

IRENE NEUMANN, DUNJA ROHENROTH, AISO HEINZE

Studieren ohne Mathe?

Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs?

EINE DELPHI-STUDIE



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

Leibniz
Leibniz
Gemeinschaft

INHALTSVERZEICHNIS

DIE WICHTIGSTEN BEFUNDE	4
AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG	6
DIE STUDIE	
Die Delphi-Methode	9
Die Stichprobe.....	9
Die Befragung	12
Vergleich der Stichproben in den Delphi-Runden 2 und 3	16
Auswertungskriterien.....	19
Die Ergebnisse im Überblick.....	20
LERNVORAUSSETZUNGEN	
Lernvoraussetzungen im Bereich „Mathematische Inhalte“	24
Lernvoraussetzungen im Bereich „Mathematische Arbeitstätigkeiten“	34
Lernvoraussetzungen im Bereich „Vorstellungen zum Wesen der Mathematik“.....	39
Lernvoraussetzungen im Bereich „Persönliche Merkmale“	43
ZUSAMMENFASSUNG	48
EMPFEHLUNGEN	50
Literaturverzeichnis.....	52
Impressum.....	53

DANKSAGUNG

Wir danken allen Hochschullehrenden, die an der Studie teilgenommen haben!

Die wichtigsten Befunde

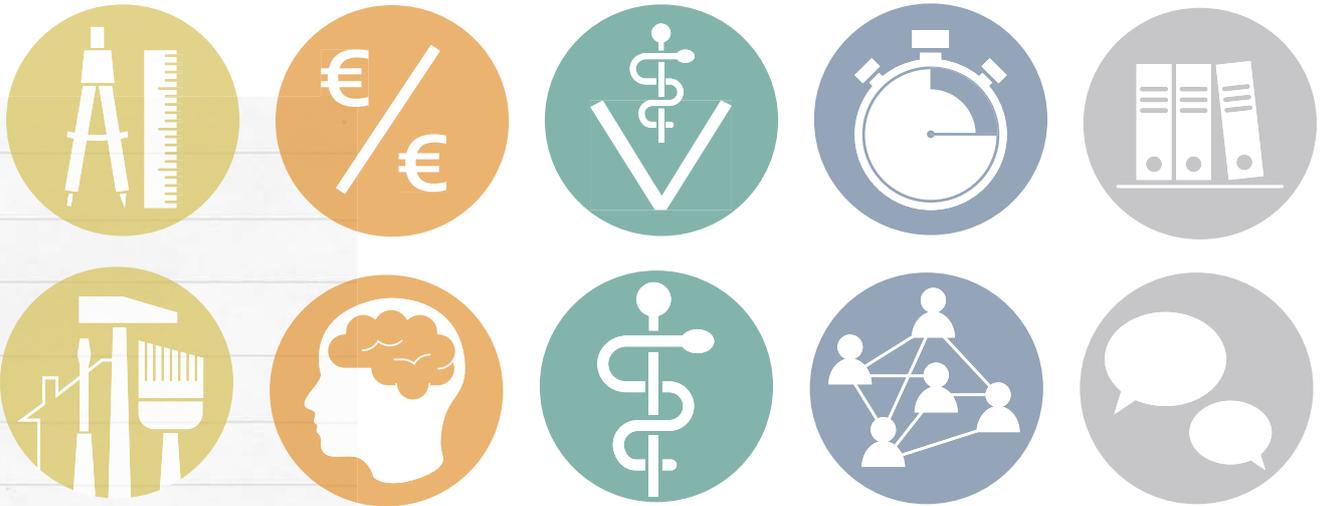
MATHEMATISCHE LERNVORAUSSETZUNGEN SPIELEN FÜR EINE VIELZAHL VON STUDIENFÄCHERN AUSSERHALB DES MINT-BEREICHS EINE ROLLE – UND DIES MEHR, ALS GEMEINHIN ANGENOMMEN WIRD.

Dass Mathematik für ein Studium im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) wichtig ist, steht außer Frage. Anders verhält es sich mit Studienfächern, die nicht zum MINT-Bereich zählen. In vielen dieser Fächer erwarten Studieninteressierte keine anspruchsvollen mathematischen Anforderungen. Die vorliegende Studie zeigt jedoch, dass Hochschullehrende auch für eine große Bandbreite an Studienfächern außerhalb des MINT-Bereichs substanzielle mathematische Lernvoraussetzungen als notwendig erachten. Darunter befinden sich auch solche Studienfächer, bei denen es auf den ersten Blick nicht erwartet wird. Insgesamt kann festgestellt werden, dass von über 80% der Studierenden in Deutschland zu Studienbeginn mehr als basale mathematische Lernvoraussetzungen erwartet werden.

ÜBER DIE VERSCHIEDENEN STUDIENFÄCHER HINWEG GIBT ES KEINEN KONSENS UNTER DEN HOCHSCHULLEHRENDEN. ES LASSEN SICH JEDOCH FÜNF STUDIENFACHGRUPPEN IDENTIFIZIEREN, FÜR DIE JEWEILS ÄHNLICHE MATHEMATISCHE LERNVORAUSSETZUNGEN ERWARTET WERDEN.

Erwarten Hochschullehrende mathematische Lernvoraussetzungen für ein Studium außerhalb des MINT-Bereichs, so variieren diese teilweise stark zwischen den Studienfächern. Die Studienfächer lassen sich allerdings so zusammenfassen, dass innerhalb einzelner Studienfachgruppen ein weitgehender Konsens besteht. In den folgenden fünf Studienfachgruppen werden jeweils ähnliche mathematische Lernvoraussetzungen erwartet:

- Studienfachgruppe 1: Ingenieurnahe Studienfächer wie Architektur oder Raumplanung
- Studienfachgruppe 2: Studienfächer der Wirtschaftswissenschaften und Psychologie
- Studienfachgruppe 3: Medizinische und naturwissenschaftsnahen Studienfächer
- Studienfachgruppe 4: Sozialwissenschaftliche Studienfächer mit umfangreicheren mathematischen Anforderungen wie Soziologie oder Sportwissenschaft
- Studienfachgruppe 5: Sozialwissenschaftliche Studienfächer mit grundlegenden mathematischen Anforderungen wie Kommunikationswissenschaft/ Publizistik oder Soziale Arbeit



DIE MATHEMATISCHEN LERNVORAUSSETZUNGEN, DIE IN VIELEN STUDIENFÄCHERN AUSSERHALB DES MINT-BEREICHS ERWARTET WERDEN, GEHEN DEUTLICH ÜBER BASALE MATHEMATISCHE GRUNDKENNTNISSE UND GRUNDFERTIGKEITEN HINAUS.

