

Was ich an Mathe mag – oder auch nicht!

Epistemologische Beliefs von Studienanfängern/-anfängerinnen der PH NÖ

Evelyn Süss-Stepancik¹, Ann Cathrice George²

Zusammenfassung

Auf internationaler und nationaler Ebene werden Einstellungen zur Mathematik sowie deren Einfluss auf Leistungen seit einigen Jahren befohrt. Mit dem Konzept der mathematischen Beliefs steht ein mehrschichtiges fachlich orientiertes Konstrukt zur Verfügung, von dem wir einen Baustein – nämlich den der epistemologischen Beliefs – aufgreifen. Im Rahmen einer im Herbst 2015 durchgeführten Querschnittserhebung untersuchen wir die Struktur dieser speziellen Beliefs unter den Studienanfängerinnen und Studienanfängern der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und versuchen eine Rekonstruktion selbiger.

What I do or do not like about math

Epistemological Beliefs of first-year students at the University College of Teacher Education in Lower Austria

Abstract

Recent international research explores students' attitudes (also called beliefs in this context) towards mathematics and the impact of those beliefs on mathematical achievement. From the multilayered subject specific concept of mathematical beliefs we illustrate one building block – the epistemological beliefs. Within the framework of a cross-sectional survey carried out in autumn 2015 we analyze and try to reconstruct these epistemological beliefs of first-year students at the University College of Teacher Education in Lower Austria.

Schlüsselwörter:

Epistemologische Beliefs
(Welt-)Bild der Mathematik
Studienanfänger/innen
Querschnitterhebung

Keywords:

Epistemological beliefs
Concept of mathematics
First-year students
Cross-sectional survey

1 Beliefs

Seit einigen Jahren wird vor allem auf internationaler Ebene mit großem Aufwand erforscht, was zukünftige oder bereits praktizierende Lehrerinnen und Lehrer können und wissen, welche Einstellungen sie zu ihrem Fach haben und wie sich diese unterschiedlichen Faktoren auf die Leistungen ihrer Schülerinnen und Schüler auswirken. In Österreich geht seit dem Studienjahr 2013/14 eine Arbeitsgruppe des GDM Arbeitskreises

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

Korrespondierende Autorin. E-Mail: evelyn.stepancik@ph-noe.ac.at

² Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) Salzburg, Alpenstraße 121, 5020 Salzburg.

Korrespondierende Autorin. E-Mail: a.george@bifie.at

„Mathematikunterricht und Mathematikdidaktik in Österreich“ unter der Leitung von Bernd Thaller der Frage nach, welches Können, welche Einstellungen und welche Motivation zur Mathematik Studienanfängerinnen und Studienanfänger des Lehramtsstudiums Mathematik haben (Thaller et al., 2015). Gemeinsam ist vielen dieser Studien eine auf Weinert fußende Kompetenzdefinition, die neben der kognitiven Facette auch motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften und Fähigkeiten als Teil einer professionellen Lehrkompetenz umfassen (Weinert, 2014, S. 27f.). Für den nicht rein kognitiven Teil professioneller Kompetenz hat sich das nicht einheitlich definierte Konzept der „Beliefs“ etabliert (Schwarz, 2013, S. 49f.). Das Konstrukt der Beliefs beinhaltet nach Törner (2002, S. 108) sowohl kognitive als auch affektive Elemente. Dabei betrifft die kognitive Komponente die Vorstellung über das entsprechende Objekt, während sich die affektive Komponente auf die emotionale Beziehung zum Objekt bezieht (Törner, 2002, S. 107f.). Beliefs werden aber auch als Prämissen, Annahmen und Aussagen über die Welt, die von der jeweiligen Person als wahr empfunden werden, verstanden (Richardson, 1996, S. 103). Nach Thompson (1992, S. 129) stehen Beliefs in engem Zusammenhang zum Wissen eines Individuums und Lehrende „treat their beliefs as knowledge“ (Thompson, 1992, S. 129). Insgesamt scheint abgesichert, dass Beliefs individuelles Handeln beeinflussen können und handlungsleitende Funktion haben (Philipp, 2007, S. 259). Schwarz spricht sogar davon, dass Beliefs als Filter – beispielsweise beim Erwerb neuen Wissens – fungieren und damit für die Ausbildung von Lehrkräften besonders relevant sind (Schwarz, 2013, S. 53). Es zeigt sich, dass vorhandene Beliefs den Erwerb von neuem Wissen und den Erwerb von neuen Fähigkeiten deutlich beeinflussen, da Beliefs das Wahrnehmen, Beurteilen und den Umgang mit Lerninhalten steuern. Dies kann sogar so weit gehen, dass neue Inhalte, die nicht zu den bestehenden Beliefs einer Person passen, weniger wahrgenommen und gelernt werden als Inhalte, die zu den bestehenden Beliefs einer Person passen (Schwarz, 2013, S. 58). Blömeke (2004, S. 65) meint hierzu, dass „überwiegend nur solche Informationen aufgenommen werden, die sich in das vorhandene System an Überzeugungen einpassen lassen.“ Für Studienanfängerinnen und Studienanfänger eines Lehramtsstudiums ist das besonders relevant, da sie aufgrund der eigenen Schullaufbahn schon intensive Erfahrungen mit ihrem zukünftigen beruflichen Umfeld gemacht und darauf bezogene Beliefs entwickelt haben. Somit verfügen Lehramtsstudierende schon zu Beginn ihrer Berufsausbildung über ausgeprägte Beliefs, die sie in ihrer Rolle als Schülerin oder Schüler entwickelt haben (Schwarz, 2013, S. 58f.). Pajares (1992, S. 323) zufolge ist das Anpassen solcher bestehenden Beliefs „nearly impossible“ und kann zu vielen Schwierigkeiten bei der effektiven Nutzung von Lehrangeboten, die auf Wissens- oder Fähigkeitsvermittlung abzielen, führen.

1.1 Epistemologische Beliefs zur Mathematik

Ein zentraler Aspekt von Beliefs ist ihre Gebundenheit an den Gegenstandsbereich, auf den sie sich beziehen. Im Wesentlichen werden dabei die zwei Gruppen der „fachbezogenen“ (z. B. epistemologische Beliefs zur Mathematik) und „fachungebundenen“ Beliefs (z. B. professionsbezogene Beliefs) unterschieden (Schwarz, 2013, S. 66). Bei den epistemologischen Beliefs zur Mathematik wird weiterhin zwischen „beliefs zur Genese mathematischer Kompetenzen“ und „beliefs zur Struktur der Mathematik“ differenziert (Schwarz, 2013, S. 68). Letzteren wollen wir hier unsere besondere Aufmerksamkeit widmen, da einige Studien belegen, dass diese die Planung und Durchführung von Mathematikunterricht entscheidend beeinflussen (Baumert & Kunter, 2006, S. 499). Nach Schwarz (2013, S. 70f.) fokussieren die Beliefs zur Struktur der Mathematik auf vier unterschiedliche Strukturaspekte von Mathematik (vgl. Abb. 1), wobei der Formalismus- und Schema-Aspekt eine statische Sicht auf Mathematik und der Prozess- und Anwendungs-Aspekt eine dynamische Sicht auf Mathematik repräsentieren.

