hinweg („Slope“) geben. Dabei erlaubt die Nutzung spezieller Schätzalgorithmen auch das Einbeziehen von Fällen, die nur an zwei der drei Testungen teilgenommen haben (in diesem Fall 68 Studierende, s. 4.1). Insbesondere für eine Längsschnittanalyse ist dabei allerdings sicherzustellen, dass zu allen Messzeitpunkten durch die eingesetzten Items der gleiche Überzeugungsfaktor gemessen wird, somit also eine zeitliche Invarianz der Messungen der Überzeugungen vorliegt. Da latente Wachstumskurvenmodelle Spezialformen von Strukturgleichungsmodellen sind, kann für eine Darstellung des verwendeten Modells auf die für Strukturgleichungsmodelle übliche graphische Darstellung zurückgegriffen werden (Abb. 1, adaptiert von Geiser 2011, S. 189).

„Abb. 1 ungefähr hier“

Abbildung 1 zeigt das latente Wachstumskurvenmodell exemplarisch für drei Items  $Y_{ik}$  ( $i$  = Indikator,  $k$  = Messzeitpunkt) zu den drei Messzeitpunkten. Der untersuchte Veränderungsprozess wird auf der Ebene der latenten Überzeugungs-Faktoren mittels Intercept- und Slope-Faktoren zweiter Ordnung unter der Annahme eines linearen Verlaufs modelliert. Da Überzeugungsveränderungen durch individuelle Wachstumsparameter bestimmt sind, verläuft die Entwicklung von Überzeugungen im interpersonellen Vergleich im Allgemeinen nicht identisch. Latente Wachstumskurvenmodelle überprüfen jedoch mit der Schätzung eines kollektiven Entwicklungsverlaufs, ob für alle Mitglieder einer bestimmten Gruppe oder Population dennoch ein gemeinsames Verlaufsmuster angenommen werden kann (dieses Verlaufsmuster sollte dann für alle Personen die gleiche funktionale Form aufweisen), aus dem eine individuelle Ausprägung abgeleitet werden kann. Insbesondere legten die Befunde von Buchholtz, Kaiser und Blömeke (2013) zu den Vergleichen zwischen den Studierenden der unterschiedlichen Hochschulen eine derartige Annahme nahe. Die Höhe der latenten Varianzen dieses Verlaufs gibt dabei Hinweise auf die Größe der interindividuellen Differenzen der Ausgangsbedingungen und Entwicklung der Überzeugungen und zeigt bei der hier durchgeführten längsschnittlichen Analyse, ob es über den Verlauf der Studieneingangsphase zu einer substantiell bedeutsamen Zunahme von Heterogenität der Überzeugungsverläufe gekommen ist.

### 3.2 Qualitative Teilstudie

Bei den im Zuge der dritten Erhebung durchgeführten Interviews, wurden aus der Gruppe der 127 Lehramtsstudierenden an vier der fünf teilnehmenden Universitäten jeweils 4, an einer Universität 3

Studierende befragt (insgesamt 19 Studierende, davon 9 weiblich und 10 männlich). Der Zeitpunkt der Befragung wurde gewählt, weil viele der in den Interviews gestellten Fragen retrospektiven Charakter besitzen und die Studierenden im vierten Semester bereits von einem sog. „höheren Standpunkt“ (Klein 1908) auf ihre Erfahrungen in der Studieneingangsphase zurückblicken konnten. Die Teilnahme an den Interviews war freiwillig und erfolgte, u.a. wegen der zeitlichen Nähe der Interviews zu den standardisierten Erhebungen, ohne ein von den quantitativen Ergebnissen abhängiges Sampling, allerdings unter Berücksichtigung eines ausgewogenen Geschlechterverhältnisses (Akremi 2014).

Der Interviewleitfaden, der die Grundlage der problemzentrierten Interviews (Witzel 2000) bildete, bestand aus fünf thematischen Bereichen zu hochschuldidaktischen Aspekten (Anschaulichkeit der Lehre, Diskontinuität zwischen Schul- und Hochschulmathematik, Zusammenhang zwischen fachlichen und fachdidaktischen Lehrveranstaltungen, Sinn- und identitätsstiftende Maßnahmen für Lehramtsstudierende, Lehrmethoden in der lehramtsbezogenen Lehre) und beinhaltete im Bereich zu den Lehrmethoden unterschiedliche Fragestellungen zu Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik im Studium und in der späteren Berufspraxis. Erfragt wurde u.a. „Welche Erfahrungen haben Sie in Ihrem Studium vorlesungsartig organisierten Lehrmethoden gemacht und wie bewerten Sie diese Art der Vermittlung?“ – „Wie bewerten Sie konstruktivistische Lehrmethoden wie das selbstständige Arbeiten in Gruppen, die Bearbeitung von Präsenzaufgaben und offenes Arbeiten in Lehrveranstaltungen?“ – „Wie sollten ideale Lehrmethoden von fachmathematischen Veranstaltungen im Lehramtsstudium aussehen?“ – „Welche Auffassung vom Lernen von Mathematik haben Sie?“ – „Wie beurteilen Sie die Einbindung von prozessorientierten Lernformen (d.h. die aktive Auseinandersetzung mit Mathematik bspw. im Gegensatz zum Lernen von Faktenwissen) in mathematische Lehrveranstaltungen für Lehramtsstudierende im Hinblick auf die spätere Berufspraxis?“. Um Interviewereffekten vorzubeugen, wurden alle Interviews von dem gleichen geschulten Interviewer in Einzelterminen in einer Face-to-Face-Situation mit den Studierenden vorgenommen (Glantz und Michael 2015). Die durchschnittliche Länge eines Interviews lag bei ca. 95 Minuten. Die Interviews wurden im Anschluss mit Hilfe von Transkriptionssoftware transkribiert.

Das methodische Vorgehen bei der Auswertung der Interviews orientierte sich an der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2008), hier insbesondere der inhaltlichen Strukturierung im Zusammenspiel mit einer induktiven Kategorienbildung. Das Vorgehen der an deduktiv und induktiv gewonnenen Kategorien orientierten Analyse und anschließender Interpretation wird in Abb. 2 verdeutlicht. Sie zeigt ein für unsere Zwecke abgewandeltes Modell des Ablaufes von Mayring (2008) zur induktiven Kategorisierung (Kelle und Buchholtz 2015; Buchholtz und Behrens 2014).