In vielen Studienfächern außerhalb des MINT-Bereichs erwarten Hochschullehrende von Studienanfängerinnen und Studienanfängern Kenntnisse zu mathematischen Inhalten sowie Fähigkeiten zur Durchführung mathematischer Arbeitstätigkeiten. Die erwarteten Inhalte reichen von Grundlagen (z. B. Brüche, Prozentrechnung) über Analysis und Lineare Algebra bis hin zur Stochastik/Statistik. Neben grundlegenden Arbeitstätigkeiten (z. B. Umgang mit Standarddarstellungen und Standardverfahren) werden auch Fähigkeiten im Bereich des mathematischen Argumentierens, Kommunizierens und Problemlösens vorausgesetzt. In vier der fünf Studienfachgruppen werden auch Vorstellungen zum Wesen der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin erwartet. Darüber hinaus erachten Hochschullehrende mathematikbezogene persönliche Eigenschaften als Lernvoraussetzungen für notwendig (z. B. Interesse an Mathematik). Insgesamt gehen die von den Hochschullehrenden erwarteten Lernvoraussetzungen damit deutlich über basale mathematische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten der Sekundarstufe I hinaus.

Ausgangslage und Zielsetzung

Vertiefte mathematische Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten werden als generelle Voraussetzungen für ein Hochschulstudium angesehen. Entsprechend stellt Mathematik derzeit ein Pflichtfach in der gymnasialen Oberstufe dar, um das Erreichen der Studierfähigkeit als ein schulisches Bildungsziel sicherzustellen (KMK, 2021). Die zu unterrichtenden Inhalte und die damit verbundenen Kompetenzen sind durch Lehrpläne und Bildungsstandards festgelegt. Auch seitens der Hochschulen wird Mathematik von einem Großteil der Hochschullehrenden als für ein Studium relevant betrachtet (z. B. Konegen-Grenier, 2002). Bislang wurden die Erwartungen der Hochschullehrenden bezüglich mathematischer Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten jedoch zumeist eher unspezifisch erfasst oder lediglich für einzelne Studienfächer ausdifferenziert (z. B. für Architektur: Verner & Maor, 2005, oder für sozialwissenschaftliche und psychologische Studiengänge: Trappmann, 2007). Eine Ausnahme bilden dabei die MINT-Studiengänge. In diesen spielt Mathematik seit jeher eine große Rolle, sodass sich hier seit Längerem Arbeitsgruppen mit den notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen beschäftigen (z. B. die Gruppe cosh für Hochschulen in Baden-Württemberg, cosh, 2014).

Zudem wurde in einer bundesweiten Studie des IPN-Projekts *Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge* (MaLeMINT) ein Katalog der mathematischen Lernvoraussetzungen erarbeitet, die Lehrende an Hochschulen in Deutschland von MINT-Studienanfängerinnen und Studienanfängern erwarten (Neumann et al., 2017; Deeken et al., 2020).

Für Studiengänge außerhalb des MINT-Bereichs fehlt eine derartige umfangreiche Ausdifferenzierung bislang. Insbesondere ist unklar, welche konkreten mathematischen Aspekte jenseits basaler mathematischer Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten für ein Hochschulstudium dieser Fächer als relevant angesehen werden. Dass Mathematik auch in Fächern jenseits des MINT-Bereichs eine mehr oder weniger zentrale Rolle spielt, zeigen Modulbeschreibungen vieler Studiengänge. Teilweise wird die Mathematik explizit benannt, wie bei den mathematischen Lehrveranstaltungen „Mathematik in der Medizin und Physiotherapie“ (z. B. im Studiengang *Physiotherapie* an der Fachhochschule Aachen), „Mathematik I“ (z. B. im Studiengang *Wirtschaftswissenschaften* an der Universität Bielefeld) oder „Einführung in die Statistik“ (z. B. im Studiengang *Bewegung und Gesundheit* an der Justus-Liebig-Universität Gießen).

„ZUDEM IST MEIN EINDRUCK,
DASS SICH DIE MEISTEN STUDIERENDEN
FÜR EINEN STUDIENGANG DER SOZIALEN
ARBEIT BZW. SOZIALPÄDAGOGIK ENTSCHEIDEN
HABEN, UM MATHEMATISCHE
ANFORDERUNGEN ZU VERMEIDEN.“

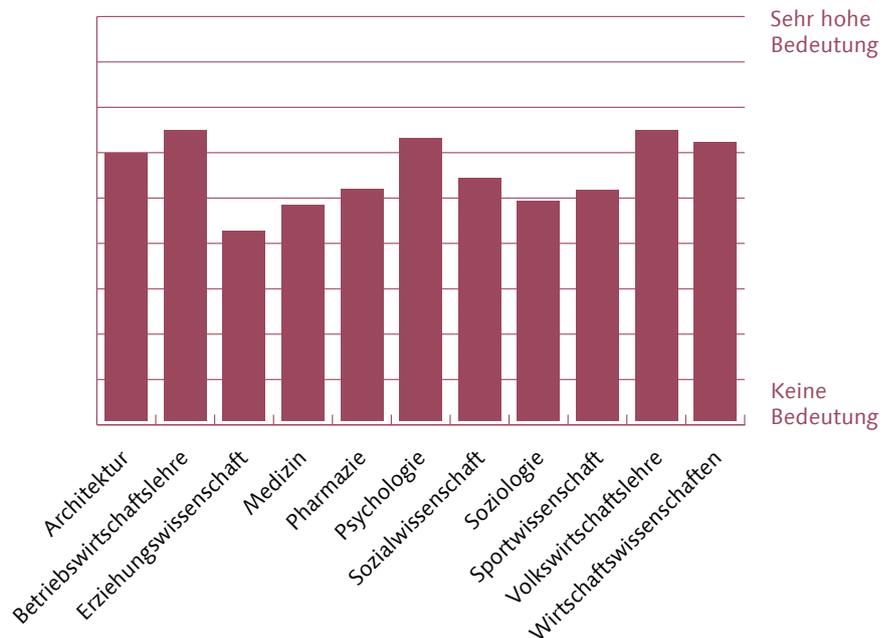
Studienteilnehmerin,
Soziale Arbeit/Sozialpädagogik

„GRUNDSÄTZLICH
SOLLTEN ANGEHENDE STUDIERENDE
BESSER DARÜBER AUFGEKLÄRT WERDEN,
WAS AUF SIE ZUKOMMT. VIELE UNSERER
TEILNEHMER:INNEN SIND VÖLLIG ÜBERRASCHT
VON DER TATSACHE, DASS DER STUDIENGANG
RECHT MATHEMATISCH AUFGEBAUT IST.“

