Bedeutungsdimensionen nützlichkeitsorientierter Beliefs

Ein theoretisches Konzept zu Vorstellungen über die Nützlichkeit von Mathematik und eine erste empirische Annäherung bei Lehramtsstudierenden

von

Katja Maaß, Freiburg

Kurzfassung: Studierende des Lehramtes äußern häufig den Wunsch, später in ihrem Unterricht Alltagsbezüge herstellen zu wollen. Doch inwieweit unterstützen ihre Beliefs über die Nützlichkeit von Mathematik diesen Wunsch, inwieweit stellen sie ein Hindernis dar? Der Aufsatz stellt ein theoretisches Konzept zur Analyse von nützlichkeitsorientierten Beliefs vor. Anschließend werden in einer ersten Erhebung basierend auf diesen theoretischen Überlegungen Äußerungen von Studierenden analysiert und kategorisiert. Es deutet sich an, dass die rekonstruierten Beliefs bezüglich der Umsetzung der Ziele, die mit der Integration von Realitätsbezügen in den Mathematikunterricht verbunden werden, Zweifel aufkommen lassen.

Abstract: Student teachers often express the wish to integrate applications in their future mathematics lessons. But do their beliefs about the usefulness of mathematics support this wish or can they be regarded as an obstacle? The paper presents a theoretical concept to analyse the beliefs about the usefulness of mathematics. Following this, remarks of the student teachers will be analysed and categorised. The reconstructed beliefs indicate that it may not be easy to reach the goals linked with the integration of applications in mathematical lessons.

1 Einleitung

Realitätsbezüge und Modellierungen sollen einen Teil des Mathematikunterrichts darstellen, darüber besteht in der didaktischen Diskussion Konsens. Die Realität im Schulalltag sieht jedoch anders aus. Trotz der intensiven Diskussion um Realitätsbezüge sowie der Entwicklung zahlreicher Modellierungsbeispiele spielen Modellierungen in der alltäglichen Unterrichtspraxis überwiegend eine geringe Rolle, was auch in der Literatur seit Jahren kritisiert wird (vgl. u. a. Schupp 1989, S. 44; Blum 1995, S. 9). Lediglich eingekleidete Aufgaben finden im Schulalltag häufiger Berücksichtigung (Blum 1996, S. 29). Die Bedeutung, die diesem Problem in der neuesten didaktischen Diskussion zugewiesen wird, wird dadurch unterstrichen, dass es als eines der „Issues“ im Discussion Document zur ICMI Study 14 (Blum u. a. 2002, S. 275) genannt wird:

> „…why is it that the actual role of applications and mathematical modelling in everyday teaching practice is still rather marginal, for all levels of education?“

In jüngerer Zeit werden verstärkt die mathematischen Vorstellungen aller Beteiligten als Hinderungsgrund für die Implementierung von Realitätsbezügen im Schulalltag diskutiert. Dabei werden insbesondere die Vorstellungen der Lehrkräfte über Mathematik und den Mathematikunterricht in der internationalen didaktischen Diskussion als ein wesentlicher Einflussfaktor für bzw. gegen eine erfolgreiche Implementierung von Innovationen und somit auch die Integration von Realitätsbezügen im Schulalltag gesehen (vgl. u. a. Kaiser 2006, S. 393 ff., Bishop/Seah/Chin 2003, S. 718; Chapman 2002, S. 177). Gellert (1998, S. 100 f.) begründet die Notwendigkeit, Beliefs von Lehrenden zu erheben, wie folgt:

> „Aus diesen Vorstellungen und Einstellungen generieren sich Bilder von Mathematik, die, wenn sie im Kontext der Intention der Vermittlung von Mathematik bewusst werden, sich zu inhaltlichen und methodischen Konzeptionen von Mathematikunterricht herauskristallisieren können.“

Die Bedeutung, die den Beliefs zugemessen wird, zeigt auf, wie wichtig es ist, ihnen in der Lehramtsausbildung einen entsprechenden Stellenwert einzuräumen. Die Studien von Kaasila/Hannula/Laine/Pehkonen (2006) und Rolka/Rösken/Liljedai (2006) deuten darauf hin, dass es durchaus möglich ist, die Beliefs der Studierenden während ihrer Ausbildung an der Hochschule zu verändern.

Im Hinblick auf die Förderung der Integration von Realitätsbezügen scheint den Beliefs über die Nützlichkeit von Mathematik eine wichtige Rolle zuzukommen. Doch welche Vorstellungen haben Studierende von der Nützlichkeit von Mathematik? Inwieweit kann es ihnen mit diesen Vorstellungen gelingen, ein adäquates Bild von der Nützlichkeit von Mathematik im Mathematikunterricht zu vermitteln?

In diesem Aufsatz soll zunächst ein theoretisches Konzept vorgestellt werden, das es ermöglicht, die nützlichkeitsorientierten Beliefs detaillierter zu beschreiben. Dazu wird der Frage nachgegangen, welche Vorstellungen über die Nützlichkeit von Mathematik grundsätzlich denkbar sind. Anschließend wird eine erste Untersuchung vorgestellt, in der überprüft wurde, inwiefern derartige Vorstellungen bei Studierenden des Lehramts vorhanden sind.

Aus dieser Zielsetzung ergibt sich folgender *Aufbau des Aufsatzes*:

- Der Blick wendet sich als erstes Realitätsbezügen und Modellierungen zu (Abschnitt 2). Dabei werden zunächst Überlegungen zur Nützlichkeit von Mathematik angestellt, anschließend werden die Zielsetzungen betrachtet, die mit der Integration von Modellierungen in den Mathematikunterricht verfolgt werden.

- In Abschnitt 3 werden Beliefs betrachtet: Zunächst wird auf unterschiedliche Definitionen des Konstruktes „Beliefs“ eingegangen und gängige Klassifikationen betrachtet. Anschließend wird ein Überblick zu vorliegenden Ergebnissen bezüglich der Beliefs von Studierenden gegeben. Basierend auf diesen Überlegungen wird eine theoretische Klassifizierung nützlichkeitsorientierter Beliefs entwickelt.
- In Abschnitt 4 wird eine erste Erhebung vorgestellt. Die Beschreibung eines „Ist-Zustandes“ der nützlichkeitsorientierten Beliefs der untersuchten Studierenden zu Beginn des Studiums soll darlegen, inwieweit ein Veränderungsbedarf besteht und gegebenenfalls mögliche Ansatzpunkte für eine Veränderung der Beliefs im Verlauf des Studiums liefern. Aus diesem Grund wurde die Befragung im ersten Semester durchgeführt.
- In Abschnitt 5 werden aus den Untersuchungsergebnissen Konsequenzen für die Lehre und weitere Forschungsfragen abgeleitet.

2 Realitätsbezüge und Modellierungen

2.1 Nützlichkeit von Mathematik

Mathematik spielt eine zunehmend bedeutende Rolle für die Entwicklung unserer Gesellschaft (Niss 1994, S. 368):

1. Mathematik trägt als Grundlagenwissenschaft zur Entwicklung anderer Wissenschaften (z. B. Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Soziologie, Psychologie) bei.
2. Mathematik ist die Grundlage für viele angewandte Bereiche, die ihrerseits in der Regel auf verschiedenen Wissenschaften basieren. Beispiele dafür sind die Beschreibung und Vorhersage von Phänomenen in der Natur, der Gebrauch von natürlichen Ressourcen sowie die Entwicklung und Regulierung industrieller und technischer Systeme.
3. Mathematik bildet die Grundlage für viele Vorgänge und Errungenschaften des Alltags. Beispiele hierfür sind Geld- und Geschäftsangelegenheiten, graphische Darstellungen, Verschlüsselungen, der Umgang mit Maßeinheiten und geographischen Koordinaten auf Landkarten und die Benutzung von GPS sowie von vielen technischen Geräten.

Diese Bedeutung von Mathematik für unsere Gesellschaft ist unter anderem darauf zurück zu führen, dass Mathematik eine sehr vielfältige Disziplin ist: Mathematik ist u. a. eine reine Wissenschaft, eine angewandte Wissenschaft, ein System von Instrumenten, Produkten und Prozessen, die Entscheidungen und Handlungen in anderen Bereichen unterstützen können, und ein ästhetisches Betätigungsfeld für die, die sich intensiv mit Mathematik beschäftigen (Niss 1994, S. 367; Fischer

2005, S. 45 ff.). Insbesondere die Effektivität und die allgemeine Verwendbarkeit der angewandten Mathematik sowie des Systems von Instrumenten tragen zu der engen Verzahnung von Mathematik und Gesellschaft bei. Das soll allerdings nicht bedeuten, dass die reine Mathematik keine Bedeutung für die Gesellschaft hat, ist sie doch häufig Voraussetzung für die angewandte Mathematik und außerdem Kulturgut (Niss 1994, S. 368).

Diese Bedeutung von Mathematik als Grundlagenwissenschaft wird jedoch von vielen Menschen subjektiv nicht wahrgenommen. In vielen Geräten, wie Taschenrechnern, Scannerkassen, elektronischen Waagen und Computern in den Banken und Geschäften, verdecken moderne Technologien die früher noch im Alltag sichtbare Mathematik und lassen selbst einfache mathematische Methoden obsolet erscheinen (Keitel 1993, S. 22). Mathematik wird also immer wichtiger und dabei gleichzeitig immer „unsichtbarer“. Niss (1994, S. 371) spricht in diesem Zusammenhang vom „Relevanzparadoxon“.