„Abb. 2 ungefähr hier“

Analyseeinheiten der Inhaltsanalyse stellten in unserem Fall die teilweise aus mehreren Sätzen bestehenden Antworten der Studierenden auf die durch den Interviewleitfaden vorgegebenen Fragen dar. Aus den Fragen des thematischen Teils des Leitfadens wurden zunächst unter Berücksichtigung fachdidaktischer Ansätze (z.B. Beutelspacher et al. 2011) deduktiv erste individuelle Auswertungskategorien operationalisiert (beispielsweise „Bevorzugung konstruktivistischer Lehr- und Lernmethoden“, „Abschreckung durch die Lernmethoden der Studieneingangsphase“ oder „Erleben

von instruktionell geprägter Lehre“), um anschließend eine Fallauswahl mit Hilfe dieser Kategorien zu codieren, wobei auf die Software MAXQDA zur computergestützten Datenanalyse (Kuckarts 2010) zurückgegriffen wurde. Zur Sicherung der Nachvollziehbarkeit des Vorgehens wurden die Kategorien dabei schriftlich mit Ankerbeispielen in Leitfäden festgehalten (Tab. 1).

„Tab. 1 ungefähr hier“

Dabei fanden sich in den Antworten der Studierenden auch weitere unvorhergesehene Antwortmuster, die direkt aus dem Material abgeleitet werden konnten, wie z.B. das Verständnis für die Notwendigkeit instruktionell geprägter Lehre. Die Leitfäden wurden daher um entsprechend induktiv gewonnene Kategorien ergänzt, so dass im Sinne einer breiteren Berücksichtigung des Materials und unserer Fragestellung die Ansätze der inhaltlichen Strukturierung und der induktiven Kategorienbildung miteinander kombiniert wurden (dazu Mayring 2008, S. 53). Alle 19 Interviews wurden anschließend unter Zuhilfenahme der Leitfäden durch einen Rater codiert. Es konnte zwar aufgrund der Menge des zu codierenden Materials keine gesamte Zweitcodierung des kompletten Materials stattfinden und damit keine übergreifende Interkoderreliabilität bestimmt werden, um jedoch dennoch eine hinreichende Reliabilität des Codierverfahrens zu gewährleisten, wurden verschiedene Teile der Interviews und des Kategoriensystems jeweils 6 geschulten Lehramtsstudierenden eines forschungsmethodischen Seminars zum Lehrerprofessionswissen an der Universität Hamburg zur erneuten Codierung vorgelegt. Die Zuordnungen von Analyseeinheiten zu entsprechenden Kategorien erwiesen sich im paarweisen Vergleich der prozentualen Übereinstimmung der Studierenden in MAXQDA als verhältnismäßig konsistent (min. 56 %, max. 87 %; Buchholtz und Behrens 2014).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Quantitative Befunde

Durch die Ergänzung weiterer Fälle konnten Daten von 235 Studierenden in eine längsschnittliche Auswertung einbezogen werden, davon 183 Lehramtsstudierende und 52 Mathematikstudierende, die die gleichen Lehrveranstaltungen wie die Lehramtsstudierenden besuchten, sich aber nicht signifikant in der Ausprägung der Überzeugungen von den Lehramtsstudierenden unterschieden (Buchholtz et al. 2013). Für die beiden theoretisch angenommenen Messmodelle der untersuchten Überzeugungen (Transmissionsorientierung und konstruktivistische Orientierung) wurde jeweils der Grad der Messinvarianz durch verschiedene Modellvergleiche empirisch überprüft (Geiser 2011, S. 107 ff.). Dabei ergab sich für beide Messmodelle eine zufriedenstellende Messinvarianz (Transmissionsorientierung:  $\chi^2 = 200,66$ ;  $df = 147$ ; CFI = 0,91; RMSEA = 0,04;  $\Delta\chi^2 = 15,92$ ;  $\Delta df = 10$ ; Konstruktivistische Orientierung:  $\chi^2 = 135,81$ ;  $df = 98$ ; CFI = 0,94; RMSEA = 0,04;  $\Delta\chi^2 = 7,34$ ;  $\Delta df = 8$ ), so dass davon ausgegangen werden kann, dass die untersuchten Überzeugungen durch die Items zu allen drei Messzeitpunkten reliabel erhoben wurden. Akzeptable Modellgüten wiesen auch die angenommenen Wachstumskurvenmodelle für die längsschnittliche Entwicklung beider Arten von Überzeugungen auf (Transmissionsorientierung:  $\chi^2/df = 1,36$ ; RMSEA = 0,04; CFI = 0,91; Konstruktivistische Orientierung:  $\chi^2/df = 1,56$ ; RMSEA = 0,05; CFI = 0,91).

Die Studierenden zeichnen sich zu Beginn ihres Studiums durch ein äußerst niedriges latentes mittleres Eingangsniveau im Bereich der Überzeugungen zur Transmissionsorientierung aus. Das Eingangsniveau ( $Intercept_{Transm.}$ ) liegt hier bei einer nur schwach ausgeprägten Zustimmung von 1,97. Hierbei spielen möglicherweise auch Erfahrungen aus der eigenen Schulzeit eine Rolle, da die Studierenden zu Beginn ihres Studiums noch nicht viele Erfahrungen mit universitären Lehrveranstaltungen gemacht haben. Diese relative Ablehnung der Studierenden nimmt allerdings im weiteren Studienverlauf mit einer latenten mittleren Abnahme der Zustimmung von -0,09 ( $Slope_{Transm.}$ ) geringfügig weiter zu. Unsere Erklärung ist, dass dies mit den Erfahrungen der Studieneingangsphase zusammenhängt. Betrachtet man die Ergebnisse in Hinblick auf interindividuelle Unterschiede, so deutet eine signifikante Varianz von  $Intercept_{Transm.}$  in der Höhe von 0,21 auf geringe interindividuelle Unterschiede zwischen den Studierenden im Eingangsniveau hin, der Verlauf weist hingegen keine signifikante Varianz auf. Möglicherweise liegt durch ähnliche Schulerfahrungen daher ein relativ ähnliches Eingangsniveau bei allen Studierenden vor, das sich in Folge der gemeinsamen Erfahrungen (trotz unterschiedlicher Standorte) ähnlich entwickelt.  $Intercept_{Transm.}$  und  $Slope_{Transm.}$  weisen darüber hinaus keinen systematischen Zusammenhang auf. D. h. Veränderungen in der Transmissionsorientierung lassen sich nicht auf das Eingangsniveau zurückführen.