Beim „Formalismus-Aspekt“ wird der formal-deduktive Charakter der Mathematik betont und Mathematik als strenge und exakte Sprech- und Denkweise, bei der nach festgelegten Regeln Schlussfolgerungen abgeleitet werden können, aufgefasst (Schwarz, 2013, S. 70). Der „Schema-Aspekt“ zielt auf das routinemäßige und algorithmische Vorgehen der Mathematik ab und Mathematik wird als Werkzeugkasten, mit dessen Verfahren und Regeln Aufgaben gelöst werden können, verstanden (Schwarz, 2013, S. 71). Beim „Prozess-Aspekt“ stehen die kreativen Anteile des Mathematiktreibens im Vordergrund und Mathematik wird als eine Tätigkeit verstanden, die hilft über Probleme nachzudenken und Erkenntnisse zu gewinnen (Schwarz, 2013, S. 71). Auch das Verstehen von Sachverhalten sowie das Einsehen von Zusammenhängen ist für diesen Aspekt bedeutend (Schwarz, 2013, S. 71). Der „Anwendungs-Aspekt“ hebt die Bedeutung der Mathematik beim Problemlösen im Alltag und Beruf hervor und drückt damit den praktischen Nutzen der Mathematik für den/die Einzelne/n, aber auch die Gesellschaft aus (Schwarz, 2013, S. 71).

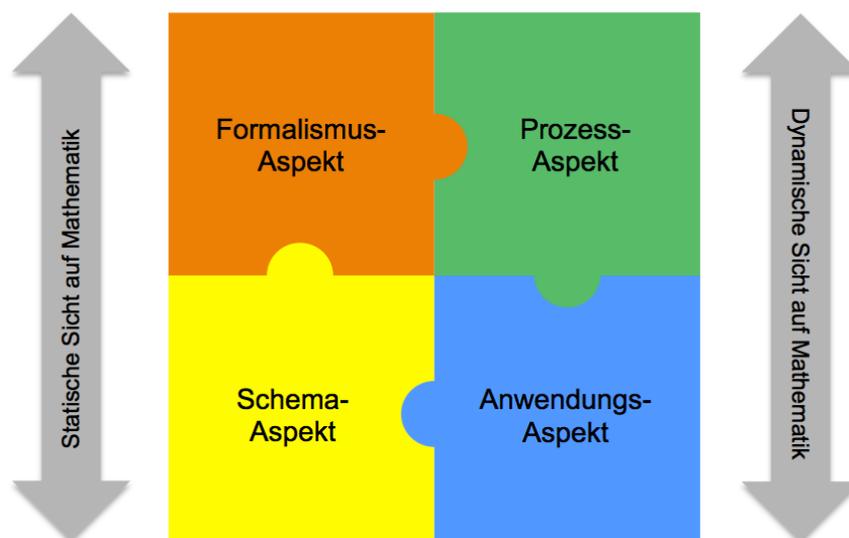


Abbildung 1: Struktur Aspekte von Mathematik.

Insgesamt können also mit diesen vier Aspekten bzw. deren jeweiliger Ausprägung das mathematische Weltbild und damit eine Komponente eines mathematischen Belief-Systems beschrieben und erfasst werden.

2 Querschnittserhebung zu den Beliefs zur Struktur der Mathematik

Geht man von den vorangegangenen Überlegungen zu den epistemologischen Beliefs zur Mathematik, insbesondere den Beliefs zur Struktur der Mathematik, aus, dann sind unterschiedliche Forschungsansätze zur Erhebung der selbigen geeignet. Da für uns die aktuelle Beschaffenheit der Beliefs unserer Studienanfängerinnen und Studienanfänger sowie erste heuristische Zugänge zu diesen wichtig waren, haben wir uns für die Durchführung einer Querschnittserhebung entschieden. Dies hat den Vorteil, dass ein einmaliger Untersuchungszeitpunkt mit geringem Personalaufwand ausreichend ist, und die Ergebnisse rasch verfügbar sind. Langfristige Veränderungen und Entwicklungsverläufe können in diesem Design nicht beobachtet werden, sie stehen allerdings nicht im Fokus dieses Beitrags.

2.1 Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurde ein einfaches Instrument entworfen, bei dem die Studienanfängerinnen und Studienanfänger die Beliebtheit der vier Inhaltsbereiche der Bildungsstandards Mathematik in der 8. Schulstufe (M8) mit den Plätzen 1 bis 4 ausdrücken und eine eigene Begründung für die Platzierung angeben konnten. Um sicherzustellen, dass die Befragten unter den Inhaltsbereichen „Zahlen und Maße“, „Variable und funktionale Abhängigkeiten“, „Geometrische Figuren und Körper“ sowie „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ genau jene Inhalte verstehen, die gemeint waren, wurden entsprechende Erläuterungen aus dem Praxishandbuch für Mathematik 8. Schulstufe (BIFIE, 2011, S. 10f.) entnommen und hinzugefügt (vgl. Abb. 2).

Inhaltsbereich	Platz und Begründung
Zahlen und Maße Verschiedene Zahlen und Maße (insbesondere auch in lebenspraktischen Anwendungen)	
Variable, funktionale Abhängigkeiten Variable, Terme und (Un-)Gleichungen; verschiedene Darstellungen funktionaler Zusammenhänge	
Geometrische Figuren und Körper Grundlegende geometrische Begriffe; einfache geometrische Figuren und Körper, deren Eigenschaften und Darstellung (Zeichnung, Konstruktion)	
Statistische Darstellungen und Kenngrößen	

Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Erhebungsinstrument.

Für diese Beschränkung auf die Inhaltsbereiche der 8. Schulstufe spricht zum einen, dass die Befragten mit den Inhalten der Bildungsstandards aus ihrem eigenen Mathematikunterricht vertraut sein sollten, da sich die Inhalte von M8 auf den seit dem Jahr 2000 geltenden Fachlehrplan beziehen. Zum anderen stellen gerade diese Inhaltsbereiche die gemeinsame Schnittmenge der zukünftigen Lehrkräfte der Primarstufe und Sekundarstufe 1 dar.

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Querschnittserhebung 122 Studierende der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich befragt, davon belegten 75 Studierende das Primarstufenlehramt und 47 Studierende das NMS-Lehramt Mathematik (vgl. Tab. 1). Zum Zeitpunkt der Datenerhebung im November 2015 hatten die Befragten die Studieneingangs- und Orientierungsphase, aber keine weiteren nennenswerten Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Mathematik absolviert. Durchgeführt wurde die Datenerhebung in den ersten Lehrveranstaltungsterminen zur Vorlesung „Grundlagen der Mathematik“ (Primarstufe) bzw. zum Seminar „Fachdidaktik Mathematik“ (NMS). Die Teilnahme der Studierenden war freiwillig und sie zeigten sich sehr an den Ergebnissen interessiert.

	Studierende Primarstufe	Studierende NMS-Lehramt Mathematik
weiblich	72	27
männlich	3	20
gesamt	75	47

Tabelle 1: Anzahl der Studierenden im WS 2015/16 nach Studiengang.

