

Überzeugungen von Lehramtsstudierenden zum Lernpotential von Aufgaben mit Modellierungsgehalt

von

Sebastian Kuntze, Ludwigsburg & Luzia Zöttl, München¹

Kurzfassung: Unterrichts- und fachbezogene Überzeugungen von Mathematiklehrkräften als Komponenten professionellen Wissens können einerseits inhalts- und situationspezifisch oder andererseits eher situationsübergreifend sein. Da Aufgaben im Mathematikunterricht eine zentrale Rolle spielen, dürfte es sich bei aufgabenbezogenen Überzeugungen um einen für die Unterrichtsgestaltung wesentlichen, eher situierten Bereich professionellen Wissens handeln. Die Ergebnisse einer Studie mit mehr als 200 Lehramtsstudierenden erlauben einen Einblick in Überzeugungen, die sich gerade im Hinblick auf das mathematische Modellieren unmittelbar auf die Aufgabenkultur des Mathematikunterrichts auswirken könnten. Ferner zeichnen sich Zusammenhänge mit übergreifenden Beliefs ab.

Abstract: Instruction- and subject-related convictions of mathematics teachers as components of professional knowledge can be content- and situation-specific on the one hand or rather general and not depending on particular situations on the other hand. As tasks play a central role for creating learning opportunities in mathematics instruction, convictions about tasks are considered to be contained in a rather situated domain of professional knowledge very relevant for instructional practice. The results of a study with 200 participating prospective teachers offer insight into convictions about modelling tasks, which might have an impact on the task-related classroom practice. Moreover, the results indicate correspondences with more general beliefs.

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Komponenten professionellen Wissens

Professionelles Wissen von Mathematiklehrerinnen und -lehrern einschließlich ihrer unterrichts- und fachbezogenen Überzeugungen wird verbreitet als ein Bündel bedeutsamer Einflussgrößen auf Unterrichtspraxis und Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern gesehen (z. B. Weinert 1996; Baumert & Kunter 2006, Pekrun & Reiss, zitiert nach Reiss 2005; Kuntze 2008). Wenn Lehrkräfte Lerngelegenheiten und Kommunikationsprozesse im Unterricht planen und mitgestalten,

¹ Dieses Forschungsvorhaben wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (Bew.-Nr. PLI3032).

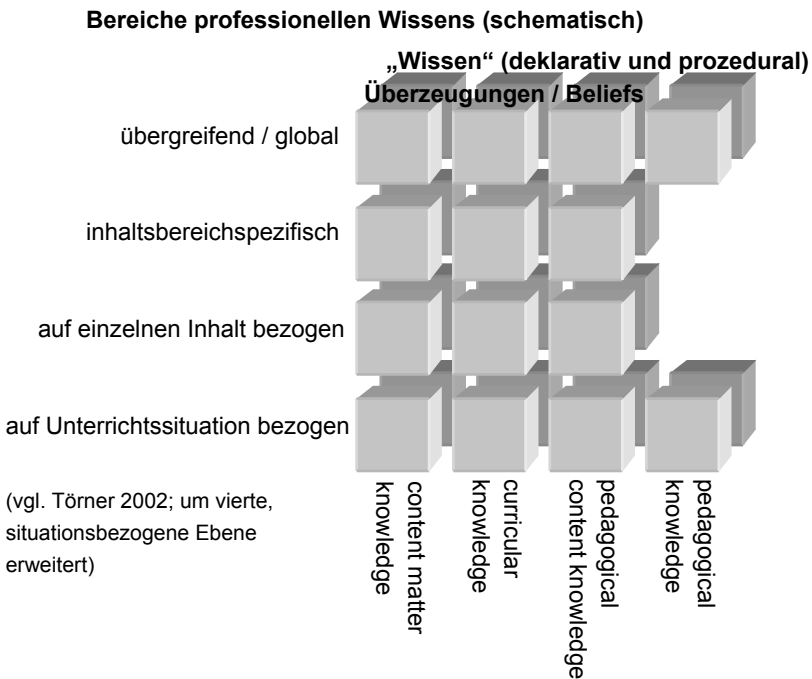
dürften sie auf ihr professionelles Wissen und insbesondere auf unterrichtsbezogene Überzeugungen zurückgreifen. Es entspricht dabei einer pragmatischen Herangehensweise, professionelles Wissen als Überbegriff über deklarative und prozedurale Wissensbestandteile einerseits und präskriptive Überzeugungen und Beliefs andererseits zu verstehen, da klare Trennungen zwischen diesen Aspekten problematisch sind (vgl. Pajares 1992). Gewisse Komponenten professionellen Wissens, die zwar Überschneidungsbereiche aufweisen, als Konstrukte für die Untersuchung von Unterricht aber hilfreich sein können, werden von Shulman (1986) unterschieden. Genannt werden von Shulman die Bereiche „pedagogical knowledge“, „content matter knowledge“, „curricular knowledge“ und „pedagogical content knowledge“. Innerhalb dieser Bereiche können Komponenten professionellen Wissens Ausprägungen zwischen eher deklarativem und prozeduralem Wissen einerseits und präskriptiven Überzeugungen andererseits aufweisen (Baumert, Blum & Neubrand 2004).

Leinhardt & Greeno (1986) und Bromme (1997) weisen darauf hin, dass professionelles Wissen oft episodisch organisiert, d. h. an mentale Repräsentationen von Unterrichtssituationen oder einzelnen Unterrichtsinhalten geknüpft ist. Da andererseits auch erfolgreich situationsübergreifende Komponenten professionellen Wissens empirisch operationalisiert wurden (z. B. Staub & Stern 2002; Grigutsch, Raatz & Törner 1998), kann zusätzlich zu den oben angesprochenen Bereichen professionellen Wissens ein Spektrum zwischen situationsbezogenem, oft episodisch angelegtem Wissen und entsprechenden Überzeugungen einerseits und eher situationsübergreifenden Orientierungen und Beliefs zum Fach Mathematik oder zum Lehren und Lernen andererseits gesehen werden. Törner (2002) spricht für den Bereich von Beliefs von drei Ebenen unterschiedlicher „Globalität“:

- Globale, übergreifende unterrichts- und fachbezogene Überzeugungen von Mathematiklehrkräften: Der oberen Ebene ordnet Törner (2002) beispielsweise epistemologische Beliefs zur Disziplin Mathematik wie die Grundorientierungen der Prozess-, Schema-, Anwendungs- und Formalismusorientierung (vgl. Grigutsch, Raatz & Törner 1998; Klieme & Ramseier 2001) zu.
- Inhaltsbereichsspezifische Überzeugungen: Beliefs auf einer mittleren Ebene an Globalität beziehen sich auf bestimmte Inhaltsbereiche wie beispielsweise Geometrie oder Stochastik. Beispiele für Studien, die auf diese mittlere Ebene an Globalität fokussieren, sind die Untersuchung von Chick und Kollegen (2006), die pedagogical content knowledge zum Inhaltsbereich Dezimalbrüche untersuchten, oder die Studie von Wholhuter (1997), in der Vorstellungen von Lehrkräften zum Geometrieunterricht erhoben wurden.
- Auf Einzelinhalte bezogene Überzeugungen: Die untere Ebene an Globalität nach Törner (2002) betrifft Überzeugungen zu Einzelinhalten des Curriculums. Auf dieser Ebene könnten etwa auch Vorstellungen zu konkreten Aufgaben an-

gesiedelt werden. Solche aufgabenbezogenen Vorstellungen wurden beispielsweise von Biza, Nardi und Zachariades (2007) untersucht, die Überzeugungen zu mit Aufgaben verbundenen Lernzielen in den Blick nahmen.

- Auf Unterrichtssituationen bezogene Überzeugungen von Lehrkräften: Auch wenn in diesem Beitrag vorwiegend auf die letztgenannte, dritte Ebene fokussiert wird, sei hinzugefügt, dass das Modell von Törner (2002) um eine vierte Ebene konkret auf Unterrichtssituationen bezogener Überzeugungen ergänzt werden kann. Solche unterrichtssituationsbezogenen Überzeugungen wurden etwa von Lerman (1990) oder Kuntze (2008, 2006; vgl. auch Kuntze & Reiss 2005) auch in ihren Zusammenhängen mit Beliefs der obersten Ebene an Globalität untersucht.



(Shulman 1986, 1987; Bromme 1992, 1997)

Abbildung 1: Schematischer Überblick über Bereiche professionellen Wissens

Eine schematische Darstellung der erörterten Bereiche professionellen Wissens findet sich in Abbildung 1, in der die angesprochenen Unterscheidungen gewis-

sermaßen als drei Dimensionen visualisiert sind. Es sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass Übergänge zwischen verschiedenen in Abbildung 1 dargestellten Bereichen als fließend angenommen werden sollten und strikte Trennungen zwischen Bereichen oft nicht möglich sind. Da sich pedagogical knowledge nicht auf spezifische fachliche Inhalte bezieht, entfallen in Abbildung 1 rechts die Zellen für die beiden entsprechenden mittleren Ebenen. Demgegenüber gibt es jedoch im Bereich des pedagogical knowledge durchaus auf Unterrichtssituationen bezogene Vorstellungen, beispielsweise zur Umsetzung einer Unterrichtsmethode in einer speziellen Klassenraumsituation.