Im Bereich der konstruktivistischen Orientierung der Überzeugungen weisen die Studierenden bereits zu Beginn ihres Studiums eine deutlich hohe latente mittlere Zustimmung von 4,99 auf ( $Intercept_{Konstr.}$ ). Diese starke Zustimmung steigert sich im Verlauf der ersten vier Semester sogar weiter mit einer latenten mittleren Zunahme von 0,17 ( $Slope_{Konstr.}$ ). Deutlich wird hierbei der starke Unterschied zwischen den beiden unterschiedlichen Überzeugungen bereits zu Studienbeginn, der sich im weiteren Studienverlauf sogar noch weiter auffächert. Auch hier spielen möglicherweise schulische Erfahrungen der Studierenden eine Rolle, eine naheliegende Interpretation der Entwicklung liegt darin, dass die Studierenden während der Studieneingangsphase negative Erfahrungen mit den instruktionsorientierten Lehrmethoden in den Lehrveranstaltungen machen und diese daher ablehnen, während weniger stark erfahrenen Methoden ein höherer Stellenwert zugewiesen wird. Eine signifikante Varianz von  $Intercept_{Konstr.}$  von 0,36 deutet darauf hin, dass das Eingangsniveau der konstruktivistisch orientierten Überzeugungen unter den Studierenden durchaus variiert, trotzdem der weitere Verlauf der Überzeugungen für alle Studierenden im individuellen Vergleich einen ähnlichen positiven Verlauf annimmt. Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der konstruktivistisch orientierten Überzeugungen und dem Eingangsniveau zeigt sich nicht zuletzt auch in der signifikanten Korrelation zwischen  $Intercept_{Konstr.}$  und  $Slope_{Konstr.}$  von -0,67, die mittelstark negativ ausfällt. Hier spielen möglicherweise auch Skaleneffekte eine Rolle, da Studierende, die bereits zu Studienbeginn eine hohe Zustimmung zu den konstruktivistisch orientierten Überzeugungen angegeben hatten, diese im Laufe des Studiums nur in geringerem Maße steigern konnten, als dies Studierende konnten, die zu Beginn eine weniger starke Zustimmung angegeben hatten. Abb. 3 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Überzeugungen.

„Abb. 3. ungefähr hier“

Unsere Hypothese ist, dass das „Auseinanderscheren“ der beiden unterschiedlichen Überzeugungen durch Sozialisationsprozesse zu Studienbeginn erklärt werden kann. Die Veränderungsprozesse der Überzeugungen der Studierenden beruhen möglicherweise auf der eigenen persönlichen Erfahrung im Studienverlauf und geschehen – gemessen am Grad der Veränderung – auch nur langsam, was für die Stabilität der Überzeugungen spricht (Reusser et al. 2011).

## 4.2 Qualitative Befunde

Eine Auswertung der in den Interview-Daten identifizierten Auswertungskategorien zeigte für die Erfahrungen der Studierenden mit den Lehr- und Lernmethoden in der Studieneingangsphase ein umfassendes Bild. Insgesamt konnten für diesen Bereich fünf individuelle Kategorien identifiziert werden, die auch unterschiedliche Standpunkte der Studierenden widerspiegeln: „Bevorzugung konstruktivistischer Lehr- und Lernmethoden“, „Abschreckung durch die Lernmethoden der Studieneingangsphase“, „Erleben von instruktionell geprägter Lehre“, „Einsicht/Verständnis für Notwendigkeit instruktionell geprägter Lehre“ und „Wichtigkeit der Kommunikation über Mathematik“. In 13 von 19 Interviews fanden sich explizite Hinweise darauf, dass die Studierenden konstruktivistisch orientiertes Lehren und Lernen gegenüber rezeptiven Lehr- und Lernformen für sinnvoller erachten. Hierbei spielen im Wesentlichen zwei unterschiedliche Aspekte eine Rolle. Diese sind auf der einen Seite der persönliche Vorzug von konstruktivistisch orientierten Lehrmethoden gegenüber instruktionellen Lehrmethoden, der damit begründet wird, dass die in den Veranstaltungen erarbeiteten Inhalte als nachhaltiger und vertiefter gelernt empfunden wurden und diese Lehrmethoden auch stärker einen kommunikativen Austausch berücksichtigen.

*„Die Sachen, die ich wirklich noch auswendig lerne, sind: ‚Per Definition ist das so und so ...‘ (.) Aber die bleiben nicht so lange hängen einfach, die lernt man punktuell für die Klausur, vielleicht [sind die] auch mit Glück noch drei Wochen später im Kopf, aber danach verschwinden die. Aber so Sachen, die man sich selber erarbeitet hat, die so einen Prozess durchlaufen haben, wie die sich entwickeln, dass da immer mehr und mehr Wissen dazu kommt, (.) das bleibt natürlich prägender in einem drin.“ (Interview B11)*

*„Gruppenarbeiten oder so etwas ähnliches, das ermöglicht schon einen größeren Austausch untereinander, wirklich auch, dass man neue Gedanken erfährt und die dann auch weiterdenken kann und auch kognitiv dann weiter kommt und nicht nur im Stoff bleibt sondern irgendwie auch durchkommen kann.“ (Interview B18)*

Auf der anderen Seite spielen aber auch prospektive Erwartungen in Hinblick auf die spätere Berufspraxis eine Rolle, da den konstruktivistisch orientierten Lehr- und Lernmethoden im Allgemeinen ein didaktisch motivierter höherer Wert zugesprochen wird. In diesen prospektiven Erwartungen wird insbesondere auch der enge Zusammenhang zwischen den Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik im Studium und in der Schule deutlich.