Die vorangegangenen Erläuterungen verdeutlichen, dass es im Hinblick auf den Mathematikunterricht sinnvoll ist, zwischen einem Nutzen von Mathematik für den Einzelnen und einem Nutzen von Mathematik für die Gesellschaft und ihre Entwicklung zu unterscheiden (vgl. auch Heymann 1996, S. 134 ff.; Jablonka 2001), wobei aber keine scharfe Trennung zwischen beiden impliziert werden soll.

2.2 Ziele der Integration von Realitätsbezügen

Mit der Integration von Realitätsbezügen und Modellierungen in den Mathematikunterricht werden unterschiedliche Ziele verfolgt. De Lange (1989a, S. 197 bzw. 1989b, S. 100) sieht als Ziele von Anwendungsorientierung primär die Vermittlung von beziehungshaltiger Mathematik und die Förderung des Verständnisses mathematischer Begriffe und Methoden.

Demgegenüber zeigen Galbraith (1995, S. 22), Blum/Niss (1991, S. 42) bzw. Blum (1996, S. 21 f.), Kaiser (1995, S. 69) und Heymann (1997, S. 188 ff.) ein breites Spektrum von Argumenten für Realitätsbezüge im Mathematikunterricht, in denen sich verschiedene Aspekte der oben dargelegten Nützlichkeit von Mathematik widerspiegeln. Hier werden basierend auf diesen Ansätzen folgende Ziele für die Integration von Realitätsbezügen in den Mathematikunterricht gesehen (vgl. Maaß 2004, S. 26):

1. *Methodologische Ziele*: Modellierungen und Realitätsbezüge sollen Schülerinnen und Schülern Kompetenzen zum Anwenden von Mathematik in einfachen und komplexen unbekannten Situationen vermitteln. Sie sollen dabei auch lernen, mit anderen Menschen über Modellierungen zu kommunizieren.
2. *Kulturbezogene Ziele*: Modellierungen und Realitätsbezüge sollen Schülerinnen und Schülern ein ausgewogenes Bild von Mathematik als Wissenschaft und ihrer Bedeutung für unsere Kultur und Gesellschaft vermitteln. Sie sollen eine

Weltsicht vom Modellierungsstandpunkt entwickeln, Bezüge zwischen Mathematik und Realität erkennen, Kenntnisse über den Gebrauch und Missbrauch von Mathematik erwerben und die Grenzen der Mathematisierbarkeit erfahren.

3. *Pragmatische Ziele*: Realitätsbezüge im Mathematikunterricht sollen Schülerinnen und Schülern helfen, Situationen aus ihrer direkten Umwelt zu verstehen und zu bewältigen. Dazu muss mathematisches Wissen, das in konkreten Situationen anwendbar ist, ebenso vermittelt werden wie dazu nötiges außermathematisches Wissen. Im Unterschied zu den methodologischen Zielen liegt der Schwerpunkt hier nicht auf allgemeinen Modellierungskompetenzen, sondern auf der Bewältigung von aus dem Unterricht bekannten Umweltsituationen.
4. *Lernpsychologische Ziele*: Realitätsnahe Modellierungsbeispiele sollen den Schülerinnen und Schülern helfen, eine aufgeschlossene Einstellung gegenüber dem Mathematikunterricht zu entwickeln, ihre Motivation zur Beschäftigung mit Mathematik zu steigern und das Behalten und Verstehen von mathematischen Inhalten unterstützen.
5. *Pädagogische Ziele*: Realitätsnahe Modellierungen im Mathematikunterricht sollen heuristische Strategien, Problemlöse- und Argumentationsfähigkeiten sowie kreatives Verhalten ausbilden und fördern.

Diese Ziele verdeutlichen ebenso wie die umfassende Bedeutung von Mathematik für die Gesellschaft, dass es im Rahmen der Integration von Realitätsbezügen in den Mathematikunterricht nicht nur darum gehen kann, die unmittelbare Nützlichkeit von Mathematik im Alltag aufzuzeigen und damit der Lebensvorbereitung zu dienen, sondern im Sinne der Weltorientierung (Heymann 1996, S. 134) auch einen Blick über die unmittelbare Lebensvorbereitung hinaus zu wagen und weitere Bedeutungsfelder aufzuzeigen (vgl. auch Maaß 2007).

3 Beliefs

3.1 Begriffsdefinitionen

Es gibt kein einheitliches Begriffsverständnis über Beliefs (Pehkonen/Törner 1996, S. 101; Op't Enyde/de Corte/Verschaffel 2002, S. 13). Darüber hinaus wird eine Vielzahl unterschiedlicher Begrifflichkeiten verwendet. Jedoch hat sich trotz der unterschiedlichen Definitionen in der internationalen Diskussion der Begriff „Beliefs“ herauskristallisiert.

Grundsätzlich unterscheiden sich die zahlreichen Positionen im deutschsprachigen Raum darin, welchen Stellenwert sie jeweils kognitiven, affektiven, handlungsrelevanten und weiteren Aspekten von Beliefs zuordnen. Häufig werden Beliefs als Einstellungsstrukturen verstanden und ihnen somit kognitive, affektive und konative Komponenten zugeordnet (vgl. Grigutsch/Raatz/Törner 1998, S. 10). Im Gegensatz dazu finden bei Tietze (2002, S. 5) affektive Komponenten kaum Berücksichtigung. Berger (2000, S. 101) und Gellert (1998, S. 61 ff.) betonen in ihren Definitionen des Untersuchungsgegenstandes eine soziokulturelle Komponente, d. h. sie beziehen die Lebenswelt des Individuums und kulturelle Aspekte in ihre Überlegungen ein. In jüngster Zeit wird in den für den deutschsprachigen Raum als zentral anzusehenden Arbeiten der Gruppe um Törner (2002, S. 108) von der Existenz kognitiver und affektiver Komponenten ausgegangen. Die Frage, inwiefern Beliefs handlungsrelevant sind, wird in der Literatur nicht abschließend diskutiert. Törner (2002, S. 108) stellt nach Analyse der neueren Literatur fest, dass die Frage der Handlungsrelevanz in der Regel aus der Definition ausgeklammert und als interessante Forschungsfrage betrachtet wird.

In Anlehnung an die Arbeiten der Gruppe um Törner wird im Folgenden ebenfalls der Begriff „Beliefs“ verwendet. Darüber hinaus soll hier im Anschluss an Pehkonen/Törner (1996, S. 6) und Furinghetti/Pehkonen (2002, S. 54) die folgende Definition gelten:

Beliefs setzen sich aus relativ überdauerndem subjektivem Wissen von bestimmten Objekten oder Angelegenheiten sowie damit verbundenen Emotionen und Haltungen zusammen. Alle Beliefs über Mathematik, den Mathematikunterricht und das Lernen von Mathematik bilden zusammen das mathematische Weltbild. Beliefs können bewusst oder unbewusst sein.

3.2 Aspekte von Weltbildern

Eine häufig genutzte Kategorisierung von mathematischen Beliefs stellen die von Grigutsch (1996, S. 97 ff.) bzw. Grigutsch/Raatz/Törner (1998, S. 11) beschriebenen Aspekte mathematischer Weltbilder dar. Sie unterscheiden zwischen dem Schemaaspekt[1] (Mathematik ist eine Sammlung von Rechenverfahren, die genau angeben, wie man Aufgaben löst), dem Prozessaspekt (in Mathematik werden Probleme durch Nachdenken gelöst), dem Formalismusaspekt (wesentliche Merkmale der Mathematik sind Strenge, Exaktheit, Eindeutigkeit und Logik) und dem Anwendungsaspekt (Kenntnisse in Mathematik sind für das Leben der Menschen und die Gesellschaft wichtig).

Ähnliche Kategorisierungen finden sich in der internationalen Diskussion bei Ernest (1991) und Dionne (1984), wo zwischen einer „traditional perspective“, einer „formalist perspective“ und der „constructivist perspective“ unterschieden wird, die im Wesentlichen dem Schemaaspekt, dem Formalismusaspekt und dem Pro-

---

[1] Grigutsch (1995, S. 198) unterscheidet dabei zwischen Schemaorientierung und rigider Schemaorientierung. Auf diese detaillierte Unterscheidung wird hier verzichtet, da beide in der Praxis nur schwer zu trennen sind.

zessaspekt entsprechen. Der Anwendungsaspekt findet hier jedoch keine Berücksichtigung.

Grigutsch/Raatz/Törner (1998, S. 22) betonen, dass sich das mathematische Weltbild nicht auf diese vier Aspekte reduzieren lässt, sondern es sich um eine komplexe, hoch differenzierte Struktur handelt. Die genannten Aspekte dienen also der Strukturierung eines sehr komplexen Phänomens.

In Ergänzung zu der Einteilung von Grigutsch/Raatz/Törner konnten bei Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern weitere Aspekte rekonstruiert werden, die sich nicht auf das Fach Mathematik, sondern eher auf die institutionellen und unterrichtlichen Rahmenbedingungen beziehen (Eichler 2002, S. 26 ff; Maaß 2004, S. 156 ff.). Im Hinblick auf den Fokus der Studie wird jedoch hierauf nicht näher eingegangen.