Studienteilnehmerin,
Wirtschaftspolitischer Journalismus

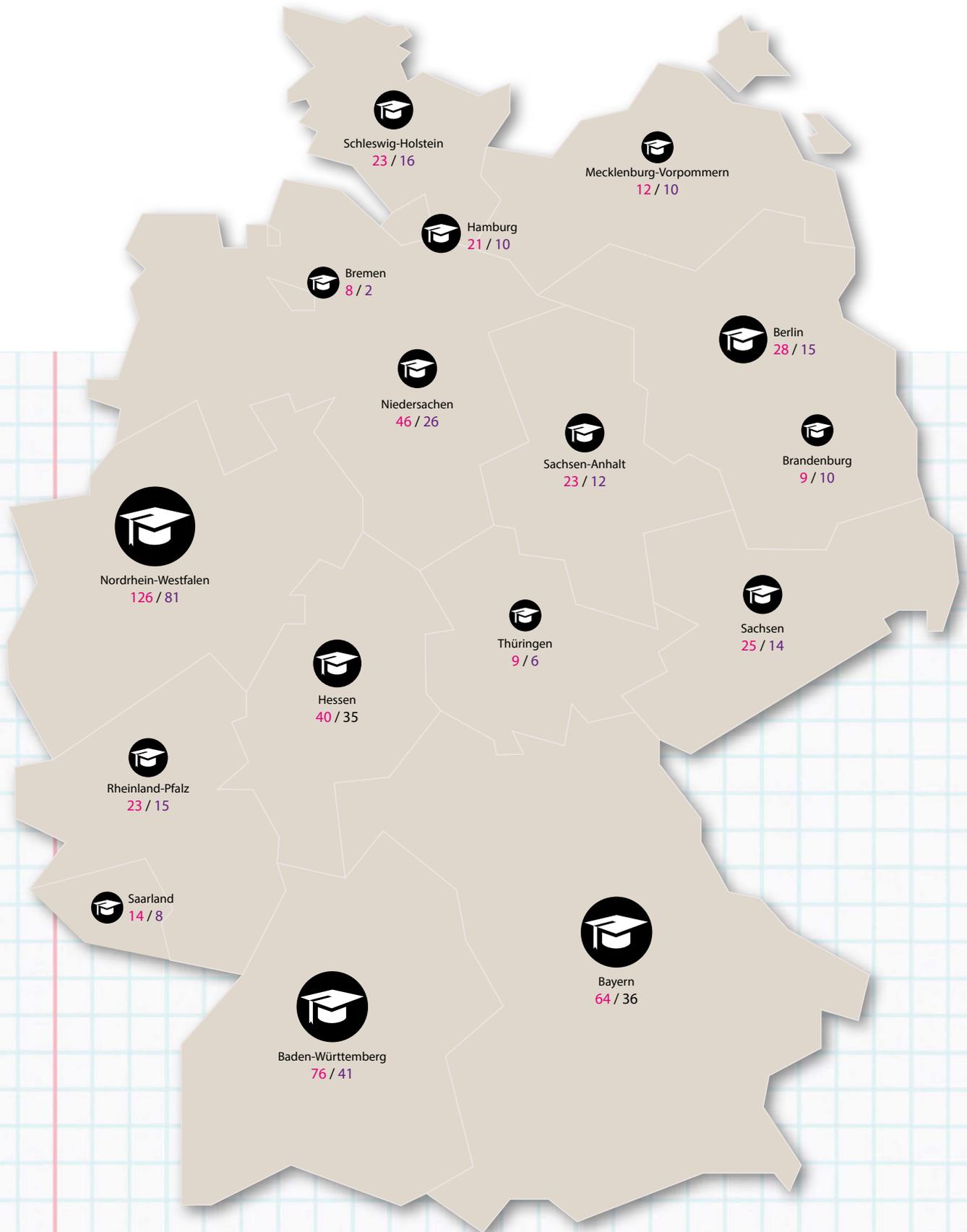
**WIE HOCH SCHÄTZEN SIE DIE
BEDEUTUNG DER MATHEMATIK
FÜR IHREN STUDIENGANG EIN?**

(Antworten der Hochschullehrenden
aus der MaLeMINT-E-Stichprobe für
ausgewählte Studienfächer)



Zum Teil sind die hohen mathematischen Anforderungen für die Studieninteressierten aber nicht explizit ersichtlich, beispielsweise wenn es um die Lehrveranstaltungen „Physik“ im Studiengang *Ökotrophologie* an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel oder „Einführung in die Methoden der empirischen Medienforschung“ im Studiengang *Kommunikations- und Medienwissenschaft* an der Universität Rostock geht. Diese Bandbreite zeigt zwar, dass Mathematik in einem Studium auch außerhalb des MINT-Bereichs eine Rolle spielt, unklar ist jedoch, welche konkreten Erwartungen die Hochschullehrenden an Studienanfängerinnen und Studienanfänger in diesen Studiengängen stellen. An diesem Punkt setzte das IPN-Projekt MaLeMINT-E an, eine Erweiterung des Projekts MaLeMINT. Ziel von MaLeMINT-E war die Beantwortung der Frage, welche mathematischen Lernvoraussetzungen aus Hochschulsicht für einen erfolgreichen Einstieg in Studiengänge außerhalb des MINT-Bereichs benötigt werden. Insbesondere sollte geklärt werden, (1) in welchen dieser Studienfächer mathematische Lernvoraussetzungen erwartet werden, die über basale Kenntnisse und Fertigkeiten hinausgehen, (2) inwieweit zu dieser Frage ein Konsens unter Hochschullehrenden vorhanden ist und (3) wie die erwarteten mathematischen Lernvoraussetzungen empirisch fundiert beschrieben werden können.

Literaturempfehlung:
Broschüre des Vorgängerprojekts MaLeMINT
<https://www.ipn.uni-kiel.de/malemint>



Delphi-Runde 2
Gesamt: 547



Delphi-Runde 3
Gesamt: 337

Abb. 1: Verteilung der teilnehmenden Hochschullehrenden auf Bundesländer in den Delphi-Runden 2 und 3

Die Studie

DIE DELPHI-METHODE

Um die mathematischen Lernvoraussetzungen für die Studiengänge so zu beschreiben, dass die Auffassungen einer breiten Basis von Hochschuldozentinnen und Hochschuldozenten widerspiegelt werden, wurde die sogenannte Delphi-Methode (vgl. Häder, 2014; Dalkey & Helmer, 1963) genutzt. Die Delphi-Methode zeichnet sich dadurch aus, dass über mehrere Runden hinweg die Einschätzung einer Gruppe von Expertinnen und Experten erfasst, strukturiert und zur erneuten Bewertung zurückgespiegelt wird. Dabei wird den teilnehmenden Expertinnen und Experten nicht mitgeteilt, wer welche Meinung geäußert hat, sondern lediglich, welche Aussagen die gesamte Gruppe gemacht hat. So kann sukzessive ein Konsens innerhalb der Gruppe gebildet werden, ohne Effekten der sozialen Beeinflussung im Rahmen einer Gruppendynamik zu unterliegen, wie diese beispielsweise bei einem persönlichen Gruppentreffen von Expertinnen und Experten entstehen können.