*„Ja, [konstruktivistische Lehr- und Lernmethoden sind] sehr sinnvoll. (.) Also ich glaube, wenn ich einem Schüler Definition, Satz, Beweis da hinkalle, dann ist es vorbei (lacht kurz).“ (Interview B6)*

*„Ich fände es halt besser, wenn man ein Problem hat und das dann probiert irgendwie (.) zu lösen. [...] zumal man da auch selber aktiv werden muss, um sich die Informationen beispielsweise zu suchen. [...] Aber so ein (.) Lernen von Mathematik, fände ich deutlich besser als dieses (.) Frontale, was ich auch*

*später natürlich bei den Schülern nicht machen möchte. Dieses: nur Frontalunterricht und das ist jetzt die Definition, das ist ein Beispiel, so wendet man es an und jetzt macht [es] selber. Sondern eher, dass man sich das auch schon selbst erarbeitet.“ (Interview B17)*

In vielen Fällen ist das Favorisieren konstruktivistischer Lehrmethoden insbesondere durch die negative Hervorhebung der Transmissionsorientierung in der erfahrenen Lehre begründet. 10 Interviews enthalten Antworten, die deutlich machen, dass in den mathematischen Lehrveranstaltungen der Studieneingangsphase überwiegend vorlesungsartige Lehr- und Lernmethoden vorherrschen und wahrgenommen werden. Da die Studierenden, auch in Hinblick auf die spätere Berufspraxis selbst eher prozessorientiertes und konstruktivistisches Lehren und Lernen bevorzugen, steht das gerade zu Beginn des Studiums in Lehrveranstaltungen oft wiederkehrende Instruktionsschema „Definition, Satz, Beweis“ den Erwartungen konstruktivistisch orientierter Vermittlung von Mathematik entgegen. Dieses methodische Missverhältnis ist Ausdruck des bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts von Felix Klein (1908) als Diskontinuität beschriebenen Bruches zwischen Schulmathematik und Hochschulmathematik, dem sich Lehramtsstudierende auch heute noch ausgesetzt sehen (Buchholtz und Behrens 2014). Die von den Studierenden gemachten Erfahrungen werden teilweise, wie das Interview B19 belegt, sogar explizit nicht allein auf die schwierigen Lerninhalte sondern auf die Lehrmethoden zurückgeführt oder führen nicht selten zu Abschreckung oder Gedanken, das Studium abzubrechen.

*„Dann ging es [in den Einführungsvorlesungen] ja eigentlich immer von Theorie so über in die nächste Theorie. [...] Also, das ist dann nicht sehr anwendungsbezogen, wenn man nur ab und zu mal ein paar Beispiele einfügt, (.) ist eher abschreckend, denke ich.“ (Interview B14)*

*„Ja gut, also ganz im ersten Semester, also (.) hätte ich da die Prüfungen nicht geschafft, (.) dann hätte ich schon mit dem Gedanken gespielt das Studium abzubrechen.“ (Interview B14)*

*„Dass ich jetzt Mathe unterrichten möchte, das hat mir immer Spaß gemacht und das könnte ich mir auch vorstellen, weiterhin auch noch, nur nicht unter den Bedingungen des Studiums. Man musste sich da mehr durch quälen und es hat halt keinen Spaß gemacht und das war halt der Grund. Nicht die inhaltliche Schiene, sondern wie es rübergebracht wurde, und wie es aufgebaut ist, und dann was man da machen muss.“ (Interview B19)*

Einzelne Studierende äußern jedoch auch Verständnis für die Notwendigkeit von instruktionellen, vorlesungsartigen Lehrmethoden und halten sie darüber hinaus selbst sogar für notwendig. Als Grund dafür werden die Stofffülle der zu lernenden Inhalte der Lehrveranstaltungen und der Zeitdruck angegeben, unter denen diese Inhalte erlernt werden müssen.

*„Ich sehe auch, dass es diese unterschiedlichen Arten [der Vermittlung] geben muss. (..) Ich kann mir nicht eine komplette ‚Analysis I‘ selbst irgendwo aus den Rippen schnitzen und selber konstruieren, das sehe ich ein.“ (Interview B8)*

Dies führt dazu, dass von einigen Studierenden – bei der grundsätzlichen Bevorzugung konstruktivistisch orientierter Lehr- und Lernmethoden – auch eine Mischung der Lernmethoden bevorzugt wird. In dieser Haltung spiegelt sich bereits im Ansatz die fachdidaktische Expertise der Studierenden in Hinblick auf ihre zukünftige Lehrpraxis wider, auch wenn ihnen dies möglicherweise noch nicht bewusst ist und die Studierenden dieses Verhältnis in der ihnen eigenen Sprache zum

Ausdruck bringen.

*„Also ich habe es so kennengelernt, dass beide Teil sinnvoll sind, also einmal als Prozess aber auch das, wo man um Definitionen lernen einfach nicht drum rum kommen kann.“ (Interview B12)*

*„Ja, man könnte ja eigentlich sagen, diese Vorlesung ist so Frontalunterricht (.) und (..) also ich finde, man sollte da so eine Mischung finden, weil wenn man jetzt nur immer Gruppenarbeit macht, da bin ich halt nicht so für und (.) das haben wir eigentlich in diesen Didaktik-Veranstaltungen ja nur gemacht. Aber nur diesen Frontalunterricht oder so Vorlesung ist halt auch irgendwie (.) ja, einschläfernd. Also so, wenn man nur immer zuhört und sich berieseln lässt, ist das halt auch nicht das Optimale und deshalb fände ich (.) so ein (..) Gleichgewicht davon ganz gut.“ (Interview B7)*

*„Ich gehe ja davon aus, dass man in der Schule später Aufgaben geben soll, dann Definitionen und dann wieder Aufgaben. Also verbinde ich das ganze [Lernen] damit auch. [...] Das Prozessartige dann eher so für diejenigen, die etwas leistungsstärker sind.“ (Interview B2)*

Interessanterweise finden sich nur einige wenige individuelle Äußerungen von Studierenden zu einer Verschränkung beider unterschiedlicher Überzeugungen in den Interviews. Es ist anzunehmen, dass die Einsicht in die situative Angemessenheit instruktionsorientierter Lehr- und Lernformen im Rahmen eines konstruktivistisch-instruktionsorientiert-ausgewogenen Lernarrangements einen tieferen Einblick in und ein entsprechendes Hintergrundwissen über schulische und universitäre Bildungsprozesse voraussetzt, das möglicherweise zu diesem noch frühen Zeitpunkt des Studiums der Studierenden noch nicht gegeben sein kann. Hohe fachdidaktische Expertise zeigt sich gerade in der reflektierten Auseinandersetzung mit beiden unterschiedlichen Überzeugungen und ihrer letztlichen Integration zur Unterstützung und Motivierung der eigenständigen Auseinandersetzung von Schülerinnen und Schülern mit mathematischen Inhalten (Yang 2014).