Überzeugungen zu Aufgaben beziehen sich auf einen vorwiegend mit Einzelinhalten des Mathematikunterrichts verknüpften Teilbereich professionellen Wissens von Mathematiklehrkräften. Solche Überzeugungen dürften sich durch große Relevanz für die Aufgabenkultur im Mathematikunterricht der jeweiligen Lehrkraft auszeichnen. Dies liegt daran, dass Auswahl und Gestaltung von Aufgaben sowie der Umgang mit ihnen für den Mathematikunterricht zweifellos eine zentrale Rolle spielen. Da in dieser Studie solche Überzeugungen zu Aufgaben für das Beispiel von Aufgaben mit Modellierungsgehalt in den Blick genommen werden, gibt der folgende Abschnitt einen Überblick über den diesbezüglichen theoretischen Hintergrund der Studie.

1.2 Modellieren und Aufgaben mit Modellierungsgehalt

In teils internationalen Studien hat sich immer wieder abgezeichnet, dass die in deutschen Klassenräumen bearbeiteten Aufgaben oft wenig kognitiv aktivierend sind oder oft auf wenig kognitiv aktivierende Weise bearbeitet werden (Neubrand 2002; Knoll 2003; Jordan et al. 2006). Gerade mehrschrittige Bearbeitungsstrategien, wie sie beispielsweise beim Modellieren (Blum & Leiß 2005; Maaß 2006; Blomhøj & Jensen 2003) auftreten, werden oft bei der Gestaltung von Aufgaben oder deren Bearbeitung im Mathematikunterricht wenig berücksichtigt. Es stellt sich daher die Frage, inwiefern diese Beobachtungen mit entsprechenden Überzeugungen von Mathematiklehrkräften korrespondieren. Für die Förderung von Kompetenzen des Modellierens dürfte entsprechendes, auf geeignete Aufgaben bezogenes professionelles Wissen eine wesentliche Rolle spielen. Die noch verbesserungsfähige Berücksichtigung solcher geeigneter Aufgaben lässt es als sehr wünschenswert erscheinen, auf Aufgaben mit Modellierungsgehalt bezogenes professionelles Wissen zu untersuchen.

Die Förderung des mathematischen Modellierens wird für den Aufbau von Mathematical Literacy (z.B. OECD 2003) als zentral angesehen. Dies kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass „mathematisch modellieren“ einer von sechs Kompetenzbereichen der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK 2004) ist, was sicherlich auch als das Ergebnis einer langjährigen Diskussion um die Rolle des Anwendungsbezugs im Mathematikunterrichts und des Modellierens angese-

hen werden kann (z.B. Pollack 1979; Blum 1985; Blum et al. 2007). Besonders in der frühen Phase dieser Diskussion musste Befürchtungen entgegengetreten werden, dass exaktes mathematisches Arbeiten im Unterricht durch Anwendungsbezüge unterminiert werden könnte (Pollack 1979, S. 243).

Dabei variiert der Begriff des Modellierens entsprechend verschiedener Ansätze. Den allermeisten Ansätzen gemein ist die Vorstellung, dass Aufgaben, die Aktivitäten des Modellierens erfordern, durch Übersetzungsprozesse zwischen einer mentalen Repräsentation eines Realkontexts und mathematischen Begriffen oder Lösungsverfahren gekennzeichnet sind. Diese Übersetzungsprozesse betreffen in der Regel beide Richtungen. Dies wird oft als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu so genannten „eingekleideten Aufgaben“ gesehen (Lenné 1975, Blum 1985). In der Praxis erweist sich gerade vor dem Hintergrund verschiedener theoretischer Ansätze eine eindeutige Grenzziehung als schwierig. Während beispielsweise Blomhøj und Jensen (2003) nur bei Aufgaben von Modellierungsaufgaben sprechen, die das volle Durchlaufen eines Modellierungskreislaufs erfordern, werden beispielsweise im PALMA-Projekt (v. Hofe 2008) Modellierungsaufgaben anhand von Bezügen zu Begriffswissen („Grundvorstellungen“) charakterisiert. Insgesamt besteht jedoch ein weitgehender Konsens darin, dass konkret verstärkt Lerngelegenheiten durch Aufgaben geschaffen werden sollten, die

- in ihrer Problemstellung unter- oder überbestimmt sind, d.h. bestimmte Angaben von den Lernenden bei der Bearbeitung selbst generiert bzw. im Falle zu vieler Angaben ausgewählt werden müssen,
- multiple individuelle Lösungsmöglichkeiten erlauben,
- auf lebensweltliche Kontexte und Materialien verweisen (z. B. Galbraith 1995; Kaiser-Meißner, 1986),
- Übersetzungsprozesse erfordern (vgl. Blum 2007),
- mehrschrittige und mehrstufige Lösungsprozesse verlangen (vgl. die Ergebnisse zu Modellierungsprozessen von Borromeo Ferri 2006),
- die Lernenden zum eigenen Verknüpfen zwischen Kontexten und verfügbaren mathematischen Modellen anregen,
- die bewusste Anwendung von Metawissen zum Modellieren und zu einzelnen Phasen des Modellierungsprozesses (vgl. Blum & Leiß 2005; Blomhøj & Jensen 2003) ermöglichen und
- eigene Aktivitäten des Vereinfachens/der Problemreduktion und des Interpretierens/des Rückbezugs auf den Realkontext herausfordern.

Lebensweltliche Bezüge, wie sie oft bei Aufgaben mit hohem Modellierungsgehalt gegeben sind, ermöglichen ferner ein Verankern mathematischen Wissens in le-

bensweltlichen Bezügen (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001) und nicht selten ein dementsprechendes Relevanz erleben.

Angesichts von Befunden, dass im deutschen Mathematikunterricht vergleichsweise selten derartige Aufgaben vorkommen (z. B. Baumert et al. 1997; Neubrand, 2002), wird vor dem Hintergrund der angesprochenen Uneindeutigkeiten bei der Einstufung von Aufgaben als „Modellierungsaufgaben“ für das Ziel dieser Untersuchung ein pragmatischer Ansatz verfolgt: So genannte *Aufgaben mit substanziellem bzw. höherem Modellierungsgehalt*, bei denen zumindest ein selbst zu leistender Übersetzungsschritt zwischen gegebener Situation und mathematischem Modell zu leisten ist und grundsätzlich entsprechend des gewählten Modells bzw. im Zusammenhang damit getroffener Annahmen verschiedene Ergebnisse erhalten werden können, werden von *Aufgaben mit geringem Modellierungsgehalt* unterschieden, bei denen die mathematische Modellierung bereits durch die Aufgabenstellung gegeben ist und dadurch auch Übersetzungsprozesse in weitaus geringerem Maße erforderlich sind. Zu dieser zweiten Art von Aufgaben, bei denen kaum Freiräume für unterschiedliche Ergebnisse bestehen, dürften in der Regel auch „eingekleidete Aufgaben“ zu rechnen sein.

Wenn Mathematiklehrkräfte entscheiden, welche Aufgaben im Unterricht bearbeitet werden und auch auf welche Art sie bearbeitet werden, dürfte ihr professionelles Wissen in Form von Vorstellungen über Aufgaben von Bedeutung sein: So könnte es entscheidend sein, welchen Erkenntniswert oder welches Lernpotential, welchen Bezug zu Zielen des Unterrichts, welches Anforderungsniveau oder auch welchen individuellen Anreizwert Aufgaben aus Sicht von Lehrerinnen und Lehrern haben.

Da zwischen Lehramtsstudierenden und praktizierenden Lehrkräften auch bei aufgabenbezogenen Vorstellungen prinzipiell wesentliche Unterschiede bestehen können (da Ponte 2001), ist für das Treffen von Aussagen über unterrichtspraxisrelevantes professionelles Wissen grundsätzlich die Untersuchung praktizierender Mathematiklehrkräfte erforderlich. Solche Untersuchungen werden in einer Folgestudie angestellt, deren Daten sich derzeit in der Auswertung befinden (zum Design vgl. Kuntze & Reiss 2008).

Nachdem jedoch anzunehmen ist, dass sich aufgabenbezogene Überzeugungen nicht nur aus Unterrichtserfahrungen aktiver Lehrkräfte speisen dürften, sondern auch etwa durch eigene Erfahrungen aus der Schülerperspektive mit geprägt werden können, ist gerade im Hinblick auf Erfordernisse der Ausbildung von Mathematiklehrkräften von Interesse, über welche aufgabenbezogenen Überzeugungen Lehramtsstudierende verfügen. An dieser Stelle setzt die hier vorgestellte Studie an.