Die Studie im Projekt MaLeMINT-E umfasste drei Delphi-Runden und startete mit dem im Vorläuferprojekt MaLeMINT erarbeiteten Katalog mathematischer Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge. In der Runde 1 wurde zunächst eine explorative Befragung mit einer kleinen Gruppe von Expertinnen und Experten durchgeführt. Da der zugrunde gelegte Katalog mathematischer Lernvoraussetzungen auf Studienfächer im MINT-Bereich zugeschnitten war, sollte hierbei exploriert werden, welche Lernvoraussetzungen (auch) für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs erwartet werden. Hier zeigte sich bereits eine große Heterogenität der Studienfächer, sodass diese anschließend in zunächst drei Studienfachgruppen mit ähnlichen Erwartungen zu mathematischen Lernvoraussetzungen gruppiert wurden. In der Runde 2 wurden die so ermittelten, studienfachgruppenspezifischen Lernvoraussetzungen einer großen bundesweiten Stichprobe von Hochschullehrenden (Abb. 1) vorgelegt, die sie hinsichtlich der Notwendigkeit bzw. Wichtigkeit bewertete sowie in Kommentarfeldern präzisieren bzw. ergänzen konnte.

Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigte sich, dass die adressierten Studienfächer zu nunmehr fünf Gruppen zusammengefasst werden konnten, in denen jeweils ähnliche mathematische Lernvoraussetzungen erwartet werden. Diese Ergebnisse wurden schließlich in der Runde 3 den Hochschullehrenden erneut zur Bewertung und Präzisierung vorgelegt, um die Stabilität der Konsensmeinungen in den nun fünf Studienfachgruppen sicherzustellen.

DIE STICHPROBE

Um die Hochschullehrenden zu ermitteln, die als Expertinnen und Experten in die Delphi-Studie einbezogen werden sollten, wurden in einem ersten Schritt alle Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs identifiziert, die schulmathematische Vorkenntnisse jenseits einer basalen mathematischen Grundbildung voraussetzen. In einem zweiten Schritt wurden die Hochschullehrenden ermittelt, die für Lehrveranstaltungen mit mathematischen Inhalten in Studiengängen dieser Studienfächer verantwortlich waren.

Für die Auswahl der relevanten Studienfächer wurde die Fächersystematik des Statistischen Bundesamtes (2019) zugrunde gelegt. Einbezogen wurden zunächst all diejenigen Studienfächer, die nicht bereits in der MaLeMINT-Studie berücksichtigt worden waren¹. Alle Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs, die von den jeweils fünf größten Universitäten und (Fach-)Hochschulen angeboten wurden, wurden anschließend einem Studienfach dieser Fächersystematik zugeordnet. Die in Einzelfällen dadurch nicht abgedeckten Studienfächer wurden gezielt durch Studiengänge anderer Universitäten und (Fach-)Hochschulen ergänzt. Anschließend wurde anhand der im Internet zugänglichen Modulhandbücher und Informationen beurteilt, ob der jeweilige Studiengang mathematische Inhalte umfasst und

¹ In der MaLeMINT-Studie wurde das naturwissenschaftliche Studienfach *Pharmazie* nicht einbezogen und wird deshalb in dieser Studie berücksichtigt.

mehr als eine basale mathematische Grundbildung voraussetzt. Auf dieser Grundlage wurden die Studiengänge ausgeschlossen, die (a) höchstens eine basale mathematische Grundbildung voraussetzen (z. B. *Germanistik*), (b) nicht mit einem Staatsexamen oder Bachelor abschließen (sondern beispielsweise mit einem Master), oder (c) interdisziplinäre Verbundstudiengänge darstellen (in diesem Fall wurden die verwandten Studienfächer herangezogen; z. B. wurden die mathematischen Lernvoraussetzungen für *Wirtschaftsrecht* durch *Betriebswirtschaftslehre* abgedeckt). Tabelle 1 listet die 69 Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs, die auf Basis der verbliebenen Studiengänge identifiziert und schließlich der Delphi-Studie zugrunde gelegt wurden.

Diese Liste der Studienfächer war im zweiten Schritt der Ausgangspunkt für die Recherche zu den Hochschullehrenden, die als Expertinnen und Experten in die Delphi-Studie einbezogen werden sollten. Dazu wurden zunächst zu jedem Studienfach konkrete Studiengänge an Hochschulstandorten ausgewählt (z. B. der Studiengang *Journalistik und Strategische Kommunikation* an der Universität Passau), um darüber die Hochschullehrenden zu identifizieren. Grundlage dafür bildeten die öffentlich zugänglichen Informationen über Studiengänge auf den Webseiten des „Hochschulkompass“. Aufgrund der teilweise hohen Anzahl von Studiengängen an verschiedenen Hochschulen wurden für jedes Studienfach 20% der zugeordneten Studiengänge ausgewählt. Um ein starkes Ungleichgewicht zu vermeiden, wurde jedoch darauf geachtet, dass mindestens 3 und maximal 25 Studiengänge pro Studienfach vertreten sind. Gab es insgesamt weniger als 3 Studiengänge, so wurden alle einbezogen. Mit diesem Vorgehen sollte in der Gesamtstichprobe der Studiengänge eine starke Unter- oder Überrepräsentation von Studienfächern vermieden werden. Gleichzeitig kann bei dieser Auswahl von Studiengängen angenommen werden, dass die notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen für die Studienfächer angemessen abgebildet werden können.

Um eine möglichst große Anzahl an Studierenden in den einzelnen Studienfächern zu repräsentieren, erfolgte die Auswahl der Studiengänge je Studienfach anhand der Größe der Universitäten bzw. (Fach-)Hochschulen in absteigender Reihenfolge. Für die so erfassten Studiengänge einzelner Hochschulen wurden dann die dafür angebotenen Lehrveranstaltungen mit Mathematikanteil über die Webseiten der Hochschulen ermittelt. Dabei konnten teilweise explizite Mathematiklehrveranstaltungen ausgewählt werden (wie beispielsweise „Mathematik für Wirtschaftswissenschaften“ oder „Statistik I“ für Psychologiestudierende). Umfasste ein Studiengang keine eigene Mathematiklehrveranstaltung, wurden je Studiengang die ersten beiden Veranstaltungen ausgewählt, die laut Modulhandbuch mathematische Inhalte umfassen und bis zum 6. Semester (Bachelorabschluss) belegt werden müssen. Wenn es sich im ersten Studienjahr um mehr als zwei Veranstaltungen handelte, wurden diese herangezogen.

Anhand einer Online-Recherche über öffentlich zugängliche Vorlesungsverzeichnisse, Modulhandbücher und Stundenpläne wurden nun diejenigen Hochschullehrenden für die Delphi-Studie identifiziert und dann kontaktiert, die diese Lehrveranstaltungen mit mathematischen Inhalten in den Jahren 2015-2019 angeboten haben. So lag schließlich eine Liste von 1953 Hochschullehrenden von 164 Universitäten und (Fach-)Hochschulen vor, die in die Delphi-Studien einbezogen wurden.