### **4.3 Zusammenführung der Ergebnisse**

Die qualitativen Befunde bezeugen die hohe Zustimmung der Studierenden zu konstruktivistisch orientierten Lehr- und Lernmethoden und die gleichzeitige Ablehnung instruktionell orientierter Lehre, wie sie den Studierenden in den Eingangsveranstaltungen des Mathematiklehramtsstudiums begegnet. Dabei sind Zustimmung und Ablehnung der Lehrmethoden durchweg durch persönliche Vorlieben bzw. Abneigungen und Emotionen, Erfahrungen und prospektive Erwartungen der Studierenden geprägt. Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich die Befunde auf der Makro- und auf der Mikro-Ebene hier in Bezug auf die Ausrichtung der Überzeugungen gegenseitig im Sinne konvergenter Befunde ergänzen (Kelle 2008). Dabei liefern die qualitativen Befunde Interpretationsfolien für die quantitativen Ergebnisse. Sie zeigen über die reine Ausrichtung der Überzeugungen hinaus, dass die Studierenden ihre Überzeugungen zum Lehren und Lernen im Hinblick auf die spätere berufliche Praxis mit ihren eigenen mit Lehr- und Lernformen im Studium gemachten Erfahrungen oder Erwartungen an diese in Einklang bringen. Die qualitative Auswertung der Interviews brachte jedoch nur wenige Informationen über die zeitliche Entwicklung der Überzeugungen, da sich diese – der Größe und Stärke der Veränderungen innerhalb der quantitativen Ergebnisse nach – möglicherweise nur unbewusst vollzieht und auch nur wenige Studierende zeitliche Veränderungen explizit beschrieben haben. In Bezug auf die Hypothese des „Auseinanderscherens“ der Überzeugungen lässt sich eine gegenseitige Ergänzung qualitativer und

quantitativer Befunde daher lediglich im Einzelfall nachzeichnen. Hierzu können die Daten der Studierenden, die an den Interviews teilgenommen haben, mit den Rohdaten der Transmissions- und konstruktivistischen Skala zu den drei Messzeitpunkten verglichen werden. Im Folgenden stellen wir dies kontrastierend für zwei ausgewählte Fälle dar.

So finden sich in Interview B5 (weiblich, 23 Jahre, Hochschule mit innovativer Lehramtsausbildung) Beschreibungen einer zeitlichen Entwicklung der Überzeugungen, die im Wesentlichen allerdings erfahrungsbasiert geschildert wird. Hierbei spielen vor allem positive Erfahrungen konstruktivistisch orientierter Lehr- und Lernmethoden aus den ersten Semestern eine Rolle, die jedoch in den folgenden Semestern durch negative Erfahrungen von instruktionell orientierter Lehre in Frage gestellt wurden.

*„Ja, also im ersten Semester war es sehr gut, da war aber auch der Unterschied, da hat eine fertige Lehramtsstudentin bei uns die Übung gemacht und das war was ganz anderes. Da haben wir Gruppenarbeit gemacht. Da haben wir kooperative Lernformen einfach in die Übung integriert und dadurch wurden wir auch gezwungen, also nicht nur mit der Übungsgruppe zusammen zu arbeiten sondern mit allen, da hat man viel mehr diskutiert, gemacht und da war kaum frontal was. Das war in den ersten beiden Semestern, im dritten dann in der Algebra wurde es schon schlechter und dann war es vorbei, also da gab es nur noch diese Standardübung, einer steht vorne, schreibt die Übung an oder einfach jemand von den Studenten, der halt volle Punktzahl hatte, schreibt es an. Aber man hat auch nur noch einen Lösungsweg präsentiert bekommen, vielleicht mal noch einen zweiten und dann hatte man seine Übungszettel und wenn man dann nicht aktiv nachgefragt hat [...], dann hat man halt Pech gehabt. Und das war halt in den ersten Semestern ganz anders und das war auch sehr, sehr gut.“*  
(Interview B5)

Die Schilderungen der Studentin deuten auf eine starke Abnahme der Überzeugungen zur Transmissionsorientierung hin und tatsächlich spiegelt sich diese Abnahme auch in den quantitativen Daten, so dass in diesem Fall von konvergenten Befunden ausgegangen werden kann. Bemerkenswert ist das vergleichsweise hohe Eingangsniveau dieser Überzeugungen bei der Studentin. Erstaunlicherweise stagnieren aber auch ihre Überzeugungen zur konstruktivistischen Orientierung leicht.

„Abb. 4. ungefähr hier.“

In Interview B17 (weiblich, 20 Jahre, Hochschule mit traditioneller Lehramtsausbildung) zeigt sich ein etwas anderes Bild hinsichtlich der Entwicklung der Überzeugungen zur Transmissionsorientierung. Entgegen dem allgemeinen Trend innerhalb der Stichprobe steigern sich die Überzeugungen zur Transmissionsorientierung, obwohl die Studentin ein vergleichsweise niedriges Eingangsniveau dieser Überzeugungen aufwies. Eine starke Steigerung ist aber auch in den konstruktivistisch orientierten Überzeugungen der Studentin auszumachen, die ebenfalls ein relativ niedriges Eingangsniveau aufwiesen (Abb.5).

„Abb.5. ungefähr hier.“

Erklärt werden kann diese Entwicklung möglicherweise durch die Erfahrungen der Studentin, die beschreiben, wie wenig ihr im Studium prozessartige Lehr- und Lernformen begegnet sind.

*„So wirklich rübergekommen ist das [prozessartige] nicht, also auch so mit so Beispielen, wie (.) Populationsentwicklung, dass man zum Beispiel am Anfang ein Problem hat und dann alles sich ran-, also alle Informationen ranschafft, um das Problem zu lösen, ich glaube, sowas wurde in den ersten Semestern gar nicht gemacht.“ (Interview B17)*

Sie verbindet die von ihr im Studienverlauf gemachten Erfahrungen darüber hinaus ebenfalls mit ihrer späteren Berufspraxis und schildert dabei ein Bild von klassischem Frontalunterricht, da diese Lehr- und Lernform ihren bisherigen Studienverlauf dominiert zu haben scheint.