2.2 Quantitative und qualitative Datenauswertung

Die gesamte quantitative Datenauswertung wurde mit der Software R (R Core Team, 2016) durchgeführt, dabei erfolgte die Auswertung der Rangplätze getrennt für die Vergabe der Plätze. So wurde beispielsweise für die 122 (= Stichprobengröße) vergebenen ersten Plätze (und damit dem beliebtesten Inhalt) ihr relativer Anteil in jedem Inhaltsbereich berechnet (vgl. Abb. 3). Eine analoge Auswertung erfolgte für die Vergabe des vierten Platzes und damit des unbeliebtesten Inhalts. Die Auswertungen erfolgten für die Gesamtpopulation und getrennt nach Geschlecht. Signifikanztests wurden zum Niveau .05 durchgeführt.

Zur Auswertung der individuellen Begründungen, warum welchem Inhaltsbereich der jeweilige Platz zugewiesen wurde, wurde als Vorgehensweise die induktive Kategoriendefinition gewählt, welche die Kategorien direkt mittels Verallgemeinerungsprozess aus dem Material ableitet (Mayring, 2008, S. 75). Bei diesem Verfahren ist nach Mayring (2008, S. 75) bewusst kein Bezug zum vorab formulierten Theoriekonzept – wie es die Beliefs zur Struktur der Mathematik sind – herzustellen. Zweckmäßig ist diese Technik vor allem dann, wenn keine Einschränkung in Bezug auf die Kategorien gewünscht ist und wenn die gesamte Breite des vorliegenden Materials erfasst werden soll. Nach Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse wurde ein quantitativer Analyseprozess angeschlossen, bei dem die induktiv definierten Kategorien nach den Häufigkeiten ihres Auftauchens im Material geordnet und Prozentangaben berechnet wurden. Die induktiven Kategorien wurden zur Übersichtlichkeit in einer grafischen Darstellung zu Hauptthemengebieten zusammengefasst.

3 Ergebnisse zu den Beliefs zur Struktur der Mathematik

Bei der nun folgenden Darstellung der Ergebnisse dieser Querschnittserhebung gehen wir zuerst auf die beliebtesten und unbeliebtesten Inhaltsbereiche ein, stellen danach die Resultate der Inhaltsanalyse vor und rekonstruieren zum Abschluss die Beliefs zur Struktur der Mathematik.

3.1 Beliebtheit der Inhaltsbereiche aus M8

Betrachten wir die Ergebnisse dieser Querschnittserhebung, dann zeichnet sich bei der Beliebtheit der Inhaltsbereiche M8 unter den Studienanfängerinnen und Studienanfängern der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich ein eindeutiges Bild ab. Mit der Vergabe von Platz 1 wird der Inhaltsbereich „Zahlen und Maße“ am häufigsten als beliebt charakterisiert, „Geometrische Figuren und Körper“ wird am zweithäufigsten

als beliebtester Inhaltsbereich gewählt, während Platz 1 am wenigsten für die Inhaltsbereiche „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ und „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ vergeben wurde (vgl. Abb. 3).

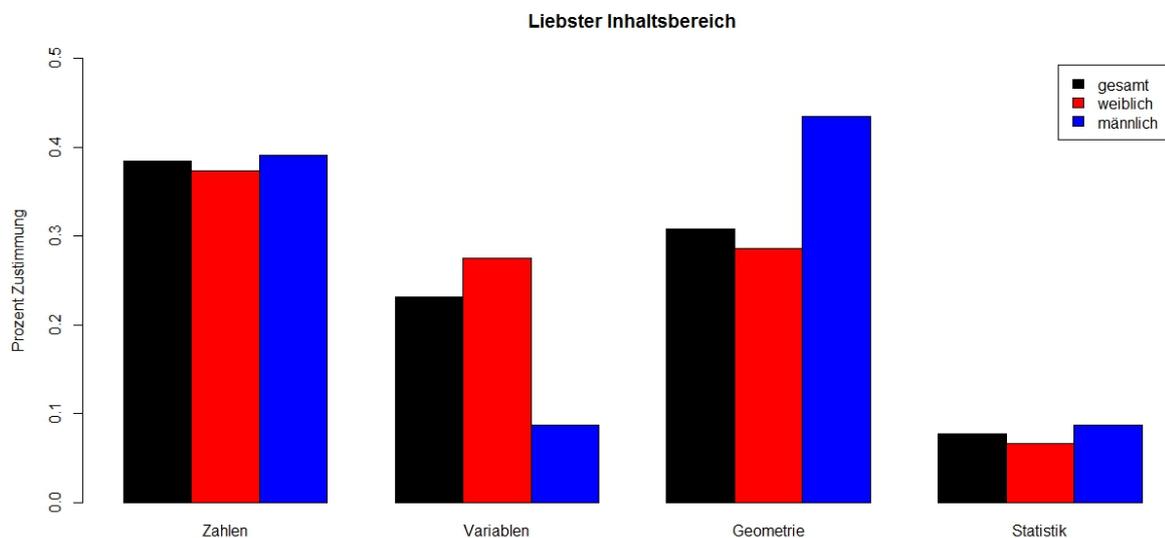


Abbildung 3: Prozentzahlen bei der Vergabe von Platz 1.

Die meisten der Befragten vergeben Platz 1 in der Beliebtheitsskala für den Inhaltsbereich „Zahlen und Maße“, danach folgen „Geometrische Figuren und Körper“ (vgl. Tab. 2). Interessant ist, dass weibliche Studierende in genau dieser Reihung Platz 1 vergeben, während die männlichen Studierenden die Reihung dieser beiden Inhaltsbereiche vertauschen (vgl. Tab. 2). Platz 1 wird von allen Befragten am dritthäufigsten für den Inhaltsbereich „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ – auch unabhängig vom Geschlecht – vergeben (vgl. Tab. 2). Am seltensten vergeben die Studierenden Platz 1 beim Inhaltsbereich „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“. Allerdings zeigt sich nach geschlechtergetrennter Auswertung, dass bei den männlichen Studierenden Platz 1 genauso häufig für Statistik wie auch für „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ vergeben wird, indes wird Platz 1 bei den weiblichen Studierenden immer noch am seltensten für Statistik vergeben (vgl. Tab. 2).

	Zahlen und Maße	Variable, funktionale Abhängigkeit	Geometrische Figuren und Körper	Statistische Darstellungen und Kenngrößen
weiblich	1	3	2	4
männlich	2	3	1	3
alle	1	3	2	4

Tabelle 2: Rangplätze bei der Vergabe von Platz 1 in den Inhaltsbereichen.

Unter den befragten Männern mögen die meisten (43%) Geometrie am liebsten, wogegen bei den Frauen die meisten (37%) „Zahlen und Maße“ am liebsten mögen (vgl. Abb. 3). Statistisch signifikant ($p=0.02$) unterscheiden sich Frauen und Männer nur bei ihrer Einstellung, den Inhaltsbereich „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ am liebsten zu mögen.

Betrachtet man die Daten aus der Perspektive der unbeliebtesten Inhaltsbereiche (d.h. wird ausgewertet wie häufig Studierende Platz 4 für die Inhaltsbereiche wählten), dann ergibt sich ein konträres Bild. Bei den unbeliebtesten Inhaltsbereichen rangiert die Statistik auf Platz Eins, „Variable und funktionale Abhängigkeiten“ sind die Zweitplatzierten, Geometrie der drittplatzierte Inhaltsbereich und „Zahlen und Maße“ landet bei der Reihung der unbeliebtesten Inhaltsbereiche auf Platz Vier (vgl. Tab. 3).