3.3 Beliefs von Studierenden des Lehramtes

Die bislang vorhandenen Untersuchungen im deutschsprachigen Raum beziehen sich im Wesentlichen auf den Schemaaspekt (vgl. 3.2), allgemein-pädagogische Aspekte sowie die Einstellung der Studierenden zum Fach Mathematik. Bezogen auf den so genannten Schemaaspekt wurden folgende Sichtweisen rekonstruiert:

- Mathematik wird als strenges Regelwerk angesehen, dessen Inhalte nur vermittelt werden können (Winter 2003[2], S. 99, Gellert 1998, S. 149, Törner/Grigutsch 1994, S. 241).
- Eine zentrale Rolle in den Vorstellungen vieler Studierender für das Lehramt (Primarstufe und Sekundarstufe I) scheint das Erklären einzunehmen. Es wird als wichtig erachtet, dass die Lehrkraft gut erklären kann (Winter 2003, S. 100, Gellert 1998, S. 149).

Daneben scheinen für die Studierenden eine Vielzahl allgemeinpädagogischer Aspekte relevant zu sein, wie die folgenden Ergebnisse zeigen:

- Guter Mathematikunterricht muss Spaß machen, spielerisches Lernen ermöglichen, alle Schülerinnen und Schüler individuell fördern und anschaulich sein (Gellert 1999, S. 122 f.; Bauer 1994[3], S. 9).
- Viele Studierende (die Mathematik nicht als Fach gewählt haben) gehen davon aus, dass Kinder Angst vor Mathematik haben, und vermitteln möglicherweise ein Bild von Mathematik, das schon von Angst geprägt ist (Gellert 1998, S. 145 ff.).

---

2 Winter (2003) bezieht sich auf Studierende für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen und Realschulen und nimmt im Wesentlichen eine quantitative Analyse vor.

3 Bauer (1994) befragte 302 Studierende für das Lehramt an Grundschulen.

- Für viele Studierende, die Mathematik nicht als Fach haben, scheinen pädagogisch-didaktische Aspekte Vorrang vor fachmathematischen Aspekten zu haben (Winter 2003, S. 93). Es deutet sich an, dass sie es weniger als ihre Aufgabe ansehen, den Kindern Mathematik beizubringen, als vielmehr deren Alltagsverstand zu schulen (Gellert 1999, S. 122 ff.).

Schließlich beziehen sich weitere Ergebnisse auf die Einstellung der Studierenden zum Fach Mathematik.

- Studierende, die Mathematik nicht als Fach gewählt haben, zeigen eine negative Einstellung gegenüber dem Fach (Winter 2003, S. 90, Gellert 1998, S. 132).
- Studierende für das Lehramtsstudium an Gymnasien haben keine belastbare, positive Beziehung zur Mathematik (Pieper-Seier 2002, S. 396 f.).
- Studierende für das Lehramtsstudium an Gymnasien haben kein aktives wissenschaftliches Interesse an Mathematik (Pieper-Seier 2002, S. 397).

Hinsichtlich der Nützlichkeitsorientierung scheint bislang im Wesentlichen das Ergebnis vorzuliegen, dass guter Mathematikunterricht aus der Sicht der Studierenden realitätsbezogen sein muss (Bauer 1994, S. 93).

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Studierenden weitgehend eine traditionelle Vorstellung von Mathematik und vom Mathematikunterricht haben, in der das Erklären eine zentrale Rolle einnimmt. Gleichzeitig scheinen – möglicherweise durch die Erinnerung an den eigenen Mathematikunterricht – die Vermeidung von Angst, die Vermittlung von Spaß und die methodische Abwechslung in den Vorstellungen über den zukünftigen Unterricht eine wichtige Rolle einzunehmen. Ergebnisse über die nützlichkeitsorientierten Beliefs der Studierenden gibt es bislang jedoch kaum, so dass weitere Überlegungen sowie Studien hierzu dringend angebracht erscheinen.

Basierend auf den oben dargelegten theoretischen Aspekten (vgl. Abschnitt 2 und 3) wird nun ein theoretisches Konstrukt vorgestellt, dass helfen soll, die Vorstellungen über die Nützlichkeit von Mathematik genauer zu analysieren.

3.4 Ein theoretisches Konzept: Bedeutungsdimensionen

Die oben formulierten Ziele der Integration von Realitätsbezügen (vgl. 2.2) in den Mathematikunterricht sowie die Erläuterungen zur Nützlichkeit von Mathematik legen die Differenzierung des von Grigutsch (1996) beschriebenen Anwendungsaspektes in unterschiedliche Bedeutungsdimensionen nahe. Folgende Bedeutungen, die sich nicht gegenseitig ausschließen, können unterschieden werden:

- *Pragmatische Bedeutung*: Der/die Lernende sieht, dass Mathematik *beim Verstehen und Bewältigen von Umweltsituationen sowie im Beruf* nützlich ist. Innerhalb dieser Dimension können graduelle Abstufungen bezüglich der als relevant angesehenen Sachkontexte und der dazu nötigen Mathematik vorliegen. Exemplarisch werden drei Stufen formuliert:

- Als relevant werden die Mathematik und solche Situationen angesehen, in denen der/die Lernende in seinem/ihrem *jetzigen und absehbar späteren Leben unmittelbar Mathematik benötigt*.
- Als relevant werden die Mathematik und solche Situationen angesehen, in denen Mathematik der/dem Lernenden jetzt oder später hilft, *ihre/seine direkte Umwelt zu verstehen und kritisch zu hinterfragen*.
- Als relevant werden die Mathematik und solche Situationen angesehen, in denen Mathematik der/dem Lernenden jetzt oder später hilft, *wesentliche Teile der Welt zu verstehen und kritisch zu hinterfragen*.

- *Methodologische Bedeutung*: Der/die Lernende erkennt, dass er/sie im Mathematikunterricht *allgemeine Qualifikationen erwerben kann*, wie Modellierungskompetenzen, Problemlösekompetenzen oder Kompetenzen, kritisch über Dinge zu reflektieren, mit anderen Menschen gestützt durch Mathematik zu kommunizieren und neuartige Situationen zu bewältigen.
- *Kulturbezogene Bedeutung*: Der/die Lernende vertritt die Auffassung, dass Verbindungen zwischen Realität und Mathematik sowohl für die Wissenschaft Mathematik als auch für die *Entwicklung unserer Gesellschaft* von hoher Bedeutung sind und hat exemplarischen Einblick in die Nützlichkeit von Mathematik für die Gesellschaft. Er/sie entwickelt eine Weltsicht vom Modellierungsstandpunkt. Dazu gehören auch die kritische Beurteilung von Modellen und das Erfahren von prinzipiellen Grenzen der Mathematisierbarkeit.

Diese Kategorisierung von Beliefs stellt eine theoretische Grundlage für eine detaillierte Analyse nützlichkeitsorientierter Beliefs dar. Dabei wird an dieser Stelle kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

4 Erste empirische Annäherung

4.1 Methodologie

Das Ziel der hier beschriebenen Erhebung ist es, erste Hypothesen darüber zu bilden, ob, in welcher Ausprägung und mit welcher Häufigkeit die theoretisch beschriebenen Bedeutungsdimensionen bei Studierenden des Lehramtes rekonstruiert werden können. Die Erhebung enthält damit qualitative und quantitative Elemente.

Folgende Fragen waren erkenntnisleitend:

1. Welche bewussten Beliefs haben Studierende zu Beginn ihrer Studienzeit über die Nützlichkeit von Mathematik?

a) Was verstehen Studierende darunter, Mathematik zu nutzen? Beziehen sie sich dabei nur auf das direkte Anwenden von Mathematik im Alltag oder gehen ihre Beliefs darüber hinaus?

b) Sehen Studierende die Bedeutung von Mathematik für die Entwicklung der Gesellschaft?

c) Sehen Studierende, dass Mathematik dazu dienen kann, allgemeine Qualifikationen wie das Problemlösen zu erwerben?

2. Welche Beliefs haben Studierende bezüglich der Rolle von Realitätsbezügen in ihrem zukünftigen Unterricht?

Im Rahmen einer Vorlesung an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg wurden offene Fragebögen an alle Studierenden verteilt, die die Vorlesung besuchten. In Anlehnung an den Leitfaden eines Interviews sollten die Fragen Raum für offene Antworten der Studierenden lassen und gleichzeitig möglichst viele der erwünschten Informationen über die nützlichkeitsorientierten Beliefs der Studierenden erfassen. Dabei wurde in dem Fragebogen bewusst weitgehend darauf verzichtet, explizite Fragen zu den in Kapitel 4 dargelegten Bedeutungsdimensionen des Anwendungsaspektes zu stellen. Vielmehr wurde analysiert, inwieweit die Kategorien von den Studierenden selbstständig genannt wurden. Dieser Entscheidung lagen folgende Überlegungen zugrunde:

- Konfrontiert man einen Studierenden beispielsweise mit einem Anwendungsgebiet, so ist anzunehmen, dass eine Vielzahl der Befragten den Nutzen von Mathematik in diesem Bereich bestätigt, ohne ihn selbst verinnerlicht zu haben.
- Ziel dieser Erhebung war es vor allem herauszufinden, welche Bedeutungsdimensionen der Nützlichkeit von Mathematik den Studierenden wirklich bewusst sind und daher auch von ihnen in entsprechenden Befragungen selbstständig genannt werden. Dieser Zielsetzung liegt die Hypothese zugrunde, dass die bewussten Beliefs möglicherweise eher handlungsrelevant sind (vgl. Abschnitt 3.1)

Basierend auf diesen Überlegungen wurde ein Fragebogen mit den folgenden Fragen entwickelt:

1. Beschreiben Sie mit einigen Sätzen, was für Sie Mathematik ist. Was sind für Sie wesentliche Charakteristika von Mathematik?
2. Mögen Sie Mathematik? Wenn ja, warum? Wenn nein, warum nicht und was schreckt Sie ab?
3. Benötigen Sie außerhalb der Hochschule Mathematik? Wenn ja, wie?
4. In welcher Weise kann Ihnen Mathematik in ihrem Leben nutzen?