1.3 Zusammenhänge zwischen aufgabenbezogenen und übergreifenden Komponenten professionellen Wissens

Der in 1.1 vorgestellte theoretische Hintergrund legt es nahe, mögliche Bezüge zwischen Bereichen professionellen Wissens von Mathematiklehrkräften zu untersuchen. So ist angesichts des eingangs angesprochenen Spektrums zwischen situationsbezogenen und situationsübergreifenden Komponenten professionellen Wissens neben der deskriptiven Erhebung von Vorstellungen zu Aufgaben mit Modellierungsgehalt ferner von Interesse, inwiefern solche aufgabenbezogenen Überzeugungen mit übergreifenden Orientierungen wie epistemologischen Grundüberzeugungen (Grigutsch, Raatz & Törner 1998), rezeptiven bzw. konstruktivistischen Sichtweisen des Lehrens und Lernens (Staub & Stern 2002) oder Überzeugungen zur Motivierung von Lernenden im Unterricht (vgl. Stipek et al. 2001) zusammenhängen. In einer qualitativen Studie mit Lehramtsstudierenden fanden Schwarz, Kaiser und Buchholtz (2008) Zusammenhänge (ebd., S. 421) zwischen den in die Untersuchung einbezogenen epistemologischen Grundüberzeugungen nach Grigutsch, Raatz & Törner (1998) und Überzeugungen zu Aufgaben mit substanziellem Modellierungsgehalt (für ähnliche Ergebnisse zu praktizierenden Lehrkräften vgl. Kaiser 2006).

Vor dem Hintergrund dieser Befunde und der Beobachtung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Überzeugungsausprägungen im Sinne einer eher „statischen“ vs. einer eher „dynamischen“ Sichtweise des Mathematikunterrichts und der Mathematik (Lipowsky et al. 2003) wird vermutet, dass eine hohe Prozessorientierung, eine hohe Anwendungsorientierung (Grigutsch, Raatz & Törner 1998) und ein starkes konstruktivistisches Verständnis vom Lehren und Lernen (Staub & Stern 2002) als Konstrukte einer eher „dynamischen“ Sichtweise mit einer positiveren Einschätzung des Lernpotentials modellierungsbezogener Aufgaben einhergehen sollte. Demgegenüber sollten die eher „statischen“ Konstrukte Formalismusorientierung, Schemaorientierung und ein rezeptives Verständnis vom Lehren und Lernen eher mit einer Ablehnung modellierungsbezogener Aufgaben zusammenhängen. Entsprechend der Beobachtungen von Lipowsky et al. (2003) könnte ferner auch die Befürwortung eher intrinsischer Formen des Motivierens (vgl. Stipek et al. 2001) etwa durch Freude an interessanten Aufgaben einer Befürwortung modellierungsbezogener Aufgaben entsprechen.

Die Untersuchung dieser Vermutungen zu Zusammenhängen zwischen aufgabenbezogenen und übergreifenden Komponenten professionellen Wissens gehört daher zum Forschungsinteresse der vorliegenden Studie.

1.4 Forschungsfragen

Die vorangegangenen Abschnitte zeigen das Interesse auf, Überzeugungen zu Aufgaben mit Modellierungsgehalt zu untersuchen. Im Rahmen der hier vorgestellten

Studie werden Überzeugungen von Lehramtsstudierenden erhoben. Untersucht werden einerseits Überzeugungen, die sich auf konkrete Aufgaben beziehen, andererseits wird eine Auswahl übergreifender Orientierungen und Beliefs erfasst, zu denen bereits aus den angesprochenen anderen Studien aussagekräftige Indikatoren vorliegen.

Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen also folgende Forschungsfragen:

- Über welche aufgabenbezogenen Überzeugungen verfügen Lehramtsstudierende?
- Gibt es Zusammenhänge mit situationsübergreifenden Orientierungen?

2 Untersuchungsmethoden und Stichprobe

In dieser Studie wurden 230 Studierende mit einem Fragebogen nach ihren aufgabenbezogenen Überzeugungen und übergreifenden Orientierungen befragt. Die Befragung fand zu Beginn universitärer Lehrveranstaltungen statt. Die Studierenden waren gebeten worden, Ihre Sichtweisen zum Mathematikunterricht durch die Beantwortung des Fragebogens wiederzugeben. Mit Rücksicht auf die Möglichkeit von Verzerrungen durch soziale Erwünschtheitserwartungen wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern keine weitere Information zu Zielen der Studie gegeben. Die Teilnahme an der Befragung war freiwillig. Die teilnehmenden Studierenden können den in Tabelle 1 aufgeschlüsselten verschiedenen Lehramtsstudiengängen zugeordnet werden. In Tabelle 1 sind auch Mittelwerte der Semesterzahl der Teilnehmenden nach Studiengang einschließlich deren Standardabweichung, sowie Angaben zu Alter und Geschlecht der Studierenden angeführt.

Studium für das Lehramt an ...	Gymnasien	Realschulen	Hauptschulen	Sonderschulen	Ohne Angabe
Anzahl der Studierenden	55	61	62	43	9
... davon weiblich	32	48	46	31	5
... davon männlich	23	13	16	12	4
Mittlere Semesterzahl (SD)	4,98 (2,01)	1,62 (1,11)	2,51 (1,98)	1,95 (1,72)	2,89 (3,33)
Mittleres Alter (SD)	22,1 (3,3)	22,5 (4,7)	22,9 (3,5)	21,6 (1,9)	27,3 (7,8)

Tabelle 1: Informationen zur Stichprobe

Die erhöhte mittlere Semesterzahl bei Gymnasiallehramtsstudierenden ergibt sich daraus, dass diese Gruppe in der Regel erst vergleichsweise spät im Studium fachdidaktische Veranstaltungen besucht.

Der eingesetzte Fragebogen enthielt Multiple-Choice-Items sowohl zu aufgabenbezogenen Überzeugungen als auch zu übergreifenden Beliefs. Zu diesen Items konnten die Studierenden jeweils auf einer vierstufigen Likert-Skala Zustimmung oder Ablehnung äußern.

Fragebogenteil zu übergreifenden Beliefs

Der Fragebogenteil zu übergreifenden Beliefs umfasste insbesondere Skalen zu den folgenden durch bestehende Untersuchungen abgesicherten Konstrukten, die sich in der Regel in den jeweils zitierten Studien als bedeutsam für Unterrichtspraxis der Lehrkräfte oder Schulleistungsentwicklung von Lernenden bedeutsam erwiesen haben und daher als Referenzvariablen aus dem Bereich globaler Überzeugungen von Mathematiklehrkräften in Betracht kommen:

- Konstruktivistisches oder rezeptives Verständnis vom Lehren und Lernen (Staub & Stern 2002): Diese beiden Skalen (vgl. Auswertung von Lipowsky et al. 2003, mit der dieser Fragebogenteil parallelisiert wurde) betreffen Einschätzungen zum Lernen im Fach Mathematik und Überzeugungen, wie Lernprozesse im Mathematikunterricht gefördert werden sollten. Dabei zeichnet sich das rezeptive Verständnis vom Lehren und Lernen durch eine Bevorzugung instruktionistischer Lehr- und Lernformen entsprechend einer eher passiven Rolle der Lernenden aus. Demgegenüber ist das konstruktivistische Verständnis vom Lehren und Lernen durch die Vorstellung einer aktiveren Rolle von Schülerinnen und Schülern in Wissensaufbauprozessen und der Befürwortung eher problemorientierter Herangehensweisen im Mathematikunterricht gekennzeichnet. Beispiel-Items für diese Skalen, die auf der Untersuchung von Staub und Stern (2002) beruhen, sind in Tabelle 2 angegeben.
- Grundorientierungen mathematikbezogener epistemologischer Beliefs (Grigutsch, Raatz & Törner 1998): Bei diesen Beliefs handelt es sich um Überzeugungen, die sich auf das Fach Mathematik beziehen. Unterschieden werden Anwendungsorientierung, Prozessorientierung, Formalismusorientierung und Schemaorientierung. Skalen zu diesen vier Grundorientierungen mathematikbezogener epistemologischer Beliefs basierend auf der Arbeit von Grigutsch, Raatz und Törner (1998) sowie von Klieme und Ramseier (2001) wurden in den Fragebogen aufgenommen. Beispiel-Items finden sich in Tabelle 2.
- Beliefs zum Motivieren von Schülerinnen und Schülern: Orientiert an der Untersuchung von Stipek und Kollegen (2001) wurden in Eigenentwicklung erweiterte Skalen aus dieser Untersuchung genutzt, um verschiedene Aspekte des