Tabelle 1: Einbezogene Studienfächer strukturiert nach Studienbereichen.

Wenn nur ein Studienfach pro Studienbereich einbezogen wurde, ist das Studienfach genannt. Zahlen in Klammern: teilnehmende Hochschullehrende in Delphi-Runde 2 und 3.

<p>MEDIENWISSENSCHAFT (3 8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Polizei/Verfassungsschutz (2 0) • Rechtspflege 	<p>PHARMAZIE (20 19)</p>
<p>BIBLIOTHEKSWISSENSCHAFT, DOKUMENTATION (8 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bibliothekswissenschaft/-wesen (nicht an Verwaltungsfachhochschulen) (5 2) • Dokumentationswissenschaft (3 4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sozialversicherung (1 0) • Verkehrswesen (0 1) • Verwaltungswissenschaft / -wesen (16 3) • Zoll- und Steuerverwaltung 	<p>GESUNDHEITSWISSENSCHAFTEN ALLGEMEIN (28 12)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesundheitspädagogik (1 0) • Gesundheitswissenschaften / -management (18 5) • Nichtärztliche Heilberufe / Therapien (6 5) • Pflegewissenschaft / -management (3 2)
<p>SPORT, SPORTWISSENSCHAFT (29 18)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sportpädagogik/Sportpsychologie (1 5) • Sportwissenschaft (28 13) 	<p>WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN (171 88)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitslehre/Wirtschaftslehre (3 1) • Betriebswirtschaftslehre (77 35) • Europäische Wirtschaft (1 0) • Medienwirtschaft/Medienmanagement (4 1) • Internationale Betriebswirtschaft/Management (22 4) • Sportmanagement/Sportökonomie (1 1) • Tourismuswirtschaft (2 2) • Verkehrswirtschaft (2 2) • Volkswirtschaftslehre (19 19) • Wirtschaftspädagogik (4 0) • Wirtschaftswissenschaften (36 23) 	<p>HUMANMEDIZIN UND ZAHNMEDIZIN (31 30)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medizin (Allgemein-Medizin) (22 20) • Zahnmedizin (9 10)
<p>RECHTS-, WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN ALLGEMEIN (23 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationswissenschaft / Publizistik (23 4) • Lernbereich Gesellschaftslehre 	<ul style="list-style-type: none"> • Tourismuskunde (1 1) • Sozialwissenschaft (27 11) • Soziologie (27 24) 	<p>VETERINÄRMEDIZIN (2 1)</p>
<p>POLITIKWISSENSCHAFT / POLITOLOGIE (18 13)</p>	<p>WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN MIT WIRTSCHAFTSWISS. SCHWERPUNKT (6 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facility Management (4 0) • Wirtschaftsingenieurwesen mit wirtschaftswissenschaftlichem Schwerpunkt (2 6) 	<p>LANDESPFLEGE, UMWELTGESTALTUNG (11 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landespflege, Umweltgestaltung (8 2) • Naturschutz (3 1)
<p>SOZIALWISSENSCHAFTEN (55 36)</p>	<p>PSYCHOLOGIE (30 22)</p>	<p>WEINBAU UND KELLERWIRTSCHAFT</p>
<p>SOZIALWESEN (19 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soziale Arbeit (16 7) • Sozialpädagogik (2 0) • Sozialwesen (1 0) 	<p>ERZIEHUNGSWISSENSCHAFTEN (33 24)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berufs- und Wirtschaftspädagogik (4 2) • Erwachsenenbildung und außerschulische Jugendbildung • Erziehungswissenschaft (Pädagogik) (27 17) • Pädagogik der frühen Kindheit (1 2) • Schulpädagogik (0 2) • Sonderpädagogik (1 1) 	<p>ERNÄHRUNGS- UND HAUSHALTSWISSENSCHAFTEN (14 10)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ernährungswissenschaft (10 6) • Haushalts- und Ernährungswissenschaft (4 4) • Haushaltswissenschaft
<p>VERWALTUNGSWISSENSCHAFTEN (20 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeits- und Berufsberatung • Arbeitsverwaltung (1 0) • Archivwesen • Auswärtige Angelegenheiten • Bankwesen • Bibliothekswesen • Bundeswehrverwaltung • Finanzverwaltung • Innere Verwaltung (0 1) • Justizvollzug 	<p>WERKEN (TECHNISCH)/TECHNOLOGIE</p>	<p>ARCHITEKTUR (19 15)</p>
		<p>RAUMPLANUNG (6 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Raumplanung (6 2) • Umweltschutz (0 4)
		<p>RESTAURIERUNGSKUNDE (1 4)</p>

DIE BEFRAGUNG

In allen drei Befragungsrunden wurden die Daten über eine Online-Plattform erhoben. Der Fragebogen bestand jeweils aus einem kurzen Abschnitt zum Hintergrund der Hochschullehrenden (u. a. zur Lehrerfahrung, zu den betreuten Studienfächern und zur Hochschulart) sowie aus Fragen, die sich auf die mathematischen Lernvoraussetzungen bezogen.

RUNDE 1 zielte auf die Überprüfung, inwieweit die mathematischen Lernvoraussetzungen aus dem MaLeMINT-Katalog auch als notwendige Lernvoraussetzungen für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs angesehen werden. Insbesondere sollte exploriert werden, ob von einem Konsens über alle Studienfächer hinweg ausgegangen werden kann und falls dies zutrifft, welche mathematischen Lernvoraussetzungen aus dem MaLeMINT-Katalog für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs relevant sind und welche nicht. Entsprechend enthielt der Fragebogen in dieser Runde die vier Kategorien *Mathematische Inhalte*, *Mathematische Arbeitstätigkeiten*, *Wesen der Mathematik* und *Persönliche Merkmale* aus dem

MaLeMINT-Katalog. Die *Mathematischen Inhalte* umfassten Lernvoraussetzungen der Themengebiete Grundlagen, Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Stochastik und bereichsübergreifende Inhalte. Die *Mathematischen Arbeitstätigkeiten* beinhalteten Prozesse, die typische mathematische Arbeiten darstellen (z. B. Problemlösen oder mathematisches Argumentieren und Beweisen). Die Kategorie *Wesen der Mathematik* bezog sich auf Vorstellungen über Mathematik als wissenschaftliche Disziplin (z. B. „Das Beweisen ist eine zentrale Tätigkeit der Mathematik“). In der Kategorie *Persönliche Merkmale* wurden schließlich mathematikbezogene kognitive und affektive Eigenschaften aufgeführt (z. B. Interesse an Mathematik, Fleiß und Bereitschaft zur häufigen Beschäftigung mit Mathematik). Da außerhalb des MINT-Bereichs viele Lehrveranstaltungen – insbesondere solche von Studienfächern aus den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften – Inhalte der Stochastik adressieren, wurde der Bereich *Stochastik* aus dem MaLeMINT-Katalog ergänzt. Dazu wurden die bisherigen Lernvoraussetzungen auf Basis der Bildungsstandards im Fach

A1) Mathematische Grundlagen

Bitte geben Sie auf Basis Ihrer Erfahrung an, ob die folgenden Aspekte als mathematikbezogene Lernvoraussetzungen auch in Ihrem Studiengang notwendig sind, d.h. ob Studierende diese Lernvoraussetzung aus der Schule mitbringen sollten.