5. Welche Bedeutung hat Mathematik Ihrer Meinung nach für die Entwicklung unserer Gesellschaft?
6. Nennen Sie möglichst konkret einige Beispiele aus verschiedenen Bereichen, in denen Mathematik zur Lösung von Problemen angewendet wird.
7. Wie sieht für Sie guter Mathematikunterricht aus?
8. Wie möchten Sie später in der Schule den Mathematikunterricht gestalten? Welche Aspekte sind für Sie besonders wichtig?

Die ersten beiden Fragen beziehen sich zwar allgemein auf Mathematik, zielten jedoch auch darauf, Informationen über die nützlichkeitsorientierten Beliefs zu erhalten. Die Fragen 3 bis 6 betreffen die Nützlichkeit von Mathematik, sind aber möglichst offen gehalten. Schließlich sprechen die beiden letzten Fragen den zukünftigen Mathematikunterricht an. Ziel war hier herauszufinden, ob der mögliche Wunsch, später im Mathematikunterricht Realitätsbezüge herzustellen, im Einklang mit den Beliefs über Mathematik steht.

Im Hinblick auf das angestrebte Ziel, erste Hypothesen über die nützlichkeitsorientierten Beliefs zu Beginn der Hochschulzeit zu formulieren und Möglichkeiten zur Veränderung der Beliefs im Verlauf der Hochschulausbildung zu entwickeln, wurde die Erhebung in einer Anfängervorlesung durchgeführt. Die Untersuchung fand Mitte November statt, um die erste hektische Phase des Studienanfangs zu umgehen. Insgesamt wurden alle Teilnehmer der Vorlesung, also 89 Studierende für das Lehramt an Realschulen, Grund- und Hauptschulen sowie Sonderschulen befragt. Dabei gab es sowohl Studierende, die Mathematik als Fach gewählt hatten, als auch solche, die Mathematik nicht als Fach gewählt hatten. Von den befragten Studierenden waren 81 weiblich und 8 männlich.

Die Auswertung lehnt sich an die qualitative Inhaltsanalyse von Mayring (2003, S. 468) an, da es Ziel dieser ersten Erhebung war, einen Querschnitt durch das Material zu legen und es hinsichtlich der oben genannten Bedeutungsdimensionen einzuschätzen. Grundlage der qualitativen Inhaltsanalyse ist, dass durch genaue Formulierungen von Definitionen, typischen Textpassagen (so genannten „Ankerbeispielen“) und Codierregeln ein Codierleitfaden entsteht (Mayring 2003, S. 473). Die qualitative Inhaltsanalyse ist auch für quantitative Elemente, wie Häufigkeitsanalysen, offen.

Darüber hinaus sind typisierende Verfahren für diese Studie bedeutsam. Verfahren des Fallvergleichs, der Fallkontrastierung und der Typenbildung spielen eine bedeutende Rolle in der qualitativen Forschung, weil die komplexe Realität dadurch reduziert und damit greifbar gemacht wird (Kelle/Kluge 1999, S. 9). Eine besondere Möglichkeit der Typenbildung ist die auf Max Weber zurückgehende Konstruktion von Idealtypen. Der Idealtypus ist allerdings keine Darstellung der Wirklichkeit, sondern er enthält eine Hypothese des möglichen Geschehens (Gerhardt 1991,

S. 437). Idealtypen dienen dazu, die Untersuchungsbereiche so zu beschreiben, wie sie sich im Idealfall darstellen würden (Kelle/Kluge 1999, S. 96).

In dieser Erhebung wurden die im Theorieteil genannten detaillierten Definitionen der Bedeutungsdimensionen für die Inhaltsanalyse genutzt. Mit Hilfe eines „Probedurchlaufs" (Bortz/Döring 2002, S. 332) wurden im Material zu den theoretischen Kategorien detaillierte Codes identifiziert und Ankerbeispiele ausgewählt. Die Kodierung des Datenmaterials führte zu einer Zuordnung der Studierenden zu einzelnen bzw. mehreren Bedeutungsdimensionen. Fallvergleichende und fallkontrastierende Betrachtungen führten schließlich zu einer Typisierung, für die eine einfache Häufigkeitsanalyse durchgeführt wurde. Da die Stichprobe jedoch nicht repräsentativ ist, dürfen quantitative Angaben nicht überbewertet werden.

Im Zusammenhang mit der Entscheidung, nicht explizit gezielte Fragen zu den unterschiedlichen Bedeutungsdimensionen der Nützlichkeit von Mathematik zu stellen, ergibt sich die Frage, wie die Tatsache, dass bestimmte Aspekte von den Studierenden nicht genannt werden, in die Datenanalyse einbezogen werden kann. Grundsätzlich ist denkbar, dass die Studierenden zwar über entsprechende Beliefs verfügen, diese aber nicht äußern. Nennt also ein Studierender, angesprochen auf Situationen, in denen man Mathematik benötigt, nur das Einkaufen, so bedeutet das zunächst einmal nicht, dass er den Beitrag der Mathematik zum Weltverständnis nicht sieht. Möglicherweise nennt er diesen Aspekt nur nicht. Sind derartige Antworten aber im Querschnitt über die gesamte Studie zu rekonstruieren, so erscheint die Hypothese gerechtfertigt, dass Beliefs bezüglich des Weltverständnisses tatsächlich wenig ausgeprägt, nur unbewusst vorhanden sind oder nicht zielgerichtet geäußert werden können. Darauf wird im Rahmen der Ergebnisse noch eingegangen.

4.2 Ergebnisse der Erhebung

4.2.1 Beliefs zu Realitätsbezügen im Mathematikunterricht

Die Analyse der Daten zeigt zunächst, dass etwa die Hälfte der Studierenden explizit das Herstellen von Alltagsbezügen als Kriterium für guten Mathematikunterricht nennt. Dies wird exemplarisch an dem folgenden Zitat deutlich.

> *Stefanie*: Im Mathematikunterricht müssen Bezüge zum Alltag herausgestellt werden, damit die Schüler auch wissen, wofür sie es lernen.

Stefanie verbindet Alltagsbezüge explizit mit der Sinnfrage des Unterrichts und zielt damit möglicherweise darauf, dass die Schülerinnen und Schüler die Nützlichkeit von Mathematik bewusst wahrnehmen.

Die meisten anderen Studierenden erwähnten lediglich, dass sie Alltagsbezüge herstellen wollen. Detaillierte Beliefs, in welcher Weise Realitätsbezüge in den Unterricht integriert werden sollen, konnten nicht rekonstruiert werden, was angesichts des Ausbildungsstands der Befragten und der offenen Fragestellung nicht weiter verwunderlich ist. Etwa die Hälfte der Studierenden nennt bei der Frage nach Charakteristika bzw. wesentlichen Aspekten für einen guten Mathematikunterricht Alltagsbezüge, die andere Hälfte nicht. Dabei bleibt offen, ob die betreffenden Studierenden Alltagsbezüge im Mathematikunterricht ablehnen, oder ob diese lediglich keinen herausragenden Stellenwert besitzen und deshalb nicht erwähnt wurden.

Vor dem Hintergrund, dass mindestens die Hälfte der Befragten anstrebt, im späteren Unterricht Realitätsbezüge herzustellen, sollen nun die Beliefs der Studierenden über die Nützlichkeit von Mathematik betrachtet werden. Können sich diese Beliefs unterstützend auf die Integration von Realitätsbezügen sowie die damit verbundenen Ziele auswirken oder sind sie eher als problematisch anzusehen?

Die Analyse der Daten zeigt ein breites Spektrum an Beliefs über die Nützlichkeit bei den Studierenden. Dabei konnten allerdings hauptsächlich recht allgemeine Beliefs über die kulturbezogene Bedeutung von Mathematik und Beliefs über die unmittelbare pragmatische Bedeutung von Mathematik rekonstruiert werden, andere Bedeutungsdimensionen weniger.

4.2.2 Beliefs über die pragmatische Bedeutung von Mathematik

Zu dieser Bedeutungsdimension gehören Beliefs über die unmittelbare Nützlichkeit von Mathematik, Beliefs zum Verständnis und zum kritischen Hinterfragen der direkten Umwelt und zum Weltverständnis. Während Beliefs aus der ersten Kategorie sehr häufig rekonstruiert werden konnten, waren Beliefs aus den beiden anderen Kategorien selten zu finden.

Zunächst werden die Beliefs betrachtet, die sich auf die *unmittelbare Nützlichkeit von Mathematik im Alltag* beziehen. Dazu gehören u. a.:

- Mathematik ist im Alltag unmittelbar nützlich.
- Mathematik kann im Berufsleben wichtig sein.
- Nur die Basismathematik ist nützlich.
- Mathematik wird teilweise im Alltag unbewusst benutzt.

Die Sichtweise, dass Mathematik im Alltag unmittelbar nützlich ist, deutet sich meistens durch die Auswahl der Beispiele an, die die Studierenden nennen, wie exemplarisch an dem folgenden Zitat deutlich wird.

> *Vanessa*: [Beispiele für die Anwendung von Mathematik sind] Einkaufen, ausrechnen, wie viel etwas kostet, mit Geld umgehen können.

Vanessa gibt nur Beispiele an, die sich auf den Umgang mit Geld beschränken und sich auf die Basismathematik beziehen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass sie den Nutzen von Mathematik auf einen engen Bereich einschränkt, eventuell nennt sie aber nur keine weiteren Beispiele.