Skala	Beispiel-Item	Anzahl an Items
Rezeptives Verständnis vom Lehren und Lernen	Am besten lernen Schüler/innen Mathematik aus Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrperson.	10
Konstruktives Verständnis vom Lehren und Lernen	Man sollte Schülern/innen erlauben, sich eigene Wege zur Lösung von Anwendungsproblemen auszudenken, bevor die Lehrperson vorführt, wie diese zu lösen sind.	6
Prozessorientierung	Wenn man sich mit mathematischen Problemen auseinandersetzt, kann man oft Neues (Zusammenhänge, Regeln, Begriffe) entdecken.	5
Schemaorientierung	Mathematik ist Behalten und Anwenden von Definitionen und Formeln, von mathematischen Fakten und Verfahren.	3
Anwendungsorientierung	Mathematik hilft, alltägliche Aufgaben und Probleme zu lösen.	5
Formalismusorientierung	Unabdingbar für die Mathematik ist ihre begriffliche Strenge, d. h. eine exakte und präzise mathematische Fachsprache.	4
Motivierung durch Noten	Schüler/innen lernen umso mehr, je stärker gute Noten oder Leistungen für sie im Vordergrund stehen.	4
Mitarbeit steigern mit interessanten Aufgaben	Wenn Schüler/innen nicht mitarbeiten, liegt das meistens daran, dass die Aufgaben nicht sehr interessant sind.	4
Motivierung durch Freude an Aufgaben	Je mehr Freude die Schüler/innen an mathematischen Aufgaben haben, desto mehr lernen sie.	3
Motivierung durch Lob	Lob ist ein gutes Mittel, um Schüler/innen anzuspornen, sich in Mathematik anzustrengen.	3

(Staub & Stern 2002, Grigutsch, Raatz & Törner 1998, Klieme & Ramseier 2001, Stipek et al. 2001)

Tabelle 2: Skalen zu übergreifenden Beliefs und Beispiel-Items

Motivierens von Schülerinnen und Schülern in den Blick nehmen zu können (Deci & Ryan 1993). Ein erster Aspekt des „Motivierens durch Noten“ spricht eher extrinsisch ausgerichtete Strategien der Motivierung von Schülerinnen und Schülern durch Noten und die zugrunde liegende Annahme an, dass Mitarbeit und Engagement im Unterricht vor allem mit der Benotung zusammenhänge. Stärker auf einen anderen Aspekt der Belohnung fokussiert der Aspekt „Moti-

vierung durch Lob“. Eher intrinsische Komponenten der Motivierung spricht demgegenüber die Skala „Motivierung durch Freude an Aufgaben“ an. Noch stärker auf motivationale Komponenten der kognitiven Aktivierung ausgerichtet ist die Skala „Mitarbeit steigern mit interessanten Aufgaben“. Beispiel-Items zur Konkretisierung dieser Skalen finden sich in Tabelle 2.

In einem zweiten Fragebogenteil (Eigenentwicklung) wurden auf Aufgaben bezogene Überzeugungen der Lehramtsstudierenden erhoben. Durch die Reihenfolge der Fragebogenteile sollte auch eine Beeinflussungsmöglichkeit der Antworten im allgemeinen Fragebogenteil durch die aufgabenbezogene Erhebung minimiert werden.

Fragebogenteil zu aufgabenbezogenen Überzeugungen

Aufgabenbezogene Überzeugungen wurden anhand von sechs Aufgaben erhoben. Die Aufgaben bezogen sich auf Flächenmessung und könnten prinzipiell in der achten Klasse im Sinne einer Wiederholungs- und Trainingseinheit in den Schularten der Haupt- und Realschule sowie des Gymnasiums eingesetzt werden. Ein wesentliches Merkmal von vier dieser Aufgaben (Aufgaben 2, 3, 4 und 6) ist, dass substantielle Modellierungsschritte bei der Bearbeitung erforderlich sind (vgl. Reiss, Kuntze, Pekrun & Ufer im Druck). Bei den zwei anderen Aufgaben (Aufgabe 1 und 5), die zum Vergleich integriert wurden, wurde zwar ein Situationskontext angesprochen, durch entsprechende vorgegebene Skizzen war es jedoch möglich, bei der Beantwortung der Aufgabe schwerpunktmäßig innerhalb eines gegebenen mathematischen Modells zu arbeiten.

Mit Aufgabe 1 und 2 sind in den Abbildungen 2 und 3 Beispiele für beide Arten der im Fragebogen enthaltenen Aufgaben wiedergegeben. Während in Aufgabe 1 (Abb. 2) eine Zerlegung der in der Skizze gegebenen Fläche und eine Berechnung der Flächenstücke zur Lösung führen kann, und so wohl von eher elementarem Modellieren zu sprechen ist, erfordert Aufgabe 2 (Abb. 3) das Generieren zusätzlicher Informationen mit Hilfe eines Rückbezuges auf die Sachsituation und entsprechenden Übersetzungsprozessen. Im Zuge geeigneter Modellierungsschritte muss etwa erkannt werden, auf welche Maßangaben es ankommen könnte und inwiefern diese mit Hilfe von Bezugsgrößen näherungsweise gewonnen werden könnten.

Insbesondere im Hinblick auf diese Unterschiedlichkeit der Aufgaben und auf mögliche Charakteristika professionellen Wissens mit Bezug zur Aufgabenkultur im Mathematikunterricht interessierte, welche Vorstellungen die befragten Lehramtsstudierenden zu den Aufgaben mit und ohne Betonung von Modellierungsaktivitäten hatten.

Die auf die Aufgaben bezogenen Items konzentrierten sich in erster Linie auf persönliche Einschätzungen der Studierenden im Hinblick auf das einer Aufgabe zu-

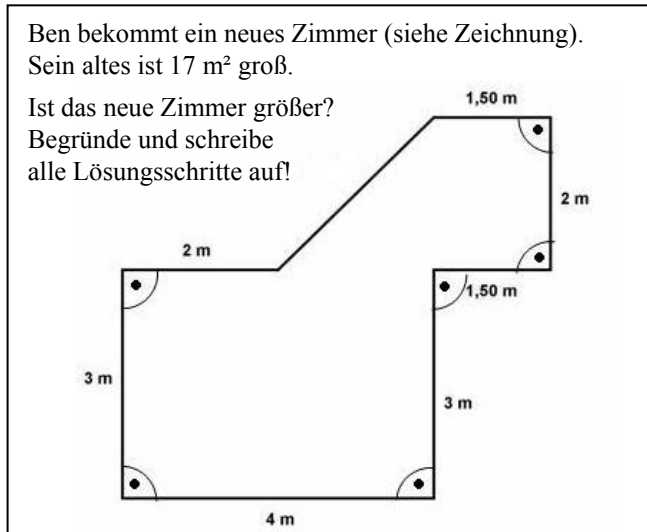


Abbildung 2: Beispiel für eine Aufgabe, zu der Überzeugungen der Studierenden erhoben wurden (Aufgabe 1, vergleichsweise geringe Modellierungsanforderungen)

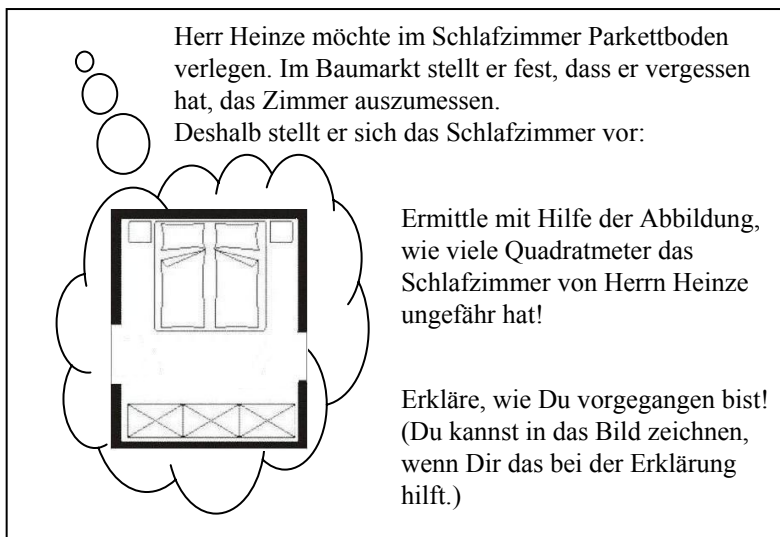


Abbildung 3: Beispiel für eine Aufgabe, zu der Überzeugungen der Studierenden erhoben wurden (Aufgabe 2, vergleichsweise höhere Modellierungsanforderungen)

gemessene Lernpotential. Beispiel-Items für Einschätzungen in diesem Bereich sind: „Die Rolle, die Mathematik bei der Lösung dieser Aufgabe spielt, halte ich für sinnvoll für den Aufbau mathematischer Kompetenz“ oder „Bei dieser Aufgabe können Schüler(innen) viel lernen“. Vier der insgesamt sechs Items zu jeder Aufgabe (vgl. auch Tabelle 3) betrafen diesen Bereich.

Darüber hinaus wurden zur Kontrolle mittels jeweils eines Indikator-Items Überzeugungen zum wahrgenommenen Anforderungsniveau und zur Berücksichtigung des Zieles der Exaktheit in Verbindung mit den Aufgaben erhoben.

Im Hinblick auf die erste Forschungsfrage interessiert, in welche Richtung Einschätzungen des Lernpotentials der Aufgaben ausgeprägt sind. Entsprechend des Erhebungsdesigns wird erwartet, dass die Einschätzungen zu den Aufgaben mit hohem bzw. mit niedrigerem Modellierungsgehalt jeweils untereinander in ähnlicher Richtung ausgeprägt sind.

Zur Kontrolle wird außerdem mit untersucht, inwiefern sich aufgabenbezogene Einschätzungen nach Studiengang oder Geschlecht unterscheiden könnten, was beispielsweise aufgrund von Selektionsprozessen nicht auszuschließen ist.