Wenn Sie bei einem Aspekt nicht sicher sind, ob dieser Aspekt **absolut notwendig** oder **nicht notwendig** ist, wählen Sie **eher notwendig**. Gerne können Sie die Lernvoraussetzungen auch ergänzen und differenzieren. Nutzen Sie dafür das Textfeld unten.

Mengen und Zahlen	nicht notwendig	eher notwendig	absolut notwendig
Mengen, Mengendarstellungen und Mengenoperationen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
rationale, reelle Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Größenvorstellungen zu Standardbeispielen reeller Zahlen (z.B. π)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zahlengerade als Repräsentationsform für Zahlen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Techniken für Zahlenvergleiche (z.B. beim Vergleich zweier Brüche)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teilbarkeit einschließlich ggT, kgV und Primfaktorzerlegung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rechnen mit Maßeinheiten (z.B. SI-Einheiten und abgeleitete Einheiten)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komplexe Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Variablen und Terme	nicht notwendig	eher notwendig	absolut notwendig
Elementare algebraische Regeln wie z.B. Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Klammerrechnung, Vorzeichenregeln, Binomische Formeln, Faktorisieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 2. Beispielfragen aus der Delphi-Runde 1

Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife (KMK, 2012) weiter ausdifferenziert (Tabelle 2). Mit dieser Anpassung beinhaltet der Fragebogen 188 Lernvoraussetzungen, die von den Hochschullehrenden jeweils als *nicht notwendig*, *eher notwendig* oder *absolut notwendig* für das jeweilige Studienfach, in dem sie unterrichteten, bewertet werden sollte (Abb. 2).

Für das explorative Vorgehen in der ersten Befragungsrunde wurde eine Teilstichprobe aus der Gesamtstichprobe ausgewählt. Dabei wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt:

- Die ausgewählten Personen tragen eine besondere Verantwortung für die Lehre in ihrem Bereich (z. B. Studiendekanin oder Studiendekan, Modulverantwortliche oder Modulverantwortlicher),
- sie weisen eine mehrjährige Lehrerfahrung auf,
- alle Fächergruppen, Hochschularten und Bundesländer sind in der Teilstichprobe berücksichtigt,
- Lehrveranstaltungen, die vermutlich unterschiedliche mathematische Teilbereiche fokussieren, sind abgedeckt (z. B. Lehrveranstaltungen mit Inhalten der Analysis und Algebra vs. Lehrveranstaltungen mit Inhalten der Statistik),
- Studiengänge, die in der Grundgesamtheit am häufigsten vertreten sind, sind berücksichtigt.

Tabelle 2: Vergleich der Lernvoraussetzungen zur Stochastik in MaLeMINT und MaLeMINT-E.

MALEMINT

- Abzählende Kombinatorik (Permutationen, Variationen, Kombinationen, Zählprinzipien)
- Kombinatorik (Erweiterung): Graphen
- Wahrscheinlichkeit sowie diskrete Zufallsgrößen (Binomialverteilung) und Normalverteilung
- Grundlegende Begriffe der deskriptiven Statistik: Modus, Mittelwert, Häufigkeit, Spannweite und Standardabweichung

MALEMINT-E

- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung (Zufallsversuche, Ereignisse und Ergebnisse, absolute und relative Häufigkeit, Diagramme)
- Einstufige und mehrstufige Zufallsversuche (auch: Baumdiagramme und Pfadregeln)
- Bedingte Wahrscheinlichkeit (auch: Vierfeldertafel)
- Stochastische Unabhängigkeit
- Lage- und Streuungsparameter der deskriptiven Statistik (Arithmetisches Mittel, Modus, Median, Spannweite)
- Grundlagen der Stochastik (Zufallsvariable, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung)
- Binomialverteilung (Elementare Eigenschaften und ihre Kenngrößen)
- „Glockenform“ als Grundvorstellung von normalverteilten Zufallsgrößen
- Hypothesentests (Alternativtest, ein- und zweiseitiger Signifikanztest)
- Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen
- Grundlagen der Kombinatorik (Bsp. Fakultät, Binomialkoeffizient)
- Abzählende Kombinatorik (Allgemeines Zählprinzip, Permutationen, Variationen, Kombinationen)
- Erweiterung der Kombinatorik: Grundlagen der Graphentheorie (Kanten, Knotenpunkte, Eulersche Kantenzüge, Hamilton-Kreise)



Tabelle 3: Studienfachgruppen mit ähnlichen mathematischen Anforderungen

STUDIENFACH-GRUPPE 1	Architektur / Landespflege, Umweltgestaltung / Raumplanung / Wirtschaftsingenieurwesen mit wirtschaftswissenschaftlichem Schwerpunkt
STUDIENFACH-GRUPPE 2	Psychologie / Wirtschaftswissenschaften
STUDIENFACH-GRUPPE 3	Ernährungs- und Haushaltswissenschaften / Humanmedizin / Pharmazie / Restaurierungskunde / Veterinärmedizin / Zahnmedizin
STUDIENFACH-GRUPPE 4	Bibliothekswissenschaft, Dokumentation / Erziehungswissenschaften / Gesundheitswissenschaften (allgemein) / Medienwissenschaft / Politikwissenschaft, Politologie/ Sozialwissenschaften / Sport, Sportwissenschaft
STUDIENFACH-GRUPPE 5	Kommunikationswissenschaft, Publizistik / Sozialwesen / Verwaltungswissenschaften

Von 51 eingeladenen Hochschullehrenden, die diese Kriterien erfüllten, machten 19 Hochschullehrende (37%)² ausreichende Angaben. Auf Basis dieser Antworten zeichnete sich kein einheitliches Meinungsbild über alle Studienfächer hinweg ab. Jedoch ließen sich die Studienfächer nach Runde 1 zunächst in drei Studienfachgruppen mit jeweils ähnlichem Antwortverhalten zusammenfassen. Die erste Gruppe beinhaltete Studienfächer, für die die Hochschullehrenden Lernvoraussetzungen zu allen mathematischen Inhaltsbereichen erwarteten. In der zweiten Gruppe waren umfangreiche Lernvoraussetzungen zu mathematischen Grundlagen, Stochastik, Analysis und Linearer Algebra typisch und in der dritten Gruppe wurden insbesondere Lernvoraussetzungen zu mathematischen Grundlagen und Stochastik gefordert.