Insgesamt zeigte sich keine große Bandbreite an Beispielen für die im Alltag unmittelbare Nützlichkeit. Nur wenige nannten Beispiele wie Fahrpläne, die Kalkulation von Kosten (Benzin, Steuern), die Verwendung von Maßeinheiten sowie das Vermessen des Zimmers. Konkrete Fragestellungen wurden dabei nicht formuliert. Am häufigsten wurde das Beispiel „Einkaufen" bzw. „Umgang mit Geld" genannt. Alle Beispiele beschränken sich auf den Nutzen der elementaren Mathematik, was als Hinweis darauf gedeutet werden könnte, dass die Studierenden im Wesentlichen einen Nutzen für die Elementarmathematik sehen. Manche Studierenden formulieren auch explizit, dass sie lediglich einfache Mathematik für nützlich halten.

> *Simone*: Es war zwar nicht mein schlechtestes Fach, doch je komplexer die Aufgaben wurden, umso mehr fehlte mir der Bezug zum Alltag! Für mich sind nur noch die Grundrechenarten und der Dreisatz/Prozentrechnen auf Alltag anwendbar.

Vielfach wird auch eingeräumt, dass Mathematik im Alltag anscheinend unbewusst genutzt wird, wie in Patricks Antwort auf die Frage „Benötigen Sie außerhalb der Hochschule Mathematik? Wenn ja, in welcher Weise?" deutlich wird:

> *Patrick*: Nein, zumindest nicht bewusst. Vielleicht bei Geldangelegenheiten!

Die bislang genannten Beliefs beziehen sich im Wesentlichen auf die *unmittelbare Nützlichkeit von Mathematik im Alltag*. Sie konnten recht häufig rekonstruiert werden, beschränkten sich jedoch in der Regel auf einfache Anwendungen der Basismathematik.

Beliefs, die auf das *Verständnis der direkten Umwelt und den kritischen Umgang mit ihr sowie die Erzielung von mehr Einsicht und ein besseres Weltverständnis* hindeuten, konnten fast gar nicht rekonstruiert werden. Nur in einigen wenigen Äußerungen deuten sich Hinweise in diese Richtung an.

Im Folgenden werden zunächst zwei Äußerungen betrachtet, in denen kleine, vage Ansätze in diese Richtung zu erkennen sind, anschließend werden zwei Äußerungen analysiert, die eher gegen die Anerkennung einer derartigen Bedeutung zu sprechen scheinen.

> *Andrea*: Eigentlich finde ich es wichtig, dass jeder bestimmte mathematische Grundkenntnisse besitzt. Wer nicht rechnen kann, wird wahrscheinlich oft betrogen.

Andrea ist wohl noch weit von der Sichtweise entfernt, dass Mathematik zum kritischen Umgang mit der Umwelt befähigt. Dennoch könnte diese Aussage auch darauf hindeuten, dass sie eine Gefahr darin sieht, mathematische Ergebnisse, und sei es nur im Zusammenhang mit Rechnen im Alltag, unreflektiert hinzunehmen. Bei Claudia deutet die Auswahl der Beispiele für die Nützlichkeit von Mathematik auf entsprechende Beliefs hin.

> *Claudia*: Alltag: Geld auf Konto: z. B. wie viel kann ich mir leisten auszugeben, Fahrkosten, Essenskosten, Heizkosten, Ausgeh-Kosten, Wissenschaft: z. B. in Physik (Formelrechnen), aber auch z. B. in Medizin, wie viel Blut brauche ich für einen Pa-

tienten bei OP o. Ä., Umwelt: Was ist besser bei Sparlampen: länger brennen lassen oder ausmachen? Wie viel Liter verbraucht ein Auto bei welcher Geschwindigkeit?

Claudia spricht nicht ausdrücklich an, dass Kenntnisse in Mathematik dazu beitragen können, die direkte Umwelt oder Teile der Welt besser zu verstehen oder kritisch zu hinterfragen. Die Vielzahl der Beispiele und vor allem die Formulierung der Fragen könnten jedoch in diese Richtung deuten. Gleichzeitig weisen die Beispiele darauf hin, dass sie eine kulturelle Bedeutung von Mathematik sieht.

Im deutlichen Gegensatz zu Claudias und aber auch Andreas Vorstellungen stehen die von Corinna und Bianca.

Corinna: Mathe wird meiner Meinung nach viel zu hoch bewertet! Die große Allgemeinheit profitiert zwar indirekt von Mathe durch Wissenschaft, kaum einer kann aber wirklich etwas damit anfangen (wenn sie/er nicht gerade im Mathebereich tätig ist).

Corinna scheint die Bedeutung von Mathematik für die Wissenschaft zu sehen. Allerdings deutet sich auch die Auffassung an, dass der Einzelne keinen Nutzen davon hat, wobei offen bleibt, ob sie das auf die Verständlichkeit von Mathematik oder die Unkenntnis bzgl. der Wissenschaften zurückführt. Sie scheint der Auffassung zu sein, dass nur Experten über das nötige mathematische Wissen verfügen müssen. Auch Biancas Antwort auf die Frage „Benötigen Sie außerhalb der Hochschule Mathematik? Wenn ja, wie?“ zeigt keinen persönlichen Nutzen von Mathematik auf.

Bianca: Weniger (höchstens Versuch, anderen zu helfen).

Diese Äußerung deutet auf einen ausschließlichen Bezug von Mathematik zum Unterricht und nicht zum Alltag hin. Bianca nennt daneben an anderer Stelle nur noch das Wort „Einkaufen“, was darauf hinweist, dass sie kaum eine pragmatische Bedeutung von Mathematik für sich sieht.

Insgesamt scheinen die Beliefs bezüglich der pragmatischen Bedeutung von Mathematik insbesondere bezogen auf die unmittelbare Nützlichkeit im Alltag ausgebildet zu sein. Beliefs bezüglich eines besseren Verständnisses der direkten Umwelt oder von Teilen der Welt, also solche Beliefs, die sich auf wichtige Aspekte des Nutzens von Mathematik im Sinne der Erziehung zum mündigen Bürger beziehen, konnten kaum rekonstruiert werden. Explizit wurde die Bedeutung von Mathematik für ein besseres Weltverständnisses von keinem angesprochen. Vielmehr scheinen viele Studierende Beliefs zu haben, die besagen, dass Mathematik für das Individuum nicht wichtig ist.

4.2.3 Beliefs über die methodologische Bedeutung von Mathematik

Beliefs dieser Kategorie konnten in dieser Stichprobe nur sehr vereinzelt rekonstruiert werden. Darüber hinaus scheinen die rekonstruierten Beliefs nur Andeutungen in diese Richtung darzustellen.

Manche Studierenden schienen der Auffassung zu sein, dass durch Mathematik das problemlösende Denken gefördert wird, wie am Beispiel von Birgit deutlich wird.

> *Birgit*: Mathematik ist ein Fach, in dem man den Umgang mit Zahlen und abstrakten Größen lernt. Problemlösendes Denken sowie das räumliche Denken werden gefördert.

Birgit spricht das räumliche Vorstellungsvermögen und das problemlösende Denken an, ohne jedoch Beispiele zu nennen. Dabei bleibt offen, ob sie auch das Lösen von realitätsbezogenen Problemen in ihre Vorstellungen über problemlösendes Denken integriert. Andere Qualifikationen wie z. B. die Fähigkeit, durch Mathematik gestützt zu kommunizieren oder neuartige Situationen zu bewältigen, erwähnt sie, wie auch fast alle anderen Studierenden, nicht. Dies könnte darauf hindeuten, dass ihre Beliefs über die methodologische Bedeutung von Mathematik nicht sehr ausgeprägt sind. Nur bei einer Studentin, bei Marion, deuten sich Beliefs an, die sich auf die Verwendung von Mathematik als Kommunikationsmittel beziehen.

> *Marion*: Mathematik hat eine wichtige Bedeutung für unsere Gesellschaft, weil wir vieles durch mathematische Formen, Formeln ausdrücken und Mathematik für die Forschung und Wissenschaft immer wichtiger wird.

Marion verweist ausdrücklich darauf, dass vieles in unserer Gesellschaft durch mathematische Formeln ausgedrückt wird, gibt jedoch keine Beispiele, so dass offen bleibt, wie konkret ihre diesbezüglichen Vorstellungen sind.

Abschließend lässt sich feststellen, dass bei allen untersuchten Studierenden kaum Beliefs über die methodologische Bedeutung von Mathematik rekonstruiert werden konnten.

4.2.4 Beliefs über die kulturbezogene Bedeutung von Mathematik

Insgesamt konnten viele Beliefs rekonstruiert werden, die dieser Kategorie zugeordnet werden können. Grundsätzlich scheinen viele Studierende eine Bedeutung von Mathematik für die Allgemeinheit zu sehen. Allerdings zeigen sich Unterschiede in ihrer Ausprägung. Bei keinem Studierenden konnten Sichtweisen rekonstruiert werden, die auf eine substantielle Ausprägung dieser Beliefs – wie etwa in Abschnitt 3.4 beschrieben – schließen lassen. Die folgenden drei Beispiele sollen vorhandene Unterschiede bezüglich der Ausprägung veranschaulichen.

> *Barbara*: Wahrscheinlich [hat Mathematik für unsere Gesellschaft] eine sehr große [Bedeutung]. Man kann eigentlich alles in Beziehung zur Mathematik bringen.