Die zweite Forschungsfrage wurde mit Hilfe einer Clusteranalyse (Ward Method) untersucht, um Gruppen von Probanden mit unterschiedlichen aufgabenbezogenen Einschätzungsprofil zu identifizieren und deren übergreifende Beliefs betrachten zu können.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst entsprechend der ersten Forschungsfrage Ergebnisse zu den aufgabenbezogenen Einschätzungen vorgestellt. Darauf aufbauend werden Ergebnisse der Clusteranalyse zur zweiten Forschungsfrage wiedergegeben.

Skala: Positive Einschätzung des Lernpotentials von ...	Anzahl an Items	α (Cronbach)
Aufgabe 1	4	0,69
Aufgabe 5	4	0,82
Aufgabe 2	4	0,86
Aufgabe 3	4	0,88
Aufgabe 4	4	0,87
Aufgabe 6	4	0,88

Tabelle 3: Reliabilitätswerte der Skalen zu aufgabenbezogenen Einschätzungen von deren Lernpotential

3.1 Aufgabenbezogene Einschätzungen der Lehramtsstudierenden

Zunächst wurde überprüft, inwiefern die Items zu Einschätzungen des Lernpotentials der Aufgaben zu reliablen Skalen zusammengefasst werden können. Die entsprechenden Reliabilitätswerte sind in Tabelle 3 angegeben und sind bis auf einen ausreichenden Wert zufrieden stellend. Zur besseren Übersicht sind auch in den folgenden Auswertungen immer die beiden Aufgaben mit geringerem Modellierungsgehalt (Aufgaben 1 und 5) entgegen ihrer Reihenfolge im Fragebogen hintereinander aufgeführt, damit sie von den Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt (Aufgaben 2, 3, 4 und 6) leichter unterschieden werden können.

		Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
Aufgabe 1	1. Item	,583					
	2. Item	,425	,455				
	3. Item	,806					
	4. Item	,589					
Aufgabe 5	1. Item		,768				
	2. Item		,819				
	3. Item	,498	,433				
	4. Item		,768				
Aufgabe 2	1. Item			,801			
	2. Item			,770			
	3. Item			,718			
	4. Item			,838			
Aufgabe 3	1. Item				,811		
	2. Item				,783		
	3. Item				,714		
	4. Item				,761		
Aufgabe 4	1. Item					,721	
	2. Item					,786	
	3. Item					,780	
	4. Item					,746	
Aufgabe 6	1. Item						,821
	2. Item						,770
	3. Item						,839
	4. Item						,730

Faktorladungen unter 0,4 ausgeblendet

Tabelle 4: Faktorenanalyse zu aufgabenbezogenen Items (Erwartungen zum Lernpotential)

Die in Tabelle 3 aufgeführten Skalen der Einschätzung des Lernpotentials der jeweiligen Aufgabe erwiesen sich außerdem als im Wesentlichen faktorenanalytisch trennbar. Die sechs extrahierten Hauptkomponenten, die jeweils erwartungsgemäß den Items zu den einzelnen Aufgaben entsprechen, erklären 69,52% der Varianz. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Faktorenanalyse zusammengestellt.

Positive Einschätzung des Lernpotentials von Aufgabe	1	5	2	3	4	6
Mittelwert	3,29	3,24	2,49	2,61	2,63	2,67
SD	0,49	0,56	0,81	0,74	0,74	0,74

(Der Wert 1 entspricht einer starken Ablehnung, 4 einer starken Zustimmung) (N=230)

Tabelle 5: Aufgabenbezogene Einschätzungen des erwarteten Lernpotentials (Mittelwerte bezogen auf alle Studierenden)

In Tabelle 5 sind die Mittelwerte der Einschätzungen zu den Aufgaben dargestellt. Offenbar bevorzugten die befragten Lehramtsstudierenden hinsichtlich des erwarteten Lernpotentials insgesamt eher die Aufgaben mit einem geringeren Modellierungsgehalt. Dabei verzeichneten diese (Aufgaben 1 und 5) jeweils eine deutliche Zustimmung, während die mittlere Einschätzung zu den Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt sich nahe der Skalenmitte 2,5 bewegte.

Positive Einschätzung des Lernpotentials von ...	Aufgabe 5	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 6
Aufgabe 1	0,539***	(0,100)	0,331***	0,244***	0,234***
Aufgabe 5		(0,064)	0,277***	0,280***	0,283***
Aufgabe 2			0,450***	0,436***	0,491***
Aufgabe 3				0,601***	0,410***
Aufgabe 4					0,484***

*** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,001 (2-seitig) signifikant. (Korrelationen größer als 0,4 hervorgehoben) (N=230)

Tabelle 6: Korrelationen (Pearson) zwischen positiven Einschätzungen des Lernpotentials der verschiedenen Aufgaben

Erwartet wurde, dass die Aufgaben der beiden Typen jeweils innerhalb der Typen in ähnlicher Weise beurteilt werden. In Tabelle 5 zeigt sich dies bereits bei den Absolutwerten. In Tabelle 6 sind außerdem die Korrelationen zwischen den aufgabenbezogenen Einschätzungsskalen aufgeführt.

Zwischen den Aufgaben der beiden Typen sind jeweils ausgeprägte Korrelationen festzustellen, während die Korrelationen zwischen Aufgaben verschiedener Typen deutlich geringer oder nicht signifikant sind. Letztere geringere Korrelationen deuten offenbar auf eine schwache allgemeine Tendenz hin, generell Aufgaben ein höheres oder geringeres Lernpotential zuzumessen.

Würde man die aufgabenbezogenen Einschätzungsskalen der beiden Typen untereinander wiederum zu zwei gebündelten Skalen zusammenfassen, ergäben sich Reliabilitätswerte von $\alpha = 0,70$ für die Aufgaben mit geringem und $\alpha = 0,78$ für die Aufgaben mit hohem Modellierungsgehalt.

Zur Kontrolle wurde ausgewertet, inwiefern möglicherweise Studierende verschiedener Lehramtsstudiengänge bzw. Schularten über unterschiedliche Einschätzungen zum Lernpotential der Aufgaben verfügen könnten. Entsprechende Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Lehramts-Studiengang/ Schulart	Positive Einschätzung des Lernpotentials von Aufgabe ...						
		1	5	2	3	4	6
Hauptschule (N=62)	Mittelwert (SD)	3,30 (0,46)	3,28 (0,48)	2,25 (0,85)	2,52 (0,73)	2,66 (0,76)	2,51 (0,73)
Sonderschule (N=43)	Mittelwert (SD)	3,27 (0,51)	3,17 (0,70)	2,73 (0,69)	2,56 (0,83)	2,68 (0,88)	2,75 (0,77)
Gymnasium (N=55)	Mittelwert (SD)	3,27 (0,42)	3,24 (0,55)	2,52 (0,82)	2,72 (0,70)	2,58 (0,62)	2,59 (0,70)
Realschule (N=61)	Mittelwert (SD)	3,34 (0,57)	3,28 (0,54)	2,53 (0,82)	2,60 (0,73)	2,57 (0,75)	2,83 (0,77)

Tabelle 7: Auswertung nach Lehramtsstudiengängen (Schularten)

In Tabelle 7 zeigen sich kaum Unterschiede zwischen Studierenden verschiedener Lehramtsstudiengänge. Auch eine Unterscheidung nach Mathematik als Haupt-, Unterrichts- oder Didaktikfach, die teilweise mit der in Tabelle 7 vorgenommenen Unterscheidung nicht übereinstimmt, zeigt keine auffälligen Unterschiede in der Beurteilung der Aufgaben bezüglich des erwarteten Lernpotentials.

Eine ebenfalls zur Kontrolle durchgeführte Gegenüberstellung nach dem Geschlecht der Studierenden findet sich in Tabelle 8.

Geschlecht	Positive Einschätzung des Lernpotentials von Aufgabe ...						
		1	5	2	3	4	6
Weiblich (N=162)	Mittelwert (SD)	3,33 (0,49)	3,28 (0,55)	2,45 (0,82)	2,65 (0,70)	2,66 (0,72)	2,66 (0,75)
Männlich (N=68)	Mittelwert (SD)	3,19 (0,47)	3,15 (0,57)	2,60 (0,79)	2,50 (0,81)	2,54 (0,77)	2,71 (0,71)

Tabelle 8: Auswertung nach Geschlecht der Lehramtsstudierenden

Bei der Unterscheidung nach Geschlecht zeigt sich lediglich bei Aufgabe 1 ein punktueller signifikanter Unterschied. Die Absolutwerte weisen jedoch keine auffälligen Unterschiede oder konsistenten Tendenzen auf.

Um mögliche Unterschiede in den aufgabenbezogenen Einschätzungen in den Blick zu nehmen, wurde eine Clusteranalyse (Ward Method) durchgeführt. Die mittleren aufgabenbezogenen Einschätzungswerte der beiden extrahierten Cluster sind in Abbildung 4 dargestellt.