	Zahlen und Maße	Variable, funktionale Abhängigkeit	Geometrische Figuren und Körper	Statistische Darstellungen und Kenngrößen
weiblich	4	2	3	1
männlich	4	2	3	1
alle	4	2	3	1

Tabelle 3: Rangplätze bei der Vergabe von Platz 4 in den Inhaltsbereichen.

Unter allen Befragten mögen die meisten (61%) Statistik am wenigsten, gefolgt von Variable/funktionale Abhängigkeiten (22%), Geometrie (12%) und dem Bereich Zahlen und Maße (5%). Betrachtet man den unbeliebtesten Inhaltsbereich nach Geschlechtern getrennt, dann ergeben sich geringfügige Unterschiede. Unter den befragten männlichen Studierenden mögen die meisten (57%) Statistik am wenigsten, während unter den befragten weiblichen Studierenden 62% und damit also die meisten Statistik am wenigsten mögen (vgl. Abb. 3). Im Unterschied zu den beliebtesten Inhaltsbereichen fällt auf, dass sich die Reihenfolge bezüglich „wenig mögen“ im Gegensatz zu der „mögen“ bei Männern und Frauen nicht unterscheidet. Zwischen Männern und Frauen gab es bei der Vergabe von Platz 4 keine signifikanten Unterschiede.

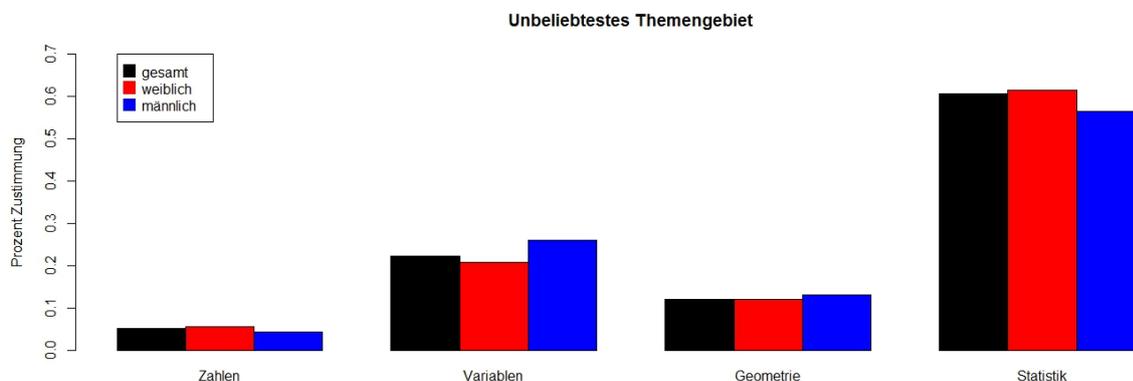


Abbildung 4: Prozentzahlen bei der Vergabe von Platz 4.

Interessant ist, dass Personen, die den Inhaltsbereich „Zahlen und Maße“ am liebsten mögen, zu 42% und damit am häufigsten die weiteren Plätze in absteigender Reihenfolge an die Inhaltsbereiche Geometrie, Variable/funktionale Abhängigkeiten und Statistik vergeben (vgl. Abb. 5.1). Hingegen verweisen jene Studierende, welche die Geometrie am liebsten mögen, dann zu 36% und damit am häufigsten die Inhaltsbereiche Variable/funktionale Abhängigkeiten, Zahlen/Maße und Statistik auf die Plätze zwei, drei und vier (vgl. Abb. 5.2). Bei Personen, die Variable und funktionale Abhängigkeiten am liebsten mögen, landen auf den weiteren Plätzen zu 48% und damit am häufigsten in absteigender Reihenfolge die Bereiche Geometrie, Zahlen und Maße, Statistik (vgl. Abb. 5.3). Bei jenen Personen, die Statistik am liebsten mögen, ergibt sich mit 33% die weitere absteigende Reihenfolge Zahlen/Maße – Geometrie – Variable/funktionale Abhängigkeit (vgl. Abb. 5.4). Summa summarum ergeben sich für die Reihung der Inhaltsbereiche vier eindrucksvolle Muster (vgl. Abb. 5.1 bis Abb. 5.4).

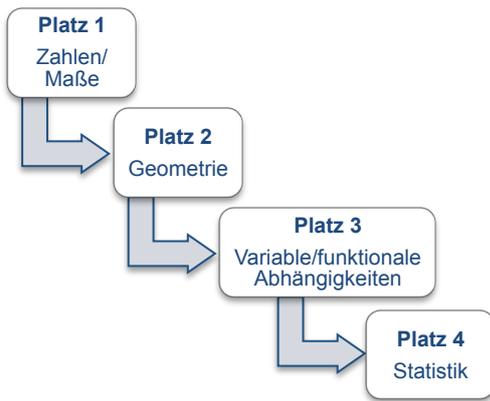


Abbildung 5.1: Muster 1 für die Reihung der Inhaltsbereiche.

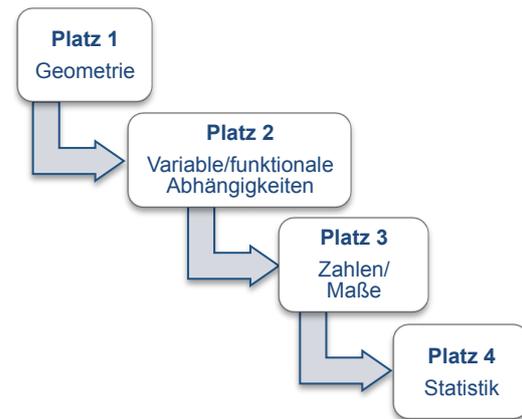


Abbildung 5.2: Muster 2 für die Reihung der Inhaltsbereiche.

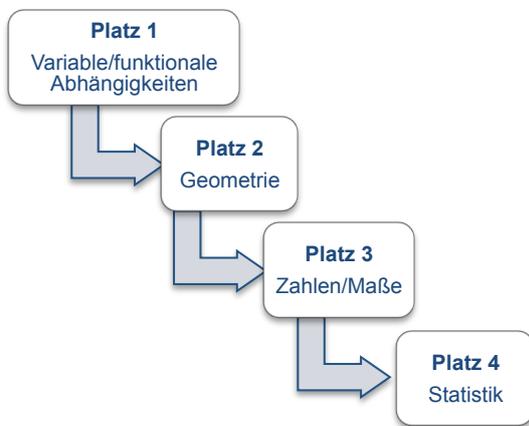


Abbildung 5.3: Muster 3 für die Reihung der Inhaltsbereiche.