*„Bisher ist mir im Studium das einzige, was mir bekannt ist: Ich kann jetzt Mathe vermitteln, indem ich an die Tafel die Definition schreibe und dann die (.) Studenten beziehungsweise dann halt die Schüler das anwenden lasse bzw. üben lasse. Und ich glaube, wenn da andere Sachen einem beigebracht worden wären, wie, dass da zuerst das Problem ist und dann (.) Materialien suchen so, ich glaube, das würde ich auch dann viel (.) eher in der Schule dann auch verwenden.“ (Interview B17)*

*„Ja, also (.) ich fände es halt besser, wenn [...] man da auch selber aktiv werden muss, um sich die Informationen beispielsweise zu suchen. Gut, da müsste man natürlich dann natürlich auch irgendwie (.) durch einen Tutor oder irgendwas so geleitet werden, damit man auch wirklich zum Ziel nachher hinkommt und dass man sich da nicht verrennt oder so. Aber so ein (.) Lernen von Mathematik, fände ich deutlich besser als dieses (.) Frontale, was ich auch später natürlich bei den Schülern nicht machen möchte, dieses nur Frontalunterricht und das ist jetzt die Definition, das ist ein Beispiel, so wendet man es an und jetzt macht selber. Sondern eher, dass man sich das auch schon selbst erarbeitet“ (Interview B17)*

Es findet sich in ihren Äußerungen zwar auch der von ihr gewünschte Gegenentwurf eines Unterrichtes, der das selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler in den Mittelpunkt stellt, womit sich möglicherweise ihre im Laufe des Studiums gesteigerten konstruktivistisch orientierten Überzeugungen erklären lassen. Aber selbst das eigenständige Beschaffen von Informationen, das einem derartigen Unterricht zugehörig ist, sollte ihrer Meinung nach durch einen ‚Tutor‘ geleitet werden und wird so im Sinne transmissionsorientierter Überzeugungen relativiert. Die Überzeugungen der Studierenden spiegeln nach den ersten vier Semestern daher eine gewisse integrative Haltung hinsichtlich der verschiedenen Überzeugungen wider, die möglicherweise erklären kann, warum die Zustimmung zu Überzeugungen zur Transmissionsorientierung nicht – wie bei vielen anderen Studierenden – weiter abgenommen hat. Für die gegenseitige Ergänzung qualitativer und quantitativer Befunde bedeutet dies, dass in der Betrachtung dieses Einzelfalles zwar Konsistenz zwischen quantitativen und qualitativen Befunden besteht, die qualitativen Befunde dieses Falls jedoch den auf der höheren Aggregatebene gefundenen Verlaufsentwicklungen widersprechen und sich daher im Sinne einer Divergenz von Befunden deuten lassen.

## 5 Diskussion

Die Ergebnisse der Evaluationsstudie erbrachten aus Sicht der mathematikdidaktischen Bildungsforschung einen Einblick in das Zusammenspiel von institutionellen Lehr- und Lernmethoden und den individuellen Veränderungsprozessen von Überzeugungen der Studierenden. Dabei konnten hochschulübergreifend ähnliche Befunde festgestellt werden. Für die Entwicklung von

hochschuldidaktischen Maßnahmen zur Verbesserung der Mathematiklehrerbildung stützen die Ergebnisse die Forderung nach einer Stärkung von Ausbildungsanteilen, in denen die Studierenden die Möglichkeit erhalten, ein ausgewogenes Bild des Lehrens und Lernens von Mathematik vermittelt zu bekommen und selbst Lernangebote wahrzunehmen, um den Einsatz konstruktivistischer und instruktionsorientierter Lehr- und Lernformen didaktisch zu reflektieren, da unabhängig von den hochschuldidaktischen Maßnahmen durch die gegenseitige Ergänzung quantitativer und qualitativer Befunde die im Studium erfahrenen Lehr- und Lernmethoden auf die konstruktivistischen bzw. transmissionsorientierten Überzeugungen der Studierenden bezogen werden konnten.

In Hinblick auf das Zusammenspiel von Makro- und Mikro-Ebene innerhalb des gemischt-methodischen Ansatzes der Evaluationsstudie konnte durch individuelle Erfahrungen der Studierenden in der Studieneingangsphase ein Erklärungszusammenhang für die aggregierten Veränderungsprozesse der untersuchten Studierenden geliefert werden. Dabei zeigen sich die qualitativen Befunde nicht nur konvergent zu den quantitativen Befunden im Hinblick auf die Ausrichtung der Überzeugungen, sondern erklären sie insofern, dass die Studierenden ihre Überzeugungen im Hinblick auf die spätere berufliche Praxis mit ihren mit Lehr- und Lernformen im Studium gemachten Erfahrungen und Erwartungen an diese abgleichen. In Bezug auf die aggregierten Veränderungsprozesse erbrachte die qualitative Betrachtung von Einzelfällen sowohl konvergente als auch divergente Befunde im Hinblick auf Makro-Mikro-Interaktionen hervor. Auch aus der Sicht der mathematikdidaktischen empirischen Bildungsforschung insgesamt liefern diese sich ergänzenden Befunde ein Beispiel für den Mehrwert, den eine beiderseitige Orientierung am Fall und an der allgemeinen Strukturausprägung in Studien erbringen kann. Hierbei traten jedoch eine Reihe methodologischer Schwierigkeiten auf: Zwar äußern sich die Studierenden in den Interviews schwerpunktmäßig zu ihren Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik im Studium, wohingegen sie im quantitativen Teil der Studie verstärkt zu ihren Überzeugungen über das Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule befragt wurden, die Aussagen der Studierenden spiegeln jedoch in den meisten Fällen einen engen Zusammenhang zwischen beiden Arten der Überzeugungen wieder, der in dem Bezug der Aussagen auf die spätere berufliche Praxis deutlich wird. Die eigenen Erfahrungen aus Schule und Hochschule gehen hier gleichsam in die Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik ein. Diese Perspektivenverschiebung verweist aber gleichzeitig auch auf die Grenzen des gemischt-methodischen Ansatzes der Studie. Qualitativer und quantitativer Teil der Studie fokussieren durchaus unterschiedliche Ausprägungen der Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik: Während die Studierenden im quantitativen Teil der Studie Überzeugungen über das Lernen von Schülerinnen und Schülern einschätzen – an dem sie nur indirekt durch das Auftreten als Lehrperson beteiligt sind – reflektieren die Studierenden im qualitativen Teil der Studie ihre eigenen Lernprozesse. Die Ergebnisse müssen also vor dem Hintergrund der unterschiedlichen perspektivischen Ausprägungen der Überzeugungen betrachtet werden, was einschränkend in Bezug auf eine gegenseitige Validierung der Ergebnisse durch die unterschiedlichen Ansätze anzumerken ist. Dieser Sachverhalt wird beispielsweise von Kelle und Erzberger (2001), Kluge (2001) aber auch Marotzki (2006) als kritischer Aspekt von Validierungsstrategien bei gemischt-methodischen Studien diskutiert.