Ein kleineres Cluster von 47 Lehramtsstudierenden zeigte bei den Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt annähernd ähnlich positive Einschätzungen wie bei den Aufgaben mit geringem Modellierungsgehalt, während ein weitaus größeres Cluster mit 183 Studierenden vergleichsweise deutlich geringere Erwartungen an das Lernpotential der Aufgaben mit höherem Modellierungspotential hatte.

Ein vergleichender Blick auf die Ergebnisse der Drei-Cluster-Lösung in Abbildung 5 zeigt, dass das größere Cluster sich in zwei Cluster aufspaltet. Die Studierenden eines dieser Cluster hatten im Mittel sogar negative Erwartungen an das Lernpotential der Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt, während die Erwartungen zu den Aufgaben mit geringem Modellierungserfordernis nach wie vor positiv waren. Dieses Cluster ist mit 72 Studierenden zahlenmäßig deutlich stärker als das Cluster derjenigen Studierenden, die alle Aufgaben in etwa ähnlich positiv sahen.

Die Auswertung in Abbildung 5 wurde wiedergegeben, um zu verdeutlichen, dass innerhalb des sich aufspaltenden Clusters auch negative Einschätzungen der Aufgaben mit substanziellem Modellierungsgehalt deutlich vertreten sind.

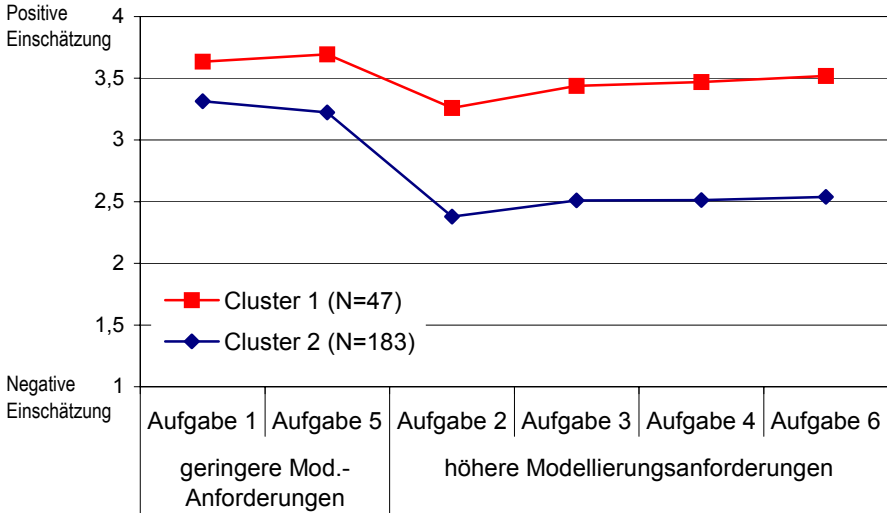


Abbildung 4: Einschätzungen des Lernpotentials der betrachteten Aufgaben entsprechend der Zwei-Cluster-Lösung

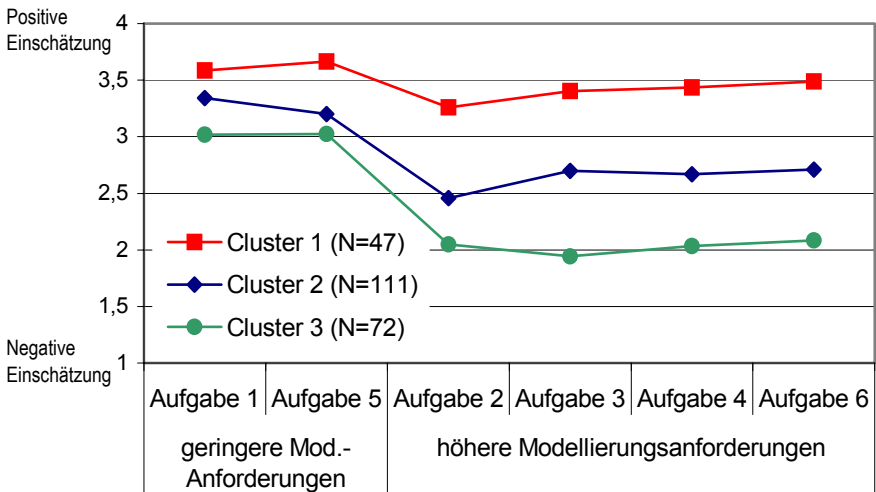


Abbildung 5: Einschätzungen des Lernpotentials der betrachteten Aufgaben entsprechend der Drei-Cluster-Lösung (zum Vergleich)

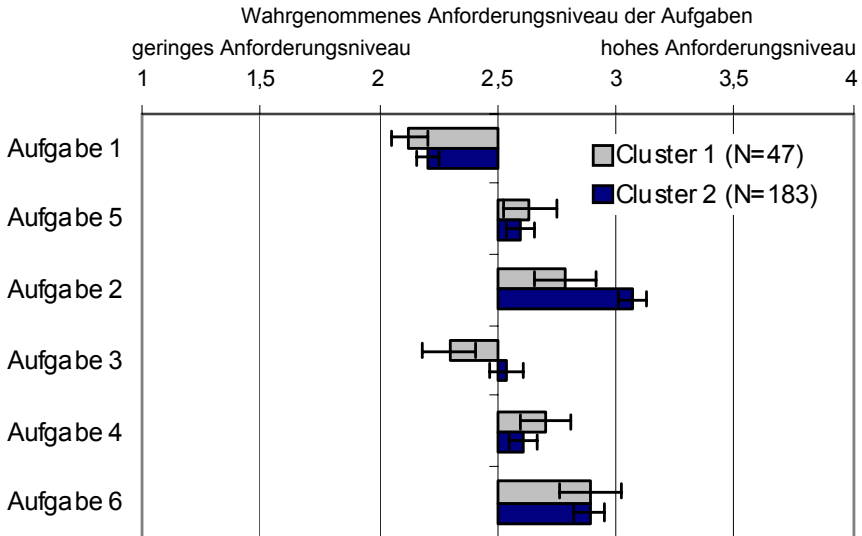


Abbildung 6: Wahrgenommenes Anforderungsniveau der Aufgaben

Im Folgenden wird aufgrund der Kenndaten der Clusteranalyse (Ward-Methode) die Zwei-Cluster-Lösung weiterverfolgt. Da nicht auszuschließen ist, dass andere aufgabenbezogene Überzeugungen wie beispielsweise deren wahrgenommenes Anforderungsniveau die Erwartungen der Lehramtsstudierenden an das Lernpotential gerade der Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt mit beeinflusst haben könnten, werden im Folgenden ergänzend die diesbezüglichen Kontroll-Indikator-Items ausgewertet.

Bei den in Abbildung 6 dargestellten Einschätzungen zum wahrgenommenen Anforderungsniveau der Aufgaben ergibt sich nur für Aufgabe 2 ein signifikanter Unterschied ($T=2,03$; $df=64,22$; $p<0,05$; $d=0,35$). Abgesehen davon lässt sich für die Aufgaben mit höherem und geringerem Modellierungsgehalt aber keine durchgängige Tendenz feststellen. Es kann also nicht beobachtet werden, dass die disparate Einschätzung der beiden Cluster bezüglich der Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt mit Wahrnehmungen eines möglicherweise zu hohen Anforderungsniveaus einhergehen würde.

Wie in Abschnitt 2 angesprochen, war mit einem zusätzlichen Kontroll-Item auch erhoben worden, ob die jeweiligen Aufgaben eventuell als Behinderung für das Ziel der Förderung exakten Arbeitens im Fach Mathematik gesehen wurden, da dies ein möglicher Grund für die Ablehnung von Aufgaben mit höherem Modellierungspotential sein könnte. In Abbildung 7 sind deutliche Unterschiede zwischen den Clustern erkennbar. Während einhellig keine Behinderung des Ziels exakten

Arbeitens durch die Aufgaben 1 und 5 gesehen wurde, ist diese Sichtweise bei Cluster 2 für die Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt weitaus schwächer ausgeprägt. Bei den Unterschieden handelt es sich um (hoch) signifikante und meist starke Effekte. Bei Studierenden des größeren zweiten Clusters könnte also möglicherweise eine Verunsicherung verbreitet sein, inwiefern Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt dem Ziel exakten Arbeitens zuwiderlaufen.