> *Melanie*: [Mathematik ist] sehr wichtig, da technischer Fortschritt von dem mathematischen Wissen der Menschen mit abhängt. Auch andere wissenschaftliche Gebiete sind stark davon abhängig (Chemie, Biologie, Umweltschutz). Mathe ist wichtig für alle Bereiche in der Gesellschaft (Kasse, Betriebe, Zahlenverständnis …)

> *Stefanie*: [Mathematik ist eine] umfassende Wissenschaft von der Beschreibbarkeit der Umwelt durch Zahlen und Formeln, die vom Kindesalter bis in die geistige Reife

> immer neue Perspektiven zur Betrachtung bestimmter Sachverhalte liefert. Universalität, Wandelbarkeit, Anwendbarkeit.

Barbara scheint zu vermuten, dass Mathematik eine große Bedeutung für die Gesellschaft hat. Konkreter wird sie jedoch in ihren Äußerungen nicht. Die Verwendung des Begriffes „wahrscheinlich“ könnte darauf hindeuten, dass ihre Beliefs hinsichtlich der kulturbezogenen Bedeutung von Mathematik nicht sehr ausgeprägt sind. Im Gegensatz zu Barbara wird Melanie konkreter, indem sie verschiedene Bereiche der Technik, der Wissenschaft und des Alltags nennt. Ihre Beliefs von der kulturellen Bedeutung von Mathematik sind eventuell ausgeprägter als die von Barbara.

Stefanie gibt dagegen bereits bei der Frage nach einer Definition von Mathematik eine Antwort, die sich auf Anwendungen von Mathematik bezieht. Sie nennt die Beschreibung der Umwelt durch Mathematik und deutet an, dass man durch Mathematik immer neue Perspektiven der Betrachtung erhalten kann. Hier deuten sich möglicherweise Tendenzen zu einer Weltsicht vom Modellierungsstandpunkt an. Da sie jedoch keine konkreten Beispiele hierzu gibt, bleibt offen, ob sie diese Vorstellung auch mit Inhalt füllen kann.

Bei einigen anderen Studierenden – wie bei Claudia (siehe oben) – deuten sich Beliefs über die kulturelle Bedeutung von Mathematik durch die Nennung zahlreicher Beispiele an.

Im deutlichen Gegensatz zu Barbara, Melanie, Stefanie und Claudia, die grundsätzlich – wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen – eine Nützlichkeit von Mathematik für die Gesellschaft anzuerkennen scheinen, stehen Sebastian und Werner. Sie antworten auf die Frage „Welche Bedeutung hat Mathematik Ihrer Meinung nach für die Entwicklung unserer Gesellschaft?“ wie folgt:

> *Sebastian*: Keine große.
>
> *Werner*: Für die gesamte Gesellschaft keine große, da nur die elementarsten mathematischen Dinge von Nutzen sind. Zum Beispiel, um den Zahlungsverkehr mit Geld zu gewährleisten, und dazu braucht man nun keine exponentiellen Gleichungen.

Während Sebastian Mathematik also allgemein keine große Bedeutung zuordnet, unterscheidet Werner zwischen der Elementarmathematik und der höheren Mathematik. Seine Einschränkung auf die „elementarsten mathematischen Dinge“ kann jedoch als Hinweis gewertet werden, dass auch er kaum einen kulturbezogenen Nutzen von Mathematik sieht. Beide scheinen also die kulturelle Bedeutung von Mathematik nicht wahrzunehmen. Hier zeigen sich ganz deutlich Sichtweisen, die im Zusammenhang mit dem Relevanzparadoxon zu stehen scheinen (vgl. 2.1).

Die vorangegangenen Beispiele verdeutlichen, dass die Beliefs über die kulturelle Bedeutung von Mathematik sehr unterschiedlich sein können. Sie reichen von der Sichtweise, dass Mathematik kaum eine kulturelle Bedeutung hat, bis hin zu solchen, die tendenziell auf eine Weltsicht vom Modellierungsstandpunkt hindeuten. Am häufigsten konnten solche Beliefs rekonstruiert werden, die auf eine grundsätzliche Akzeptanz der kulturbezogenen Bedeutung von Mathematik schließen lassen, ohne diese allerdings näher zu belegen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Analyse der Daten eine recht große Spannbreite der individuellen Beliefs offen legte, die Unterschiede in den verschiedensten Aspekten und Bedeutungsdimensionen zeigen. Dabei wurde deutlich, dass nur sehr selten Beliefs hinsichtlich der methodologischen Bedeutung rekonstruiert werden konnten. In der Regel wurde höchstens die Befähigung zum problemlösenden Denken genannt. Außerdem waren nur selten Äußerungen zu finden, die auf die Befähigung zur kritischen Reflexion und auf ein besseres Weltverständnis zielten.

Besonders häufig schienen dagegen Beliefs über die unmittelbare pragmatische Bedeutung und die kulturelle Bedeutung von Mathematik vorzuliegen, wobei letztere vielfach über die Anerkennung einer großen Bedeutung von Mathematik für die Gesellschaft und das Nennen einiger weniger Beispiele nicht hinausging.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Beliefs bezüglich der kritischen Auseinandersetzung mit der Umwelt und dem besseren Weltverständnis sowie Beliefs hinsichtlich der methodologischen Bedeutung bei den Studierenden kaum vorhanden zu sein scheinen oder ihnen zumindest nicht bewusst sind. Zwar gilt grundsätzlich, wie oben bereits dargelegt, dass Aspekte, die nicht explizit genannt werden, nicht interpretiert werden dürfen, die Tatsache jedoch, dass bei fast allen Studierenden nur Beliefs zur unmittelbaren pragmatischen Bedeutung sowie zur kulturellen Bedeutung rekonstruiert werden konnten, spricht für diese Interpretation.

Im Zusammenhang damit, dass mindestens die Hälfte der Studierenden Alltagsbezüge in den Mathematikunterricht integrieren möchte, deutet sich ein interessantes Spannungsfeld an (siehe unten).

4.2.5 Idealtypische Rekonstruktion der Weltbilder über die Nützlichkeit

Die relativ großen individuellen Unterschiede in den Ausprägungen der Beliefs sowie die Heterogenität innerhalb der Gruppen legen die Rekonstruktion von Idealtypen nahe. Die Bildung von Idealtypen scheint auch im Hinblick auf die oben genannte Problematik angebracht, dass zu einigen Kategorien weder Beliefs, die für eine derartige Ausprägung sprechen, noch solche, die dagegen sprechen, rekonstruiert werden konnten. Der hypothetische Charakter von Idealtypen trägt diesen Überlegungen Rechnung, und auch die Benennung der Idealtypen bezieht sich auf diese Hypothesen.

Insgesamt lassen sich durch die Gruppierung der Studierenden folgende fünf Idealtypen unterscheiden:

I: *Vielfältiger Nutzen*: Der/die Studierende hat ein umfassendes Bild von der Nützlichkeit von Mathematik für den Einzelnen und die Gesellschaft, das die pragmatische, die methodologische und die kulturbezogene Bedeutungsdimension einbezieht.

II: *Begrenzter Nutzen im Alltag und für die Gesellschaft*: Der/die Studierende erkennt eine unmittelbare pragmatische Bedeutung von Mathematik, die sich jedoch weitgehend auf elementares Rechnen im Alltag bezieht. Darüber hinaus scheint er/sie eine Vorstellung von der kulturellen Bedeutung von Mathematik zu haben, sie geht jedoch vielfach über die Vorstellung, dass Mathematik für die Gesellschaft wichtig ist, nicht hinaus.

III: *Nutzen nur für die Gesellschaft*: Der/die Studierende erkennt eine kulturbezogene Bedeutung von Mathematik, also einen Nutzen für die Gesellschaft an. Er/sie scheint jedoch kaum eine persönliche Bedeutung von Mathematik zu sehen und äußert dies auch explizit.

IV: *Nutzen nur im Alltag*: Der/die Studierende erkennt die unmittelbare pragmatische Bedeutung von Mathematik für den Alltag. Er/sie scheint allerdings kaum eine Vorstellung von der kulturbezogenen Bedeutung von Mathematik zu haben und äußert dies auch explizit.

V: *Kein Nutzen*: Der/die Studierende scheint weder eine nennenswerten kulturelle Bedeutung von Mathematik noch eine unmittelbare pragmatische Bedeutung zu sehen. Als Beispiel für den Nutzen von Mathematik nennt er allenfalls das Einkaufen. Für ihn/sie scheint Mathematik eine weitgehend unbedeutende Wissenschaft zu sein.

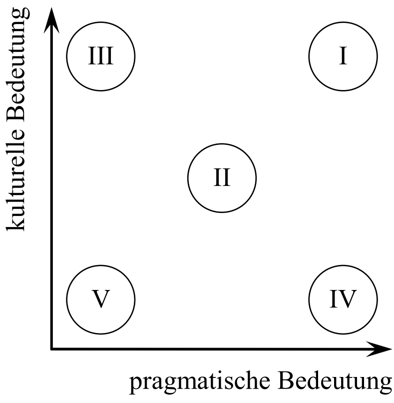

Abbildung 1: Idealtypen und ihr Zusammenhang zu den Bedeutungsdimensionen

Insgesamt wurden diese Idealtypen im Wesentlichen entlang von zwei Bedeutungsdimensionen gebildet: Der pragmatischen Bedeutungsdimension und der kulturellen (vgl. Abb. 1). Die dritte Bedeutungsdimension, die methodologische, wurde vernachlässigt, weil hierzu in dieser Stichprobe kaum Beliefs rekonstruiert werden konnten.