## Literatur

- Akremiti, Leila. 2014. Stichprobenziehung in der qualitativen Sozialforschung. In *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Hrsg. Nina Baur und Jörg Blasius, 265-282. Wiesbaden: Springer.
- Barnes, Barry. 2001. The Macro/Micro Problem and the Problem of Structure and Agency. In *Handbook of Social Theory*, Hrsg. George Ritzer und Barry Smart, 339-352. Thousand Oaks: Sage.
- Bauer, Johannes, Barbara Drechsel, Jan Retelsdorf, Tabea Sporer, Lena Rösler, Manfred Prenzel und Jens Möller. 2010. Panel zum Lehramtsstudium – PaLea: Entwicklungsverläufe zukünftiger Lehrkräfte im Kontext der Reform der Lehrerbildung. *Beiträge zur Hochschulforschung* 2:34-55.
- Baur, Nina. 2005. *Verlaufsmusteranalyse. Methodologische Konsequenzen der Zeitlichkeit sozialen Handelns*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Beutelspanner, Albrecht, Rainer Danckwerts, Gregor Nickel, Susanne Spieß und Gabriele Wickel. 2011. *Mathematik Neu Denken. Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag.
- Biedermann, Horst, Christian Brühwiler und Samuel Krattenmacher. 2012. Lernangebote in der Lehrerbildung und Überzeugungen zum Lehren und Lernen. Beziehungsanalysen bei angehenden Lehrpersonen. *Zeitschrift für Pädagogik* 58:460-475.
- Blömeke, Sigrid, Gabriele Kaiser und Rainer Lehmann. 2010a. *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Blömeke, Sigrid, Gabriele Kaiser und Rainer Lehmann. 2010b. *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Bollen, Kenneth A. und Patrick J. Curran. 2006. *Latent curve models: A structural equation perspective*. New York: Wiley.
- Bridwell-Mitchell, Ebony N. 2012. The Rationalizing Logics of Public School Reform: How Cultural Institutions Matter for Classroom Instruction. *Journal of Mixed Methods Research* 7:173-196.
- Buchholtz, Nils. 2014. *Multiperspektivische Ansätze zur Messung des Lehrberufswissens in der Mathematiklehrerbildung*. <http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2014/6583/pdf/Dissertation.pdf> (Zugegriffen: 18. Nov. 2016).
- Buchholtz, Nils und Daniel Behrens. 2014. „Anschaulichkeit“ aus der Sicht der Lehramtsstudierenden. Ein didaktisches Prinzip für lehramtsspezifische Lehrveranstaltungen in der Studieneingangsphase. *mathematica didactica* 37:137-162.
- Buchholtz, Nils, Gabriele Kaiser und Sigrid Blömeke. 2013. Die Entwicklung von Beliefs von Lehramtsstudierenden in der Studieneingangsphase – Ergebnisse aus TEDS-Telekom. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013*, Hrsg. Gilbert Greefrath, Friedhelm Käpnick und Martin Stein, 220-223. Münster: WTM-Verlag.
- Buchholtz, Nils und Gabriele Kaiser. 2013. Improving mathematics teacher education in Germany: Test results from a longitudinal evaluation of innovative programs. *International Journal for Science and Mathematics Education*, 11:949–977.
- Clegg, Stewart R. und Cynthia Hardy. 1999. Introduction. In *Studying organizations: Theory and methods*, Hrsg. Stewart R. Clegg und Cynthia Hardy, 1-22. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Collins, Randall. 1981. On the Microfoundations of Macrosociology. *American Journal of Sociology* 86:984-1014.