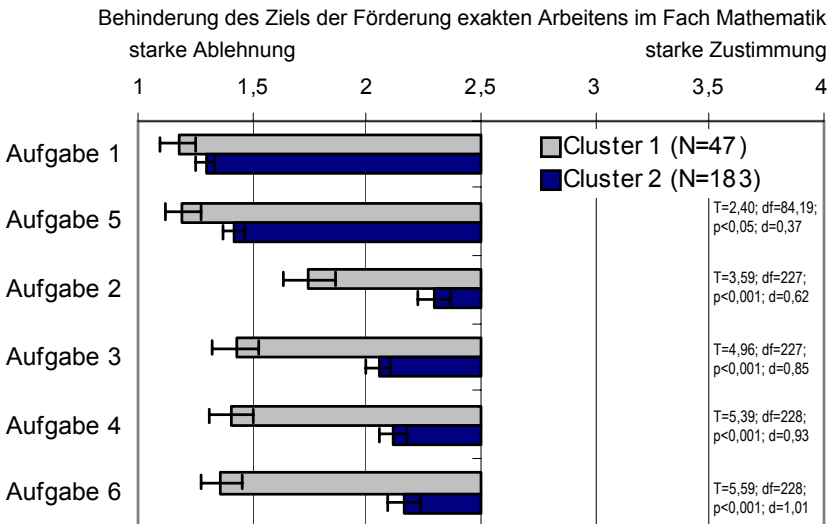


Abbildung 7: Behinderung des Ziels der Förderung exakten Arbeitens im Fach Mathematik durch die jeweilige Aufgabe

3.2 Befunde zu möglichen Unterschieden in globalen Überzeugungen entsprechend der aufgabenbezogenen Einschätzungen

Um die zweite Forschungsfrage zu untersuchen, wurden die beiden, nur auf Basis ihrer aufgabenbezogenen Einschätzungen gewonnenen Cluster bezüglich der in Tabelle 2 aufgeführten übergreifenden Beliefs und Orientierungen verglichen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 8 zusammengestellt. Sie betreffen drei Bereiche übergreifender Beliefs.

Im ersten Bereich, der das rezeptive und konstruktivistische Verständnis vom Lehren und Lernen umfasst, zeigt sich für das Cluster mit der stärkeren Befürwortung der Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt ein signifikant höheres konstruktivistisches Verständnis vom Lehren und Lernen. Es handelt sich um einen kleinen Effekt.

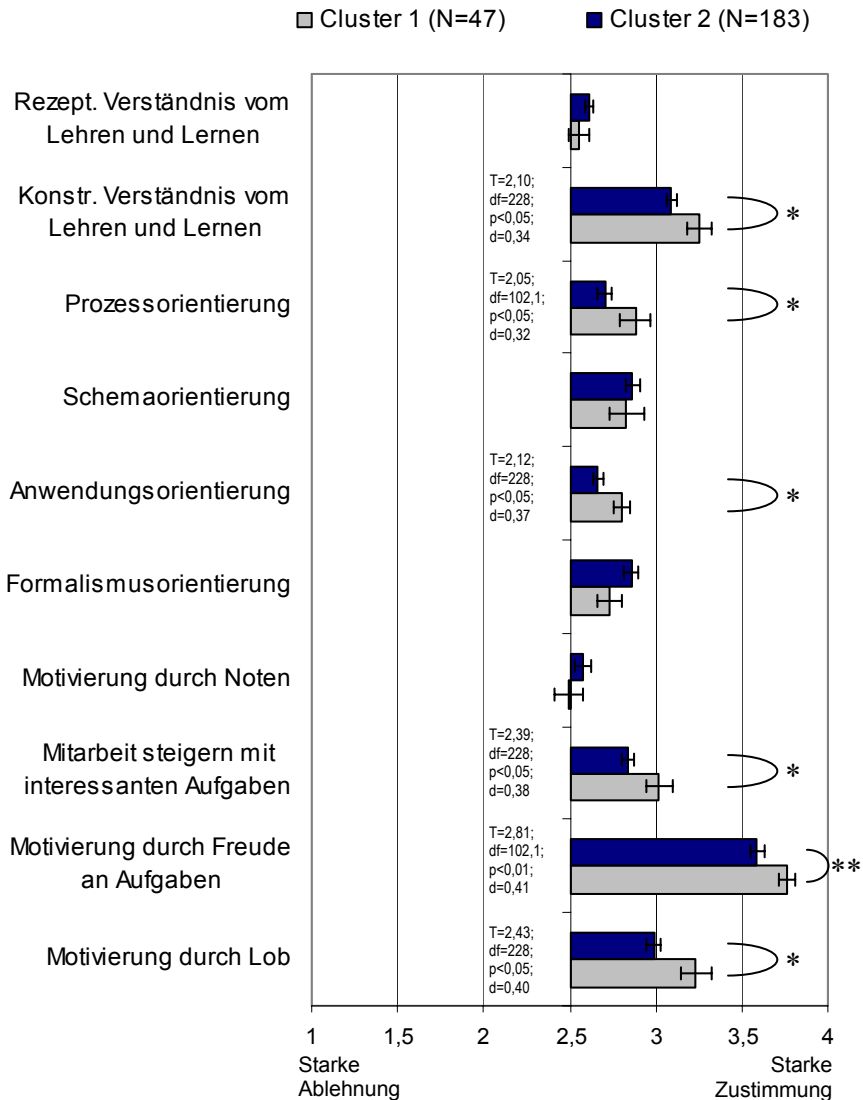


Abbildung 8: Übergreifende fach- und unterrichtsbezogene Beliefs nach Zugehörigkeit der Studierenden zu Clustern

Im zweiten betrachteten Bereich, der Grundorientierungen epistemologischer Beliefs betrifft, sind signifikante Unterschiede in der erwarteten Richtung bei Prozessorientierung und Anwendungsorientierung zu beobachten. Dies bedeutet, dass

Studierende des Clusters mit vergleichsweise positiver Einschätzung der Aufgaben mit hohem Modellierungsgehalt stärker von der Anwendbarkeit und Problembezogenheit bzw. dem Prozesscharakter von Mathematik überzeugt waren. Schema- und Formalismusorientierung weisen nicht signifikante umgekehrte Tendenzen auf.

Der dritte betrachtete Bereich übergreifender Beliefs bezieht sich in erster Linie auf Überzeugungen zum Motivieren von Schülerinnen und Schülern. Auch in diesem Bereich können signifikante Unterschiede beobachtet werden. Die Überzeugung, dass interessante Aufgaben, Freude an Aufgaben und Lob zu verstärkter Anstrengung und Mitarbeit der Lernenden führen, war bei dem vom Lernpotential der modellierungsbezogenen Aufgaben im Mittel stärker überzeugten Cluster signifikant stärker ausgeprägt.

Bei allen signifikanten Befunden handelte es sich um eher kleine Effekte, die teils nach einer Bonferoni-Korrektur (vgl. Bortz 1999) nicht mehr signifikant wären. Berücksichtigt man, dass die Clusteranalyse bereits einer Art Extremgruppenbildung nahe kommt, wird deutlich, dass die gefundenen Anzeichen für Zusammenhänge vorsichtig bewertet werden sollten.

Für die Drei-Cluster-Lösung (vgl. Abb. 5) ergeben sich übrigens vergleichbare und mit den in Abbildung 8 gezeigten Ergebnissen konsistente Befunde.

4 Diskussion und Anschlussfragen

Die vorgestellten Befunde zeigen, dass Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt im Vergleich zu Aufgaben mit stärker vorgegebenen Modellierungen von den Lehramtsstudierenden konsistent ein weniger hohes Lernpotential zugemessen wurde. Dies scheint eher nicht mit Wahrnehmungen eines erhöhten Anforderungsniveaus der Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt assoziiert zu sein. Vielmehr könnte ein Zusammenhang mit Befürchtungen der Lehramtsstudierenden bestehen, exaktes Arbeiten im Mathematikunterricht könnte durch modellierungsbezogene Aufgaben behindert werden.

Die Befunde deuten darauf hin, dass die Aufgaben mit geringeren Modellierungsanforderungen konsistent bevorzugt wurden. Dies könnte dahingehend interpretiert werden, dass Lehramtsstudierende nicht über ausreichendes professionelles Wissen verfügen, um positive Überzeugungen zum Lernpotential von Aufgaben mit substanziellem Modellierungsgehalt aufzubauen. Aufgaben mit höherem Modellierungsgehalt haben möglicherweise keinen ausreichenden Stellenwert in den aufgabenbezogenen Vorstellungen der untersuchten Studierenden.

Die Anzeichen für Zusammenhänge mit übergreifenden Beliefs in Abbildung 8 könnten als Hinweis darauf interpretiert werden, dass die untersuchten aufgabenbezogenen Überzeugungen und allgemeineren unterrichts- und fachbezogenen Be-

liefs in einer gewissen Verbindung stehen. Andererseits kann kaum von starken Zusammenhängen gesprochen werden. Dies bedeutet zumindest, dass sich die erhobenen aufgabenbezogenen Überzeugungen nicht als ein bloßer Unterbereich der betrachteten übergreifenderen Beliefs erwiesen und damit für sich gesehen von Interesse sind.

Darüber hinaus gehend ergeben sich prinzipiell Deutungsmöglichkeiten in zwei Richtungen: Einerseits könnten die Befunde nahe legen, dass der Aussagegehalt der betrachteten situations- und inhaltsbereichsübergreifenden Beliefs für die konkret von Lehrkräften bevorzugte Aufgabenkultur begrenzt ist. Diese Interpretation könnte mit einer Anschlussuntersuchung überprüft werden, die zusätzlich Merkmale der tatsächlichen aufgabenbezogenen Unterrichtspraxis einbezieht. Andererseits könnten die eher schwachen Zusammenhänge darauf hinweisen, dass komplexere Zusammenhänge vorliegen und weitere Variablen eine Rolle spielen. Denkbar ist beispielsweise aufgrund der anzunehmenden Verknüpfungen mit aufgabenbezogenen Überzeugungen, dass Fachwissen und/oder fachdidaktisches Wissen zum Inhaltsbereich der Aufgaben deren Einschätzung mit beeinflusst. Es könnte also aufschlussreich sein, Variablen aus diesem Bereich in eine Folgestudie einzubeziehen.