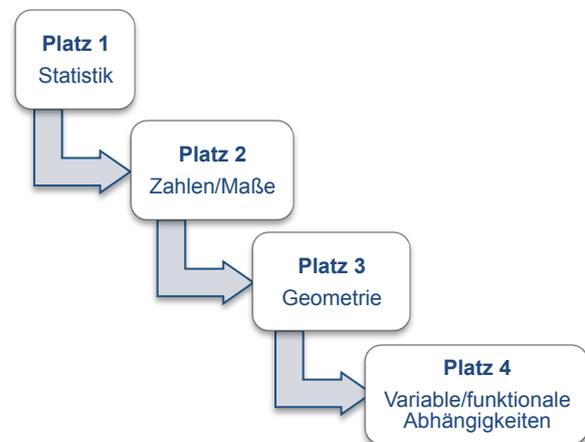


Abbildung 5.4: Muster 4 für die Reihung der Inhaltsbereiche.

Untersucht man die vorliegenden Daten zur Reihung der Inhaltsbereiche nach Studiengängen getrennt, dann unterscheiden sich die Primarstufenstudierenden von den NMS-Studierenden deutlich bei der Vergabe von Platz 1 (vgl. Tab. 4 und Abb. 6).

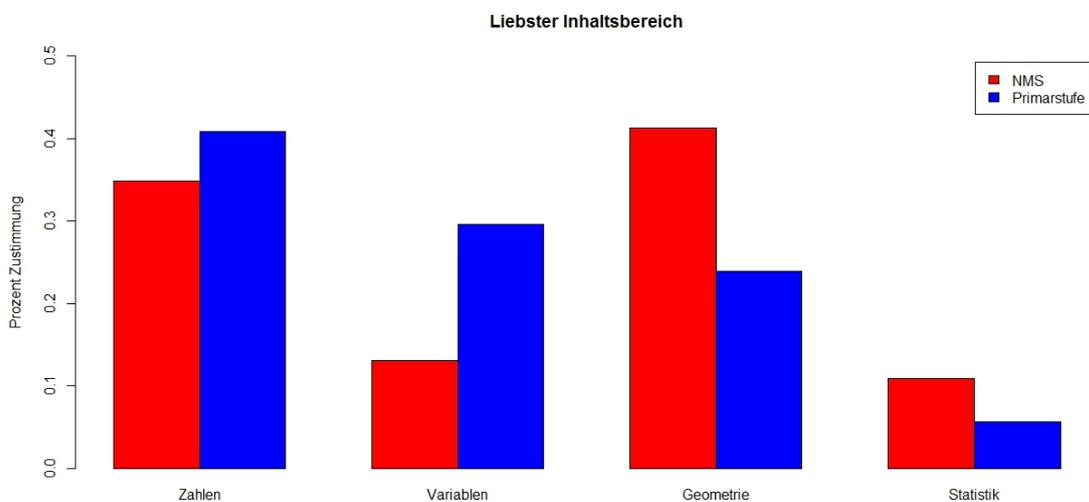


Abbildung 6: Prozentzahlen bei der Vergabe von Platz 1 getrennt nach Primarstufe und NMS.

Studierende des NMS-Lehramtes Mathematik wählen zu 41% den Inhaltsbereich „Geometrische Figuren und Körper“ als liebsten Inhaltsbereich, gefolgt von „Zahlen und Maße“ (35%). Die beiden Inhaltsbereiche „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ sowie „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ werden nur noch von wenigen Studierenden des NMS-Lehramts – nämlich von 13% und 11% – auf Platz 1 gereiht (vgl. Tab. 4).

	Zahlen und Maße	Variable, funktionale Abhängigkeit	Geometrische Figuren und Körper	Statistische Darstellungen und Kenngrößen
NMS	35%	13%	41%	11%
Primarstufe	41%	29%	24%	6%

Tabelle 4: Prozentzahlen bei der Vergabe von Platz 1 getrennt nach Primarstufe und NMS.

Bei den Studienanfängerinnen und Studienanfängern des Primarstufenlehramtes erhält der Inhaltsbereich „Zahlen und Maße“ von 41% Platz 1, der Inhaltsbereich „Geometrische Figuren und Körper“ wird noch von rund einem Viertel (24%) auf Platz 1 gewählt, während die beiden Inhaltsbereiche „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ und „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ nur noch von einer verschwindenden Minderheit der Primarstufenstudierenden das liebste Themengebiet sind (vgl. Tab. 4). Statistisch signifikant ($p=.03$) unterscheiden sich die Studierenden des NMS-Lehramtes Mathematik und die Studierenden des Primarstufenlehramtes nur bei ihrer Einstellung den Inhaltsbereich „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ am liebsten zu mögen.

3.2 Gründe für die Reihungen der Inhaltsbereiche aus M8

Wie bereits in 2.2 ausgeführt wurde zur Auswertung der individuellen Begründungen die induktive Kategoriendefinition angewandt und die Codierung durch die Erstautorin vorgenommen. Die nun nachfolgend angesprochenen Variablenwerte wurden direkt aus dem Material (= schriftliche Begründungen der Befragten) entwickelt, wobei zahlreiche Textbelege in zwei oder mehr Variablenwerten aufgingen. Dies war nötig, da in den Begründungen für die Reihung der Inhaltsbereiche oft unterschiedliche Aspekte angesprochen wurden, wie die exemplarische Begründung: *„Die Themen haben mir in meiner Schulzeit immer am besten gefallen und waren für mich auch leicht und schnell zu verstehen, man braucht sie auch im Alltag.“*, zeigt. Für die anschließende quantitative Analyse wurden die Variablenwerte nach ihren Häufigkeiten beim Auftreten auf Platz 1 und Platz 4 ausgewertet (vgl. Abb. 7 und Abb. 8). Insgesamt wurden für die Auswertung der Gründe, warum ein Inhaltsbereich auf Platz 1 landet, die Kategorien „Verständlich, leicht, guter Unterricht“, „Interesse, Thema vielfältig“, „Alltagsbezug“ und „intensive Beschäftigung“ definiert. Aussagen wie *„Dieses Thema fiel mir immer sehr leicht, da sie meistens praxisbezogen sind!“* wurden der Kategorie „Verständlich, leicht, guter Unterricht“ und der Kategorie „Alltagsbezug“ zugeordnet, während Äußerungen wie *„weil es hier am meisten Realitätsbezug gibt“* nur der Kategorie „Alltagsbezug“ zugeordnet wurden. In die Kategorie „Interesse, Thema vielfältig“ wurden Textbelege der Form *„sehr interessant“* und *„vielfältig“* aufgenommen und zur Bildung der Kategorie „intensive Beschäftigung“ führten Sprachverwendungen wie *„Durch das intensive Auseinandersetzen ist es für mich etwas klarer“*.