Die größte Anzahl von Studierenden konnte dem Idealtyp II zugeordnet werden. Die Ausprägung der unmittelbaren pragmatischen Beliefs innerhalb dieser Gruppe schien jedoch sehr unterschiedlich zu sein, was insbesondere an der Nennung der Beispiele deutlich wurde. Während sich einige auf das Einkaufen und Geldangelegenheiten beschränkten, gaben andere ein etwas größeres Spektrum an Beispielen an. Die Sichtweisen dieser Studierenden zeigen, wie ambivalent die Nützlichkeit von Mathematik vielfach wahrgenommen wird. Einerseits sind viele von der Nützlichkeit von Mathematik überzeugt, andererseits können sie nur einfachste Beispiele aus dem Alltag angeben.

Alle anderen Gruppen enthielten in etwa gleich viele Studierende. Studierende, die aufgrund ihrer Beliefs dem Idealtyp I nahe kamen, konnten nicht gefunden werden. Allerdings gab es eine Gruppe von Studierenden, deren Beliefs über die vom Idealtyp II deutlich hinausgingen und somit Anlass zur Bildung des Idealtyps I gaben, der die Zielvorstellung einer Lehramtsausbildung widerspiegelt.

Die Studierenden dieser Gruppe schienen in Ansätzen zu erkennen, dass Mathematik nützlich sein kann, um die direkte Umwelt oder Teile der Welt besser zu verstehen und kritisch zu reflektieren. Bei einigen konnten auch methodologische Aspekte des Nutzens von Mathematik rekonstruiert werden, da sie angaben, dass man durch Mathematik logisches oder problemlösendes Denken erlernen kann. Auch die Beliefs über die kulturelle Bedeutung von Mathematik schienen bei ihnen stärker ausgeprägt zu sein als bei anderen: Viele schienen eine klare Vorstellung von der Bedeutung von Mathematik zu haben und konnten dies durch die Angabe vieler Beispiele belegen.

Die Gruppeneinteilung zeigte auch, dass in allen Gruppen sowohl Studierende mit dem Studienfach Mathematik als auch solche, die nicht Mathematik studieren, zu finden waren. Allerdings wurde dabei deutlich, dass in den Gruppen V und VI, also den Gruppen, die der kulturellen Bedeutung die geringste Bedeutung zumaßen, tendenziell weniger Studierende mit Mathematik als Studienfach vorkamen. Unterschiede hinsichtlich der Sichtweisen von zukünftigen Realschullehrern, Grund- und Hauptschullehrern sowie Sonderschulpädagogen konnten nicht rekonstruiert werden.

Als ein wesentliches Ergebnis im Hinblick auf die Integration von Realitätsbezügen erscheint, dass in jeder Gruppe – also von der Gruppe, die Idealtyp I zugeordnet wurde, bis hin zu der, die Idealtyp VI zugeordnet wurde – etwa von der Hälfte der Studierenden der Wunsch geäußert wurde, im späteren Unterricht Realitätsbezüge zu integrieren. Ein möglicher Zusammenhang zwischen dem explizit geäußerten Wunsch, später Alltagsbezüge im Mathematikunterricht herzustellen, und der Ausprägung der Beliefs über die Nützlichkeit von Mathematik konnte daher nicht rekonstruiert werden. Dieses Ergebnis wird weiter unten noch diskutiert.

5 Zusammenfassung und Konsequenzen

Basierend auf theoretischen Überlegungen zur Nützlichkeit von Mathematik, zu Realitätsbezügen im Mathematikunterricht sowie zu Kategorisierungen von Beliefs wurden verschiedene Bedeutungsdimensionen nützlichkeitsorientierter Beliefs beschrieben. Dabei wurde zwischen der pragmatischen, der methodologischen und der kulturellen Bedeutungsdimension unterschieden. Diese Kategorien sollen helfen, die nützlichkeitsorientierten Beliefs von Lehrenden, Studierenden und Schülern näher zu beschreiben.

In einer ersten Erhebung wurde untersucht, inwieweit derartige Beliefs bei Studierenden rekonstruiert werden konnten. Diese Untersuchung ergänzt bestehende Studien über die Beliefs von Lehramtstudierenden (vgl. Abschnitt 3.3) durch eine Beschreibung der bewussten Beliefs über die Nützlichkeit von Mathematik, die bei den Studierenden rekonstruiert werden konnten.

Es wird deutlich, dass ein breites Spektrum an Beliefs über die Nützlichkeit von Mathematik vorliegt. Die rekonstruierten Beliefs deuten aber auch darauf hin, dass Sichtweisen über die methodologische Bedeutung von Mathematik und über das Verständnis der direkten Umwelt sowie der ganzen Welt gering ausgebildet zu sein scheinen. Beliefs über die kulturbezogene Bedeutung von Mathematik gehen vielfach möglicherweise nicht über die allgemeine Akzeptanz der Bedeutung hinaus. Eine Weltsicht vom Modellierungsstandpunkt konnte nicht rekonstruiert werden.

Insgesamt deutet sich also an, dass viele Studierende trotz individueller Unterschiede keine angemessenen Beliefs über die verschiedenen Facetten der Nützlichkeit von Mathematik haben. Es scheint also eine große Diskrepanz zwischen der tatsächlichen Relevanz von Mathematik und der von den Studierenden des Lehramtes bewusst wahrgenommenen vorzuliegen.

Die Ergebnisse dieser ersten Untersuchung zur detaillierten Beschreibung von nützlichkeitsorientierten Beliefs deuten zunächst auf *Konsequenzen für die Lehre* hin.

Aufgrund der Tatsache, dass zwischen den mathematischen Beliefs und dem Unterricht sowie seiner Planung Zusammenhänge gesehen werden (vgl. Kapitel 1), erscheint es zunächst gerechtfertigt, angemessene Beliefs über die Nützlichkeit von Mathematik als eine wesentliche Voraussetzung für die Vermittlung eines angemessenen Bildes über die Nützlichkeit von Mathematik anzusehen. Die Ergebnisse deuten daher darauf hin, dass hinsichtlich der Umsetzung der mit der Integration von Realitätsbezügen angestrebten Ziele (vgl. Abschnitt 2.2) Zweifel angebracht sind, wenn es im Rahmen der Hochschulausbildung nicht gelingt, diese Beliefs zu ergänzen. So werden z. B. Lehrende, die keine genauen Vorstellungen über die kulturelle Bedeutung haben und auch keine Beispiele nennen können, Schwierigkeiten haben, diese zu vermitteln. Es erscheint also fragwürdig, inwieweit Lehrende, die dem Idealtyp II bis VI zugeordnet werden können, ihrer Aufgabe, ein geeignetes Bild über die Bedeutung von Mathematik zu vermitteln, gerecht werden können.

Aus diesen Ergebnissen ergibt sich neuer Entwicklungsbedarf. Da die erste Phase der Lehrerausbildung als Möglichkeit angesehen wird, die Beliefs von Studierenden zu verändern (vgl. Kapitel 1), erscheint es dringend angebracht, sich über Möglichkeiten der Veränderung der nützlichkeitsorientierten Beliefs Gedanken zu machen.

Es müssen Konzeptionen für Lehrveranstaltungen entwickelt werden, die sinnvoll erscheinen, um ein geeignetes Bild von der Nützlichkeit von Mathematik zu vermitteln. Dazu gehört einerseits, in allen fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Veranstaltungen auf die Nützlichkeit der Inhalte hinzuweisen und sie exemplarisch zu verdeutlichen. Dass dies keine triviale Forderung ist, zeigt der Blick in die üblichen Lehrbücher zur Algebra, Zahlentheorie, zu Zahlbereichen usw., wo die realistischen Anwendungen meist nur eine untergeordnete oder gar keine Rolle spielen. Andererseits ist es auch wichtig, mit den Studierenden in speziellen Veranstaltungen über die verschiedenen Ebenen der Nützlichkeit von Mathematik (pragmatische, methodologische und kulturelle Bedeutung) zu reflektieren.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung werfen auch *neue Forschungsfragen* auf:

- Bezogen auf die oben geschilderte Problematik, dass zu einzelnen Bedeutungsdimensionen keine Äußerungen gemacht wurden und daher nur Hypothesen hinsichtlich dieser Beliefs aufgestellt werden können, sollte in vertiefenden Studien z. B. mit Hilfe von gezielten Fragen analysiert werden, inwieweit zu den Bedeutungsdimensionen unbewusste Beliefs vorhanden sind.
- Explorative qualitative sowie umfassende quantitative Studien können Hinweise auf mögliche Zusammenhänge zwischen den nützlichkeitsorientierten Beliefs und anderen Aspekten liefern.
- Berücksichtigt man, dass die Handlungsrelevanz von Beliefs noch nicht abschließend geklärt ist, so ist zu untersuchen, inwieweit ein geeignetes Bild von der Nützlichkeit von Mathematik tatsächlich in die Unterrichtskonzeption der Lehrenden einfließt und inwieweit andere Faktoren (wie z. B. weitere Beliefs über Mathematik und Mathematikunterricht sowie didaktische und methodische Kompetenzen) identifiziert werden können.

- Die oben beschriebenen Lehrveranstaltungskonzepte müssen nicht nur entwickelt, sondern auch hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Beliefs der Studierenden untersucht werden.

Insgesamt deutet das Konzept der Bedeutungsdimensionen nützlichkeitsorientierter Beliefs sowie die Untersuchung zur Erhebung der bewussten Studierendenbeliefs darauf hin, dass in diesem Bereich im Hinblick auf das Ziel, Realitätsbezüge in den Mathematikunterricht zu integrieren, noch ein hoher Entwicklungs- und Forschungsbedarf vorliegt, dem es in Zukunft gerecht zu werden gilt.