Die Ergebnisse aus Runde 1 bildeten die Grundlage für den Fragebogen, der in der **RUNDE 2** der Gesamtstichprobe vorgelegt wurde. Entsprechend der drei vorliegenden Studienfachgruppen

wurden drei Fragebögen so zusammengestellt, dass die Hochschullehrenden lediglich potenziell relevante Lernvoraussetzungen beurteilen mussten. Um die Meinung der Hochschullehrenden jedoch so wenig wie möglich zu beeinflussen, wurde ihnen ermöglicht, alle Lernvoraussetzungen, die auch in Runde 1 vorgelegt worden waren, einzusehen und zu bewerten. Darüber hinaus wurden offene Kommentarfelder eingesetzt, in denen die Hochschullehrenden Ergänzungen machen oder Änderungswünsche äußern konnten. Wie bereits in der MaLeMINT-Studie wurden die Hochschullehrenden in dieser Runde gebeten, nicht nur die Relevanz einer mathematischen Lernvoraussetzung zu beurteilen, sondern auch das Niveau zu spezifizieren, auf dem die Lernvoraussetzung gegebenenfalls erwartet wird. Für die Aspekte in den Kategorien *Mathematische Inhalte*, *Mathematische Arbeitstätigkeiten* und *Wesen der Mathematik* standen jeweils drei Antwortoptionen zur Auswahl (*nicht notwendig* bzw. *notwendig auf Niveau 1* oder *Niveau 2*).

² Alle Prozentangaben in dieser Broschüre sind gerundete Angaben, sodass die Summe teilweise auch nicht genau 100 % ergeben kann.

A1) Mathematische Grundlagen

Auf dieser Seite finden Sie Angaben zu den Lernvoraussetzungen im Bereich der mathematischen Grundlagen.

Bitte geben Sie auf Basis Ihrer Erfahrung an, ob die zu jedem Bereich aufgeführten Aspekte als Lernvoraussetzung für Ihren Studiengang notwendig sind, d.h. ob Studienanfängerinnen und Studienanfänger diese Lernvoraussetzungen aus der Schule mitbringen sollten, falls ja, geben Sie bitte das notwendige Niveau an:

Zur Erinnerung:

Niveau 1: Grundlegendes Wissen in Bezug auf die mathematischen Inhalte, Algorithmen oder Routinen. Diese können wiedergegeben bzw. ausgeführt werden. Niveau 1 korrespondiert z. B. mit Aufgabenanforderungen der Arten Ausführen, Erkennen, Nachvollziehen, Umformen, Berechnen oder Kennen.

Niveau 2: Flexibles und stark vernetztes Wissen als Basis für eine kreative Verwendung zur Generierung neuen Wissens oder von Problemlösungen durch heuristische Prozesse, Verknüpfung bzw. Verallgemeinerung. Niveau 2 korrespondiert z. B. mit Aufgabenanforderungen der Arten Übertragen, Interpretieren, Beurteilen, Analysieren, Beweisen und Verallgemeinern.

Mengen und Zahlen

	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2	Keine Angabe
Mengen, Mengendarstellungen und Mengensoperationen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
rationale, reelle Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Größenverstellungen zu Standardbeispielen / reeller Zahlen (z.B. PI)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zählensgerade als Repräsentationsform für Zahlen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Techniken für Zahlenvergleiche (z.B. beim Vergleich zweier Brüche)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teilbarkeit einschließlich ggT, kgV und Primfaktorzerlegung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rechnen mit Maßeinheiten (z.B. SI-Einheiten wie Meter oder Kilogramm und abgeleitete Einheiten)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komplexe Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Variablen und Terme

	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2	Keine Angabe
Elementare algebraische Regeln wie z.B. Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Klammerschere, Vorzeichenregeln, binomische Formeln, Faktorisieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Umgang mit (Din-)Gleichungen in einer Variablen und lineare Gleichungssysteme

	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2	Keine Angabe
Äquivalenzumformung und Implikation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einheits- und Einheitsmatrix zum Lösen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 3: Beispielfragen aus der Delphi-Runde 2

B) Lernvoraussetzungen der Kategorie "Mathematische Arbeitstätigkeiten"

Auf dieser Seite finden Sie Angaben zu den Lernvoraussetzungen bzgl. der mathematischen Arbeitstätigkeiten

B1) Grundlagen (Rechnen, Hilfsmittelnutzung, Darstellungen)

B1) Mathematisches Argumentieren und Beweisen
 B2) Mathematisches Kommunizieren
 B3) Mathematisches Definieren
 B4) Problemlösen
 B5) Mathematisches Modellieren

Bitte geben Sie auf Basis Ihrer Erfahrung an, ob die zu jedem Bereich aufgeführten Aspekte als Lernvoraussetzung für Ihren Studiengang notwendig sind, d.h. ob Studienanfängerinnen und Studienanfänger diese Lernvoraussetzungen aus der Schule mitbringen sollten, falls ja, geben Sie bitte das notwendige Niveau entsprechend der folgenden Beschreibung an:

Niveau 1: Die jeweilige mathematische Arbeitstätigkeit kann in vertrauten Anforderungssituationen reproduziert werden (z. B. Beweisprobleme analog zu einem bekannten Aufgabentyp lösen) und sie kann in unvertrauten Situationen bei einfachen Inhalten der Sekundarstufe I ausgeführt werden.

Niveau 2: Die jeweilige mathematische Arbeitstätigkeit kann zusätzlich in unvertrauten Anforderungssituationen bei Inhalten der Sekundarstufe II durchgeführt werden.

Am Ende dieser Befragungssseite haben Sie die Möglichkeit, Ergänzungen, Änderungen oder Präzisierungen anzugeben.

B1) Grundlagen (Rechnen, Hilfsmittelnutzung, Darstellungen)

	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2	Keine Angabe
Schnelles und korrektes Ausführen von bekannten Verfahren ohne elektronische Hilfsmittel (z. B. Bestimmen von Ableitung und Integral, Lösen von Gleichungssystemen, Umformungen, wobei einfache Fachschritte im Kopf gelöst werden können)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sicherer Umgang mit Taschenrechner und Computern zur Lösung von Aufgaben (z. B. einfache grafische Lösungsverfahren, aber auch kritische Betrachtung von Ergebnissen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sprachliche Fähigkeiten (Deutsch, ohne spezielle mathematische Fachbegriffe) zum Verstehen von Aufgabenstellungen oder Texten zur Mathematik, z. B. in der Fachliteratur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sprachliche Fähigkeiten (Englisch, ohne spezielle mathematische Fachbegriffe) zum Verstehen von Aufgabenstellungen oder Texten zur Mathematik, z. B. in der Fachliteratur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sicherer Umgang mit grundlegender mathematischer Formelsprache (ohne elektronische Hilfsmittel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sicherer Umgang mit Standarddarstellungen von Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten (ohne elektronische Hilfsmittel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sicherer Umgang mit dem Summen- und dem Produktzeichen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnelles und sicheres Wechseln zwischen unterschiedlichen Standarddarstellungen (z. B. bei Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten) ohne elektronische Hilfsmittel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einblicken von Visualisierungen zu mathematischen Zusammenhängen (d. h. geeignete Auswahl einer Darstellungsart und Anfertigen der Darstellung ohne elektronische Hilfsmittel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Die Aspekte der Kategorie *Persönliche Merkmale* sollten auf einer 4-stufigen Likert-Skala differenziert bewertet werden (*unwichtig, eher unwichtig, eher wichtig, wichtig*). Für alle Kategorien wurden die Hochschullehrenden gebeten, auf Basis ihrer Erfahrung anzugeben, ob die aufgeführten Aspekte als Lernvoraussetzung für das Studienfach, in dem sie lehren, notwendig sind, d.h. ob Studienanfängerinnen und Studienanfänger diese Lernvoraussetzung aus der Schule mitbringen sollten und gegebenenfalls auf welchem Niveau (Abb. 3). Von allen eingeladenen Hochschullehrenden aus der Gesamtstichprobe³ wurden für die Auswertung nur die berücksichtigt, die mindestens 25 der vorgelegten Lernvoraussetzungen beurteilt hatten. So konnten 547 (29%) auswertbare Datensätze in die Auswertung einbezogen werden (vgl. Abb. 1; Seite 8).