Bei der quantitativen Auswertung obiger Kategorien wurde deutlich, dass für alle Studienanfängerinnen und Studienanfänger der sogenannte „Alltagsbezug“ in ganz unterschiedlichem Maße ein Grund dafür war, die Inhaltsbereiche „Zahlen und Maße“, „Geometrische Figuren und Körper“ sowie „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ auf Platz 1 zu reihen (vgl. Abb. 7). Noch deutlicher gilt dies für das subjektive Empfinden, ob ein Inhaltsbereich leicht oder/und verständlich ist bzw. der bisher erlebte Mathematikunterricht in diesem Inhaltsbereich als guter Unterricht erlebt wurde (vgl. Abb. 7). Auch das eigene Interesse an einem Inhaltsbereich und die ihm innewohnende thematische Vielfalt ist ein ausschlaggebender Grund, einem Inhaltsbereich den ersten Platz zuzuweisen (vgl. Abb. 7). Interessant ist, dass von jenen Personen, die „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ am liebsten mögen, einige als Grund dafür die intensive Beschäftigung damit nennen. Konkret wurde hier beispielweise so formuliert: *„sehr lange durchgenommen, so dass ich mich am Ende in diesem Bereich sicher fühlte.“*

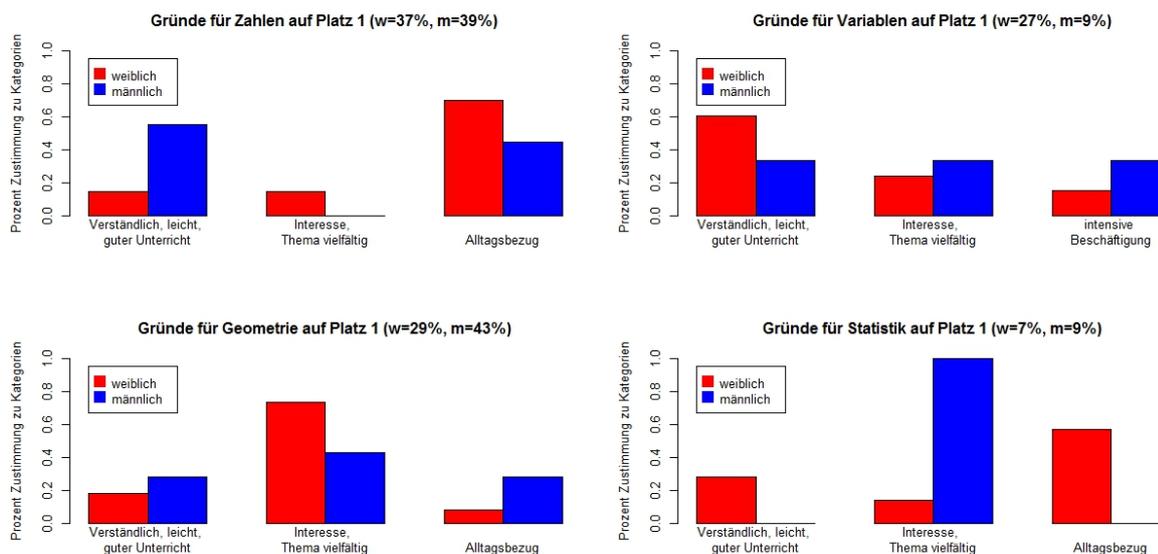


Abbildung 7: Gründe, die für Platz 1 eines Inhaltsbereiches sprechen.

Werden die Gründe, einen Inhaltsbereich am liebsten zu mögen, unter dem Gender-Aspekt betrachtet, dann zeigt sich, dass der Alltagsbezug für weibliche Studierende im Inhaltsbereich „Zahlen und Maße“ sowie „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ deutlich wichtiger ist als für männliche Studierende (vgl. Tab. 5). Hingegen ist für männliche Studierende die leichte Verständlichkeit sowie ein guter Unterricht in den Inhaltsbereichen „Zahlen und Maße“ sowie „Geometrische Figuren und Körper“ wichtiger als für weibliche Studierende. Beim Inhaltsbereich „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ verhält es sich genau umgekehrt, hier ist für 61% der weiblichen Studierenden die Verständlichkeit und der gute Unterricht entscheidend, um diesen Inhaltsbereich am liebsten zu mögen (vgl. Tab. 5).

		Verständlich, leicht, guter Unterricht	Interesse, Thema vielfältig	Alltagsbezug	intensive Beschäftigung
Zahlen/Maße	w	15%	15%	70%	
	m	56%		44%	
Variable, funktionale Abhängigkeiten	w	61%	24%		15%
	m	34%	32%		34%
Geometrische Figuren und Körper	w	18%	74%	8%	
	m	29%	42%	29%	
Statistische Darstellungen und Kenngrößen	w	29%	14%	57%	
	m		100%		

Tabelle 5: Prozentzahlen – Gründe, die für Platz 1 eines Inhaltsbereiches sprechen.

Ganz anders sehen die Gründe für die Reihung eines Inhaltsbereiches auf Platz 4 aus. Hier wurden die Kategorien „Verständnisschwierigkeiten, schlechter Unterricht“, „unsympathisch, uninteressant“, „zu einfach“, „kein Alltagsbezug“, „Zeichnen unsympathisch“ und „kaum räumliches Vorstellungsvermögen“ definiert. In die Kategorie „Verständnisschwierigkeiten, schlechter Unterricht“ wurden Textbelege wie etwa „Hier wurde für mich in der Schule bereits in einem schnelleren Tempo gearbeitet, sodass viele Dinge für mich nicht nachvollziehbar waren. Ich kam nicht sehr mit.“ und „Diese Sachen waren in meiner Schulzeit immer sehr langweilig aufgebaut.“ aufgenommen. Die Kategorien „unsympathisch, uninteressant“, „zu einfach“, „kein Alltagsbezug“, „Zeichnen unsympathisch“ und „kaum räumliches Vorstellungsvermögen“ ergaben sich durch entsprechende Textbausteine, die direkt in den Formulierungen der Studierenden zu finden waren.

Betrachtet man hier den Inhaltsbereich „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“, der bei den meisten Studierenden am unbeliebtesten ist, dann fällt besonders auf, dass Verständnisschwierigkeiten und schlechter Unterricht dafür ausschlaggebend sind (vgl. Abb. 8). Über 60% der weiblichen Studierenden und rund 50% der männlichen Studierenden (vgl. Tab. 6), welche die Statistik auf Platz 4 reihen, haben ihre Begründungen gemäß dieser Kategorien formuliert und zeichnen mit Aussagen wie etwa „sehr abstrakt, Lehrer konnte uns dies nicht näherbringen, gestaltete Unterricht nicht spannend dieses Thema betreffend“ ein wenig erfreuliches Bild. Ähnlich ist dies beim Inhaltsbereich „Variable, funktionale Abhängigkeiten“. Hier tragen für rund 60% der Studierenden, die diesen Inhaltsbereich am wenigsten mögen, Verständnisschwierigkeiten und ein schlechter Unterricht maßgeblich zur Letztplatzierung bei (vgl. Tab. 6). In beiden Inhaltsbereichen spielt auch der mangelnde Alltagsbezug eine Rolle.