Literatur

Bauer, Ludwig (1994): Erinnerungen von Lehramtsstudent(inn)en an den eigenen Rechenunterricht in der Grundschule. In: mathematica didactica 17(2), S. 3–16

Berger, Peter (2000): Zur Theorie mathematischer Weltbilder. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2000, S. 101–104

Bishop, Alan/Seah, Wee Tiong/Chin, Chien (2003): Values in mathematics teaching – the hidden persuaders? In: Bishop, Alan u. a. (Hrsg.) Second international handbook of mathematics education. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht/Boston/London, S. 717–765

Blum, Werner (1996): Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven. In: Kadunz, Gerd u. a. (Hrsg.): Trends und Perspektiven. Schriftenreihe Didaktik der Mathematik. Band 23. Trends und Perspektiven. Hölder-Pichler-Tempsky: Wien, S. 15–38

Blum, Werner (1995): Applications and modelling in mathematics teaching and mathematic education – some important aspects auf practice and research. In: Sloyer, Cliff u. a. (Hrsg.): Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications. Waterstreet Mathematics: Yorklyn, S. 1–20

Blum, Werner u. a. (2002): ICMI Study 14: Application and Modelling in Mathematics Education – Discussion Document. In: Journal für Mathematik-Didaktik 23(3/4), S. 262–280

Blum, Werner/Niss, Mogens (1991): Applied mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects – state, trends and issues in mathematics instruction. In: Educational Studies in Mathematics 22(1), S. 37–68

Bortz, Jürgen/Döring, Nicola (2002): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer: Heidelberg (3. Auflage)

Chapman, Olive (2002): Belief structure and inservice high scholl mathematics teacher growth. In: Leder, Gilah C. u. a. (Hrsg): Beliefs: A hidden variable in mathematics education? Kluwer Academic Publishers: Dordrecht/ Boston/London, S. 177–193

De Lange, Jan (1989a): Trends and Barriers to Applications and Modelling in Mathematics Curricula. In: Blum, Werner u. a. (Hrsg.): Modelling, applications and applied problem solving. Ellis Horwood: Chichester, S. 196–204

De Lange, Jan (1989b): The teaching, learning and testing of mathematics for the life and social sciences. In: Blum, Werner u. a. (Hrsg.): Applications and modelling in learning and teaching mathematics. Ellis Horwood: Chicester, S. 98–104

Dionne, Jean J. (1984): The perception of mathematics among elementary school teachers. In: Moser, J. M. (Hrsg.): Proceedings of 6th Conference of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME-NA). University of Wisconsin: Madison, S. 223–228

Eichler, Andreas (2002): Vorstellungen von Lehrerinnen und Lehrern zum Stochastikunterricht. In: Der Mathematikunterricht 49(4/5), S. 26–44

Ernest, Paul (1991): The philosophy of mathematics education. The Falmer Press: Hamshire, UK

Fischer, Roland (2005): Materialisierung und Organisation. Zur kulturellen Bedeutung von Mathematik. Klagenfurter Beiträge zur Didaktik der Mathematik. Band 7. Profil-Verlag: München-Wien

Furinghetti, Fulvia/Pehkonen, Erkki (2002): Rethinking characterisations of beliefs. In: Leder, Gilah C. u. a. (Hrsg): Beliefs: A hidden variable in mathematics education? Kluwer Academic Publishers: Dordrecht/Boston/London, S. 39–57

Galbraith, Peter (1995): Modelling, Teaching, Reflecting – What I have learned. In: Sloyer, Cliff u. a. (Hrsg.): Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications. Water Street Mathematics: Yorklyn, S. 21–45

Gellert, Uwe (1998): Von Lernerfahrungen zu Unterrichtskonzeptionen. Verlag für Wissenschaft und Forschung: Berlin

Gellert, Uwe (1999): Vorstellungen angehender Grundschullehrerinnen von Schülerorientierung. Eine Analyse von Unterrichtskonzeptionen im Kontext universitärer Lehrerbildung. In: Journal für Mathematik-Didaktik 20(2/3), S. 113–137

Gerhardt, Uta (1991): Typenbildung. In: Flick, Uwe u. a. (Hrsg.): Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Beltz/PVU: München, S. 435–439

Grigutsch, Stephan (1996): Mathematische Weltbilder von Schülern. Struktur, Entwicklung, Einflussfaktoren. Dissertation. Universität/Gesamthochschule Duisburg

Grigutsch, Stephan/Raatz, Ulrich/Törner, Günter (1998): Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. In: Journal für Mathematik-Didaktik 19(1), S. 3–45

Heymann, Hans Werner (1996): Allgemeinbildung und Mathematik. Beltz: Weinheim/Basel

Jablonka, Eva (2001): Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht: Ddaktische Möglichkeiten – verpasste Chancen. In: Lengnink, Katja u. a. (Hrsg): Mathematik und Mensch: Sichtweisen der Allgemeinen Mathematik. Verlag Allgemeine Wissenschaft: Mühltal, S. 83–98

Kaasila, Raimo/Hannula, Markku/Laine, Anu/Pehkonen, Erkki (2006): Facilitators for change of elementary teacher students' view of mathematics. In: Novotná, Jarmila u. a. (Hrsg.): Proceedings of the 30th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 30). Volume 3. Prague: PME, S. 385–392

Kaiser, Gabriele (2006): The mathematical beliefs of teachers about application and modelling – results of an empirical study. In: Novotná, Jarmila u. a. (Hrsg.): Proceedings of the 30th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 30). Volume 3. Prague: PME, S. 393–400

Kaiser, Gabriele (1995): Realitätsbezüge im Mathematikunterricht – Ein Überblick über die aktuelle und historische Diskussion. In: Graumann, Günter u. a. (Hrsg): Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht. Schriftenreihe der ISTRON-Gruppe. Band 2. Franzbecker: Bad Salzdetfurth, S. 66–84

Keitel, Christine (1993): Implicit mathematical models in social practice and explicit mathematics teaching by applications. – In: De Lange u. a. (Hrsg.): Innovation in maths education by modelling and applications. Ellis Horwood: Chichester, S. 19–30

Kelle, Udo/Kluge, Susanne (1999): Vom Einzelfall zum Typus. Leske + Budrich, Opladen

Maaß, Katja (2007): Und man braucht sie doch! – Die Nützlichkeit von Mathematik erfahrbar machen. In: Praxis der Mathematik in der Schule 13, S. 1–9

Maaß, Katja (2004): Mathematisches Modellieren im Unterricht – Ergebnisse einer empirischen Studie. Franzbecker: Hildesheim/Berlin

Mayring, Phillip (2003): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Flick, Uwe u. a. (Hrsg.): Qualitative Forschung. Rowohlt: Reinbek bei Hamburg, S. 468–475

Niss, Mogens (1994): Mathematics in society. In: Biehler, Rolf u. a. (Hrsg.): Didactics of mathematics as a scientific discipline. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, S. 367–378

Op't Eynde, Peter/de Corte, Erik/Verschaffel, Lieven (2002): Framing students mathematics-related beliefs. A Quest for conceptual clarity and a comprehensive categorization. In: Leder, Gilah C. u. a. (Hrsg.): Beliefs: A hidden variable in mathematics education? Kluwer Academic Publishers: Dordrecht/Boston/ London, S. 13–37

Pehkonen, Erkki/Törner, Günter (1996): Mathematical beliefs and different aspects of their meaning. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 28(4), S. 101–108

Pieper-Seier, Irene (2002): Lehramtsstudierende und ihr Verhältnis zur Mathematik. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2002, S. 395–398

Rolka, Katrin/Rösken, Bettina/Liljedahl, Peter (2006): Challenging the mathematical beliefs of preservice elementary school teachers. In: Novotná, Jarmila u. a. (Hrsg.): Proceedings of the 30th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 30). Volume 4. Prague: PME, S. 441–448

Schupp, Hans (1989): Applied mathematics instruction in the lower secondary level – between traditional and new approaches. In: Blum, Werner u. a. (Hrsg.): Applications and modelling in learning and teaching mathematics. Ellis Horwood: Chichester, S. 37–48

Strauss, Anselm/Corbin, Juliet (1998): Basics of Qualitative Research. SAGE Publications: Newbury Park, CA

Tietze, Uwe-Peter (2002): Unterrichtsbezogene Vorstellungen von Mathematiklehrern – Zur Einführung. In: Der Mathematikunterricht 48(4/5), S. 3–6

Törner, Günter (2002): Epistemologische Grundüberzeugungen – verborgene Variablen beim Lehren und Lernen von Mathematik. In: Der Mathematikunterricht 48(4/5), S. 103–128

Törner, Günter/Grigutsch, Stephan (1994): „Mathematische Weltbilder" bei Studienanfängern – eine Erhebung. – In: Journal für Mathematik-Didaktik 15(3/4), S. 211–251

Winter, Martin (2003): Einstellungen von Lehramtsstudierenden im Fach Mathematik – Erfahrungen und Perspektiven. In: mathematica didactica 26(1), S. 86–110

Adresse der Verfasserin

Katja Maaß
Pädagogische Hochschule Freiburg
Institut für Mathematik und Informatik und ihre Didaktiken
Kunzenweg 21
79117 Freiburg
Katja.Maass@ph-freiburg.de

Eingang Manuskript: 01.08.2006 (überarbeitetes Manuskript: 12.02.2007)