Aufgrund der im Vergleich zu globalen Überzeugungen größeren Nähe aufgabenbezogener Einschätzungen zum Mathematikunterricht sind Auswirkungen auf die (evtl. spätere) Unterrichtspraxis zu vermuten. Deshalb sind aufgabenbezogene Überzeugungen als Forschungsgegenstand von großem weiterführenden Interesse. Von den Befunden werden eine Reihe von weiteren Anschlussfragen aufgeworfen, wie etwa

- nach weiteren möglicherweise bedeutsamen aufgabenbezogenen Überzeugungen, die zu Einschätzungen wie den hier beobachteten führen könnten (vgl. dazu die in Abschnitt 1 angesprochenen),
- nach der Entwicklung aufgabenbezogener Vorstellungen während der Berufseintrittsphase,
- nach Auswirkungen aufgabenbezogener Überzeugungen auf Unterrichtspraxis von Lehrkräften und Kompetenzaufbau der Lernenden,
- nach Möglichkeiten, aufgabenbezogene Überzeugungen in Fortbildungsprojekten weiterzuentwickeln oder
- nach der Kulturabhängigkeit aufgabenbezogener Überzeugungen.

Erste Erkenntnisse zu einigen dieser Anschlussfragen sind von der in Kuntze und Reiss (2008) beschriebenen Studie zu erwarten, in der unter anderem mit zu dieser Studie parallelierten Instrumenten praktizierende Mathematiklehrkräfte befragt werden.

Literatur

- Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). [Vortrag zum COACTIV-Projekt im Rahmen des 7. BIQUA-Rundgesprächs. Augsburg, 07.05.2004].
- Baumert, J., Lehmann, R. et al. (1997). TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske+Budrich.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Biza, I., Nardi, E. & Zachariades, T. (2007). Using Tasks to Explore Teacher Knowledge in Situation-Specific Contexts. *Journal of Math. Teacher Education*, 10, 301–309.
- Blomhøj, M. & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its applications*, 22(3), 123–139.
- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. *Mathematische Semesterberichte*, 32(2), 195–232.
- Blum, W. (2007). Mathematisches Modellieren – zu schwer für Schüler und Lehrer? In Beiträge zum Mathematikunterricht 2007 (S. 3–12). Hildesheim: Franzbecker.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., Niss, M. (Hrsg.) (2007). Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI study. New York: Springer.
- Blum, W. & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe. *mathematik lehren*, 128, 18–21.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38 (2), 86–93.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Hans Huber.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Chick, H., Baker, M., Pham, T. and Cheng, H. (2006). Aspects of Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Decimals. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká & N. Stehliková (Hrsg.), *Proceedings of the 30th Conference of the Int. Group for the Psych. of Mathematics Educ. (PME)*, Vol. 2 (S. 297–304). Prague: Charles University.
- Deci, F. & Ryan, R. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39, 223–238.
- Galbraith, P. (1995). Modellung, Teaching, Reflecting – What I have learned. In C. Sloyer, W. Blum, & I. Huntley (Hrsg.), *Advances and Perspectives in the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (S. 21–45). Yorklyn: Water Street Mathematics.
- Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematikdidaktik*, 19(1), 3–45.
- v. Hofe, R. (2008). Zur Entwicklung mathematischer Grundbildung in der Sekundarstufe I – Ergebnisse aus der Längsschnittstudie PALMA. [Vortrag am 05.06.2008 an der Ludwig-Maximilians-Universität München].
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J. Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M. & Kunter, M. (2006). Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenklassifikation im COACTIV-Projekt. Materialien aus der Bildungsforschung, Nr. 81. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

- Kaiser-Meßmer, G. (1986). *Anwendungen im Mathematikunterricht*. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Kaiser, G. (2006). The mathematical beliefs of teachers about applications and modelling – results of an empirical study. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká & N. Stehlíková (Hrsg.). *Proceedings of the 30th Conference of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, Vol. 3 (S. 393–400). Prague: Charles University.
- Klieme, E. & Ramseier, E. (2001). The impact of school context, student background, and instructional practice. Paper presented at the Conference of the European Association for Research in Learning and Instruction, Fribourg, Switzerland.
- Knoll, S. (2003). *Verwendung von Aufgaben in Einführungsphasen des Mathematikunterrichts*. Marburg: Tectum.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss*. München: Wolters Kluwer.
- Kuntze, S. (2006). Video technology in the assessment of an in-service teacher learning program – Differences in mathematics teachers' judgements on instructional quality. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38(5), 413–421.
- Kuntze, S. (2008). Zusammenhänge zwischen allgemeinen und situiert erhobenen unterrichtsbezogenen Kognitionen und Überzeugungen von Mathematiklehrerinnen und -lehrern. *Unterrichtswissenschaft*, 36(2), 167–192.
- Kuntze, S. & Reiss, K. (2005). Situation-specific and generalized components of professional knowledge of mathematics teachers – Research on a video-based in-service teacher learning program. In H. L. Chick & J. L. Vincent (Hrsg.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, Vol. 3 (S. 225–232). Melbourne: University.
- Kuntze, S. & Reiss, K. (2008). Content-related and global convictions of mathematics teachers as context factors for modeling competency development. In Figueras, O. Cortina, J.L., Alatorre, S., Rojana, T. & Sepúlveda, A. (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME32 and PME-NA XXX*, Vol. 1 (S. 351). México: Cinvestav-UMSNH.
- Leinhardt, G. & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78, 75–95.
- Lenné, H. (1975). *Analyse der Mathematikdidaktik in Deutschland*. Stuttgart.
- Lerman, S. (1990). Alternative perspectives of the nature of mathematics and their influence on the teaching of mathematics. *British Educational Research Journal*, 16 (1), 53–61.
- Lipowsky, F., Thußbas, C., Klieme, E., Reusser, K. & Pauli, C. (2003). Professionelles Lehrerwissen, selbstbezogene Kognitionen und wahrgenommene Schulumwelt – Ergebnisse einer kulturvergleichenden Studie deutscher und Schweizer Mathematiklehrkräfte. *Unterrichtswissenschaft*, 31 (3), 206–237.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 115–118.
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen*. Hildesheim: Franzbecker.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf> [Zugriff am 20.01.2008]
- Pajares, F.M. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332.

- Pollack, H. O. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. In: UNESCO (Hrsg.), *New Trends in Mathematics Teaching IV* (S. 232–248). Paris: UNESCO.
- da Ponte, J. P. (2001). Investigating mathematics and learning to teach mathematics. In F.-L. Lin & T. J. Cooney (Hrsg.), *Making Sense of Mathematics Teacher Education* (S. 33–52). Dordrecht: Kluwer.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 601–646). Weinheim: Beltz.
- Reiss, K. (2005). Die Bedeutung von Interesse und Motivation für das Mathematiklernen. [Vortrag an der Universität Kassel am 17.01.2005].
- Reiss, K., Kuntze, S., Pekrun, R. & Ufer, S. (im Druck). Die Kompetenz „Modellieren“ in Verbindung mit unterschiedlichen Leitideen – von Zielen der Bildungsstandards zu Fragen der Konzeption von Kompetenzmodellen. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008*.
- Schwarz, B., Kaiser, G. & Buchholtz, N. (2008). Vertiefende qualitative Analysen zur professionellen Kompetenz angehender Mathematiklehrkräfte am Beispiel von Modellierung und Realitätsbezüge. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer* (S. 391–424). Münster: Waxmann.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4–14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educ. Review* 57(1), 1–22.
- Staub, F. & Stern, E. (2002). The Nature of Teacher's Pedagogical Content Beliefs Matters for Students' Achievement Gains. *Journal of Educ. Psych.*, 94 (2), 344–355.
- Stipek, D., Givvin, K., Salmon, J. & MacGyvers, V. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education*, 17, 213–226.
- Törner, G. (2002). Mathematical Beliefs – A Search for a Common Ground. In: G. Leder, E. Pehkonen & G. Törner (Hrsg.). *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* (S. 73–94) Dordrecht: Kluwer.
- Weinert, F. (1996). Lerntheorien und Instruktionsmodelle. In F. Weinert (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Pädagogische Psychologie. Band 2: Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 1–48). Göttingen: Hogrefe.
- Wholhuter, K. A. (1997). The geometry classroom: The influence of teachers' beliefs. *Proceedings of PME-NA 19*, vol. 2, 459–463.

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Sebastian Kuntze
 Institut für Mathematik und Informatik
 Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
 Reuteallee 46
 71634 Ludwigsburg
 kuntze@ph-ludwigsburg.de

Luzia Zöttl
 Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik
 Mathematisches Institut
 Ludwig-Maximilians-Universität München
 Theresienstr. 39
 80333 München

Eingang Manuskript: 17.04.2008 (überarbeitetes Manuskript: 17.09.2008)