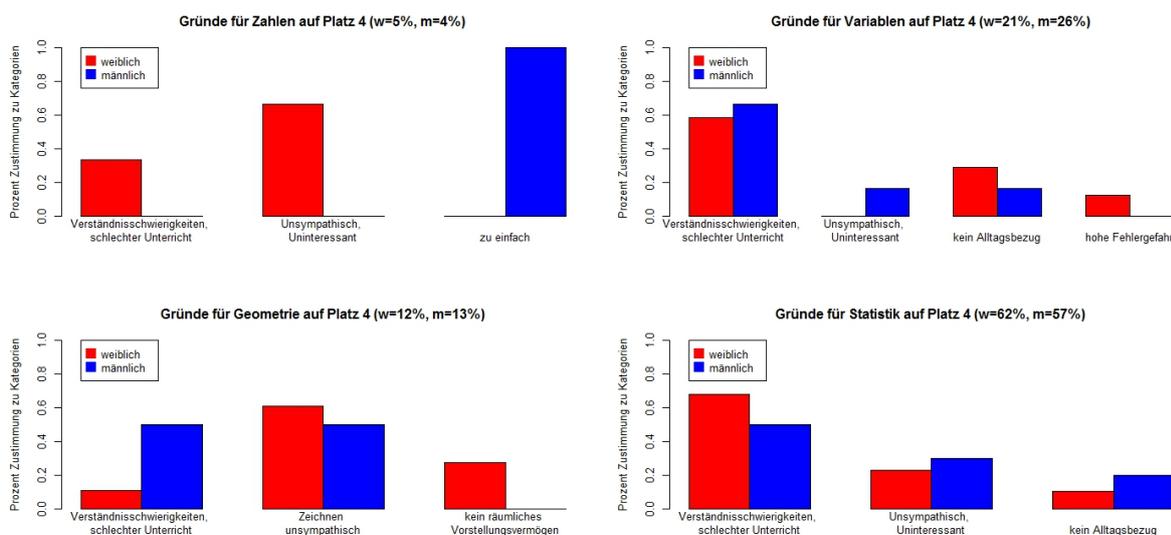


Abbildung 8: Gründe, die für Platz 4 eines Inhaltsbereiches sprechen.

Auch wenn nur wenige Studienanfängerinnen und Studienanfänger den Inhaltsbereiche „Zahlen und Maße“ auf den Platz Vier gereiht haben, sind die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Studierenden grundverschieden. Während die männlichen Studierenden argumentieren, dass Zahlen und Maße zu einfach seien, nennen weibliche Studierende Verständnisschwierigkeiten und schlechten Unterricht sowie eine Desinteresse am Inhaltsbereich als Grund für die Unbeliebtheit dieses Inhaltsbereiches (vgl. Abb. 8).

		Verständlich, leicht, guter Unterricht	Interesse, Thema vielfältig	Alltagsbezug	hohe Fehlergefahr	Zeichnen unsympathisch	Kein räuml. Vorstellungsvermögen
Zahlen/Maße	w	33%	67%				
	m			100%			
Variable, funktionale Abhängigkeiten	w	59%		29%	12%		
	m	66%	17%	17%			
Geometrische Figuren und Körper	w	11%				61%	28%
	m	50%				50%	
Statistische Darstellungen und Kenngrößen	w	68%	22%	10%			
	m	50%	30%	20%			

Tabelle 6: Prozentzahlen – Gründe, die für Platz 4 eines Inhaltsbereiches sprechen.

Die Gründe, warum „Geometrische Figuren und Körper“ auf Platz 4 landen, weisen einen ebenso auffälligen wie in der Fachdidaktik bekannten Gender-Gap auf. Nur weibliche Studierende geben als Grund für Platz vier

an, dass sie kein räumliches Vorstellungsvermögen hätten (vgl. Abb. 8) und meinen: „Manchmal fällt mir räumliches Denken schwer.“ Hingegen meinen 61% der weiblichen Studierenden und 50% der männlichen Studierenden, dass das Zeichnen an sich unsympathisch ist und die Geometrie damit den letzten Platz verdient. Sehr oft wird hier auch die im Unterricht erforderte Genauigkeit als „unsympathisch“ empfunden.

Bemerkenswert ist neben den bisher dargelegten Kategorien, dass 11 Studierende in ihren Erklärungen einen Bezug zur Formelsprache herstellen. Mit der Erläuterung „weil klare Formeln + Lösungswege; ‚funktioniert‘ immer“ begründen einige dieser Studierenden Platz 1 für den Inhaltsbereich „Variable, funktionale Abhängigkeiten“, während andere dieser Studierenden den gleiche Inhaltsbereich mit der Feststellung „Formel-Dschungel, sinnloses Auswendiglernen“ viel schlechter reihen. Zusätzlich dazu wird von sieben Studierenden die Kreativität des Mathematiktreibens vorwiegend in der Geometrie als Grund für eine gute Platzierung dieses Inhaltsbereiches angesprochen. So schreibt zum Beispiel eine Studentin des NMS-Lehramts Mathematik: „Diesen Bereich finde ich gut, weil das Zeichnen in der Mathematik Spaß macht und etwas Besonderes ist. Außerdem lernt man auf kreativer Art und Weise die verschiedenen Figuren kennen!“

3.3 Versuch einer Rekonstruktion der Beliefs zur Struktur der Mathematik

Nachdem nun die Ergebnisse dieser Querschnittserhebung vorgestellt sind, wollen wir auf die zuvor beschriebenen Strukturaspekte von Mathematik zurückblicken und mit den Daten einen Versuch zur Rekonstruktion der Beliefs zur Struktur der Mathematik bei unseren Studienanfängerinnen und Studienanfängern vornehmen. Dazu haben wir in allen von den Studierenden verfassten Textbelegen für die Platzierung der vier Inhaltsbereiche nach Schlüsselwörtern gesucht, die mit den inhaltlichen Merkmalen der vier Strukturaspekte übereinstimmen (vgl. Tab. 7).

Dabei fällt auf, dass sich kein einziger Textbeleg dem „Formalismus-Aspekt“ zuordnen lässt (vgl. Tab. 7). Das ist insofern bedeutend für das weitere Studium, weil sich daraus ableiten lässt, dass Studienanfängerinnen und -anfänger mit dem formal-deduktiven Charakter der Mathematik, der strengen und exakten Sprech- und Denkweise der Mathematik und auch dem Schlussfolgern nach festgelegten Regeln wenig vertraut sind und ihnen damit ein wesentlicher Strukturaspekt der Mathematik, der auch für viele Fachlehrveranstaltungen typisch ist, fehlt.

	Formalismus-Aspekt	Schema-Aspekt	Prozess-Aspekt	Anwendungs-Aspekt
Anzahl zuordenbarer Nennungen in den Begründungen der Studierenden	0	27	7	111

Tabelle 7: Anzahl von Schlüsselwörtern zu den vier Strukturaspekten.

Dem „Schema-Aspekt“ hingegen können schon deutlich mehr Textbelege zugeordnet werden (vgl. Tab. 7). Unter den 27 Nennungen sind 12, für die das algorithmische Vorgehen in der Mathematik positiv konnotiert ist. Das drückt sich beispielsweise wie folgt aus: „durch Formeln und Regeln/Gesetze/Vorgehen klar und verständlich“. Es gibt aber durchaus auch Studierende, für die eben jene Regeln nicht hilfreich und zu viel sind. Insgesamt aber werden Regeln nie in Zusammenhang mit eigenen Schlussfolgerungen genannt, sondern vorwiegend im Zusammenhang mit dem (routinehaften) Lösen von Aufgaben. Es zeigt sich also, dass das Bild der Mathematik nur bei wenigen Studienanfängerinnen und -anfängern durch den „Schema-Aspekt“ gekennzeichnet ist, wobei dies von den Studierenden sowohl als positiv als auch als negativ erlebt wird. Somit sind – je nach persönlicher Präferenz – Algorithmen und routinehaftes Vorgehen beliebt oder eben unbeliebt.