- Döring, Nicola. 2014. Evaluationsforschung. In *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Hrsg. Nina Baur und Jörg Blasius, 167-182. Wiesbaden: Springer.
- DiMaggio, Paul. (1991). The micro-macro dilemma in organizational research. In *Macro-micro linkages in sociology*, Hrsg. Joan Huber, 76-98. Newbury Park, CA: Sage.
- Dieter, Miriam. 2012. *Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik: Quantitative Bezifferung und empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren*. [http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-30759/Dieter\\_Miriam.pdf](http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-30759/Dieter_Miriam.pdf) (Zugegriffen: 18. Nov. 2016).
- Dubberke, Thamar, Mareike Kunter, Nele Mc Elvany, Martin Brunner und Jürgen Baumert. 2008. Lerntheoretische Überzeugungen von Mathematiklehrkräften: Einflüsse auf die Unterrichtsgestaltung und den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 22:193–206.
- Duncan, Terry E., Susan C. Duncan und Lisa A. Stryker. 2006. *An introduction to latent variable growth curve modeling: Concepts, issues, and applications* (2. Ed.). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ernest, Paul. 1989. The Impact of Beliefs on the Teaching of Mathematics. In *Mathematics Teaching. The State of the Art*, Hrsg. Paul Ernest, 249-254. New York: Falmer Press.
- Fuchs-Heinritz, Werner. 1998. Soziologische Biographieforschung: Überblick und Verhältnis zur Allgemeinen Soziologie. In *Biographische Methoden in den Humanwissenschaften*, Hrsg. Gerd Jüttemann und Hans Thomae, 3-23. Weinheim: Beltz.
- Geiser, Christian. 2011. *Datenanalyse mit Mplus. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 2., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Glantz, Alexander Und Tobias Michael. 2014. Interviewereffekte. In *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Hrsg. Nina Baur und Jörg Blasius, 313-322. Wiesbaden: Springer.
- Gläser-Zikuda, Michaela, Tina Seidel, Carsten Rohlf, Alexander Gröschner und Sascha Ziegelbauer. 2012. Mixed Methods in der empirischen Bildungsforschung – eine Einführung in die Thematik. In *Mixed Methods in der empirischen Bildungsforschung*, Hrsg. Michaela Gläser-Zikuda, Tina Seidel, Carsten Rohlf, Alexander Gröschner und Sascha Ziegelbauer, 7-13. Münster: Waxmann.
- Grigutsch, Stefan, Ullrich Raatz und Günter Törner. 1998. Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematikdidaktik* 19: 3–45.
- Hericks, Uwe. 2006. *Professionalisierung als Entwicklungsaufgabe*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Heublein, Ullrich, Christopher Hutzsch, Jochen Schreiber, Dieter Sommer und Georg Besuch. 2010. *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/2008*. Hannover: Hochschul-Informations-System.
- Kaiser, Gabriele und Nils Buchholtz. 2014. Overcoming the gap between university and school mathematics. The impact of an innovative programme in mathematics teacher education at the Justus-Liebig-University in Giessen. In *Transformation – A fundamental idea of mathematics education*, Hrsg. Sebastian Rezat, Matthias Hattermann und Andrea Peter-Koop, 85–105. Heidelberg: Springer.
- Kelle, Udo. 2008. *Die Integration qualitativer und quantitativer Methoden in der empirischen Sozialforschung. Theoretische Grundlagen und methodologische Konzepte* (2. Aufl.). Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften.

- Kelle, Udo und Nils Buchholtz. 2015. Mixed methods in the research of mathematics education. In *Doing (qualitative) research: Methodology and methods in mathematics education*, Hrsg. Angelika Bikner-Ahsbahr, Christine Knipping und Norma Presmeg, 321-361. Dordrecht: Springer.
- Kelle, Udo und Christian Erzberger. 2001. Die Integration qualitativer und quantitativer Forschungsergebnisse. In *Methodeninnovation in der Lebenslaufforschung. Integration qualitativer und quantitativer Verfahren in der Lebenslauf- und Biographieforschung*, Hrsg. Susann Kluge und Udo Kelle, 89-133. Weinheim u. München: Juventa-Verlag.
- Klein, Felix. 1908. *Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus. Teil 1: Arithmetik, Algebra, Analysis*. Leipzig: Teubner.
- Klieme, Eckhard und Wilfried Bos. 2000. Mathematikleistungen und mathematischer Unterricht in Deutschland und Japan. Triangulation qualitativer und quantitativer Analysen am Beispiel der TIMS-Studie. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 3:359–380.
- Kluge, Susann. 2001. Strategien zur Integration qualitativer und quantitativer Erhebungs- und Auswertungsverfahren. Ein methodischer und methodologischer Bericht aus dem Sonderforschungsbereich 186 „Statuspassagen und Risikolagen im Lebensverlauf“. In *Methodeninnovation in der Lebenslaufforschung. Integration qualitativer und quantitativer Verfahren in der Lebenslauf- und Biographieforschung*, Hrsg. Susann Kluge und Udo Kelle, 37-88. Weinheim u. München: Juventa-Verlag.
- Kuckarts, Udo. 2014. *Mixed Methods: Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren*. Wiesbaden: Springer.
- Kuckarts, Udo. 2010. *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten*. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Leavy, Aisling M., Fiona A. McSorley und Lisa A. Boté. 2007. An examination of what metaphor construction reveals about the evolution of preservice teachers' beliefs about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education* 23:1217–1235.
- Marotzki, Winfried. 2006. Forschungsmethoden und –methodologie der Erziehungswissenschaftlichen Biographieforschung. In *Handbuch erziehungswissenschaftliche Biographieforschung*, Hrsg. Heinz-Hermann Krüger und Winfried Marotzki, 111-135. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mayring, Philipp. 2008. *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 10. Auflage. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Pajares, M. Frank. 1992. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research* 62:307–332.
- Richardson, Virginia. 1996. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In *Handbook of research on teaching*, Hrsg. John P. Sikula, 376– 391. New York: Macmillan.
- Reusser, Kurt, Christine Pauli und Anneliese Elmer. 2011. Berufsbezogene Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern. In *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*, Hrsg. Ewald Terhart, Hedda Bennewitz und Martin Rothland, 478-495. Münster: Waxmann.
- Schlichter, Natalia. 2012. *Lehrerüberzeugungen zum Lehren und Lernen*. <https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-000D-F0A6-8/schlichter.pdf?sequence=1> (Zugegriffen: 18. Nov. 2016).
- Schmoltz, Christiane, Anja Felbrich und Gabriele Kaiser. 2010. Überzeugungen angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich. In *TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*, Hrsg. Sigrid Blömeke, Gabriele Kaiser und Rainer Lehmann, 279-305. Münster: Waxmann.

- Schwarz, Björn. 2013. *Professionelle Kompetenz von Mathematiklehramtsstudierenden. Eine Analyse der strukturellen Zusammenhänge*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Shulman, Lee S. 1986. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15:4–14.
- Sigel, Irving E. 1985. A conceptual analysis of beliefs. In *Parental beliefs systems: The psychological consequences for children*, Hrsg. Irving E. Sigel, 345–371. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Staub, Fritz C. und Elsbeth Stern. 2002. The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology* 94:344–355.
- Tashakkori, Abbas und Charles Teddlie. 2003. Major issues and controversies in the use of mixed methods in the social and behavioral sciences. In *Handbook of mixed methods in social and behavioral sciences*, Hrsg. Abbas Tashakkori und Charles Teddlie, 3-50. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Witzel, Andreas. 2000. Das problemzentrierte Interview [25 Absätze]. *Forum Qualitative Sozialforschung* 1. <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1132/2519> (Zugegriffen: 18. Nov. 2016).
- Yang, Xinrong. 2014. *Conception and Characteristics of Expert Mathematics Teachers in China*. Wiesbaden: Springer.