Dem „Prozess-Aspekt“ können insgesamt nur sieben Textbelege zugeordnet werden. Sie alle stellen die kreativen Anteile des Mathematiktreibens in den Vordergrund, und es hat sich gezeigt, dass dies vorwiegend bei Studierenden, die Geometrie mögen, auftritt. Alle anderen Facetten dieses Aspekts (Nachdenken über Probleme, das Verstehen von Sachverhalten und das Einsehen von Zusammenhängen) sind nicht Teil der in dieser Erhebung aufgedeckten Beliefs, denn entsprechende Charakteristika oder Schlüsselwörter sind in keinem einzigen Textbeleg zu finden.

Zu guter Letzt kann nach obigen Ausführungen wenig überraschend konstatiert werden, dass für die Befragten dieser Erhebung der „Anwendungs-Aspekt“ der zentrale für die Beliefs zur Struktur der Mathematik ist. Insgesamt 111 Textbelege enthalten Schlüsselwörter wie „Alltagsbezug“ oder „kann man im Leben brauchen“. Von diesen 111 Textbelegen zu diesem Strukturaspekt gibt es aber auch einige, die gerade den Alltagsbezug vermissen und diese sind ausschließlich den Inhaltsbereichen „Variable, funktionale

Abhängigkeiten“ und „Statische Darstellungen und Kenngrößen“ zugeordnet. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Studierenden den praktischen Nutzen der Mathematik für sich und die Gesellschaft in ihrem bisherigen Mathematikunterricht bei den Inhaltsbereichen „Zahlen und Maße“ sowie „Geometrische Figuren und Körper“ in ihrem bisherigen Unterricht erfahren haben. Ganz im Gegensatz dazu stehen die Inhaltsbereiche „Variable, funktionale Abhängigkeiten“ und „Statistische Darstellungen und Kenngrößen“ – hier sind die sehr deutlich negativen Beliefs auch vom fehlenden Alltagsbezug geprägt.

Entscheidend für die epistemologischen Beliefs ist aber neben diesen vier Strukturaspekten die Unterrichtsqualität. Denn sie trägt ganz wesentlich dazu bei, ob ein Inhaltsbereich auf den ersten oder letzten Platz der Beliebtheitskala gereiht wird.

4 Conclusio

Fragt man sich nun abschließend, welche Schlüsse und Konsequenzen Lehrende im Bereich der Mathematik an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich aus den Ergebnissen dieser Querschnittserhebung ziehen können, dann ergeben sich vielfältige Ansätze. Zweifelsohne kann es lohnend sein, die Beliefs zur Struktur der Mathematik in der Konzeption von fachlichen (aber auch fachdidaktischen) Lehrveranstaltungen zu berücksichtigen und damit deren Filterfunktion möglicherweise entgegenzuwirken. Das hieße dann zum Beispiel, die Studierenden schrittweise an die ihnen eher unbekanntere exakte Sprech- und Denkweise der Mathematik heranzuführen und so den an Universitäten oft beobachteten „Abstraktionsschock“ (Steinbauer et al., 2014) zu vermeiden. Hinsichtlich der sowohl positiv als auch negativ erlebten routinemäßigen Vorgehensweise in der Mathematik gilt es, entsprechende Zugänge zu den notwendigen Algorithmen und Verfahren anzubieten. Dies scheint für die Primarstufe besonders bedeutsam, da gerade in deren ersten Semester Rechengesetze, halbschriftliche und schriftliche Standardverfahren sowie geometrische Grundkonstruktionen wesentlicher Bestandteil des Curriculums sind (PH NÖ, 2015, S. 95). Die bereits vor allem in der Geometrie anzutreffende Einstellung, dass Mathematik durchaus auch kreative Anteile haben kann, muss unbedingt aufgegriffen und verstärkt weiterentwickelt werden. Zu guter Letzt liegt es nahe, den vierten Strukturaspekt der Mathematik, den sogenannten „Anwendungs-Aspekt“, der eine ganz wesentliche Kategorie in der Beliebtheitskala der Befragten ist, bei der fachlichen Ausbildung weiterhin mitzudenken.

Die Ergebnisse dieser Querschnittserhebung machen aber auch deutlich, wie wichtig Unterrichtsqualität und ein verständlicher Mathematikunterricht für die Beliebtheit eines Inhaltsbereiches sind. Damit sind die fachmathematischen und fachdidaktischen Lehrveranstaltungen gefordert. Erstere müssen sich um Verständlichkeit bemühen, zweiteere müssen angehende Lehrkräfte dazu befähigen, verständlichen, guten Unterricht zu planen und zu führen.

Darüber hinaus ist das Konzept der Beliefs nicht nur für die mathematische Ausbildung von Studierenden der Primarstufe und Sekundarstufe wichtig, sondern kann im gesamten pädagogischen Kontext als wesentlich betrachtet werden.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 9 (4), 469–520.
- BIFIE (Hrsg.). (2011). Praxishandbuch für „Mathematik“ 8. Schulstufe. Leykam Graz.
- Blömeke, S. (2004). Empirische Befunde zur Wirksamkeit der Lehrerbildung. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wild (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 59–91). Klinkhardt Bad Heilbrunn/Obb.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 10., neu gestaltete Aufl. Beltz Weinheim & Basel.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Education Research*, 62 (3), 307–332.
- Philipp, R. (2007). Mathematics Teachers' Beliefs and Affect. In F. K. Jr. Lester (Hrsg.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of the National Council of Teacher of Mathematics*. (S. 257–315). Information Age Publ. Charlotte, NC.

PH NÖ (2015). Bachelorstudium Primarstufe. Curriculum im Rahmen der PädagogInnenbildung. Verfügbar unter http://www.ph-noe.ac.at/fileadmin/aktuell/2015/Curr_Primar_v_8-01_2015-07-12.pdf, zuletzt geprüft am 02.03.2016.

R Development Core Team (2016). R: A Language and Environment for Statistical Computing. the R Foundation for Statistical Computing Vienna.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula, T. Buttery, & E. Guyton (Hrsg.), *Handbook of Research on Teacher Education* (S. 102–119). 2. Aufl. Macmillan New York.

Schwarz, B. (2013). Professionelle Kompetenzen von Mathematiklehramtsstudierenden. Eine Analyse der strukturellen Zusammenhänge. Springer Spektrum Wiesbaden.

Steinbauer, R., Süß-Stepancik, E. & Schichl, H. (2014). Einführung in das mathematische Arbeiten – der Passage Point an der Universität Wien. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse – Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 410–423). Springer Wiesbaden.

Thaller, B. et al. (2015). Österreichweites Projekt: Lernstandserhebung, Einstellung und Motivation zur Mathematik.

Thompson, A. G. (1992). Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of the National Council of Teachers of Mathematics* (S. 127–146). Macmillan New York.

Törner, G. (2002). Epistemologische Grundüberzeugungen – verborgene Variablen beim Lehren und Lernen von Mathematik. *MU Der Mathematikunterricht*, 48 (4/5), 103–128.

Weinert, F. E. (2014): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17–32). 3., aktualisierte Aufl. Beltz Weinheim & Basel.