Zur Auswertung der Daten wurden zunächst Studienfächer, zu denen weniger als fünf Datensätze von Hochschullehrenden vorlagen, verwandten Studienfächern zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgte anhand von gemeinsamen Studienbereichen auf Basis der Fächersystematik des Statistischen Bundesamtes und ergänzend des „Hochschulkompass“. Außerdem wurden in Einzelfällen Modulhandbücher und Vorlesungsverzeichnisse herangezogen, um Studienfächer

zu identifizieren, die vergleichbare mathematikbezogene Lehrveranstaltungen beinhalten. Anschließend wurden für jede Lernvoraussetzung und jedes Studienfach die Antworthäufigkeiten bestimmt und darauf basierend festgehalten, inwieweit für die einzelnen Lernvoraussetzungen innerhalb der Studienfächer ein Konsens besteht (vgl. Auswertungskriterien Seite 19). Mithilfe einer Clusteranalyse wurde schließlich untersucht, für welche Studienfächer ähnliche Einschätzungen seitens der Hochschullehrenden bestehen. Dabei zeigte sich, dass die Aufteilung in drei Studienfachgruppen nicht ausreichte und eine Ausdifferenzierung in nunmehr fünf Studienfachgruppen notwendig war. Diese fünf Studienfachgruppen umfassten jeweils Studienfächer, in denen sich ein Konsens unter den Hochschullehrenden bezüglich der Erwartungen an Studienanfängerinnen und Studienanfänger abzeichnete (Tabelle 3). Ergänzungen oder Änderungswünsche zu den vorgelegten Lernvoraussetzungen wurden nur von wenigen Hochschullehrenden in den Kommentarfeldern angemerkt und erfüllten nicht das Kriterium für eine Aufnahme in die nächste Runde.

³ 83 Hochschullehrende konnten per E-Mail nicht erreicht werden. Die Gesamtstichprobe in dieser Runde umfasste daher 1870 Hochschullehrende.

VERGLEICH DER STICHPROBEN IN DEN DELPHI-RUNDEN 2 UND 3

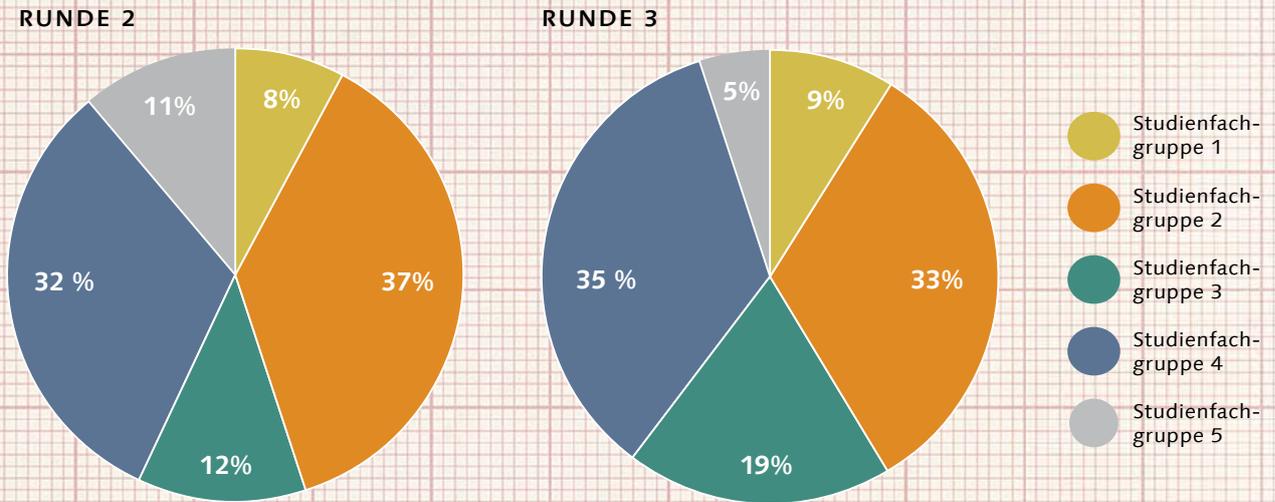


Abb. 4. Vergleich der Stichproben in den Delphi-Runden 2 und 3: Studienfachgruppen

Abb. 5. Vergleich der Stichproben in den Delphi-Runden 2 und 3: Hochschulart

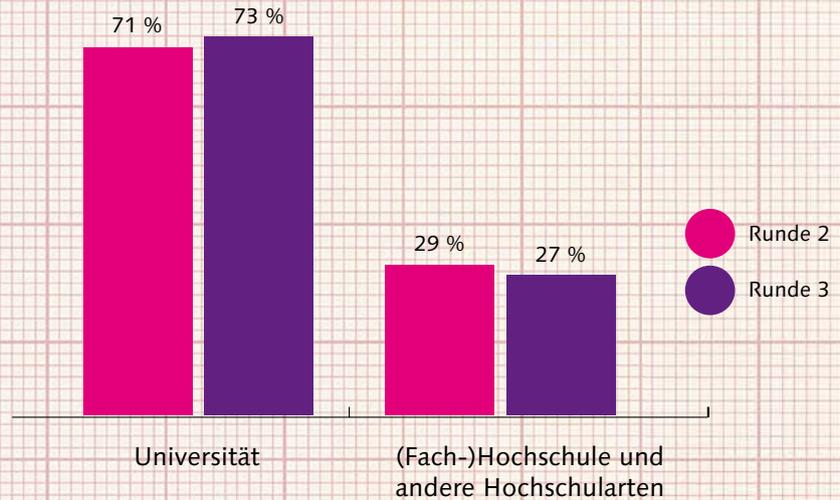
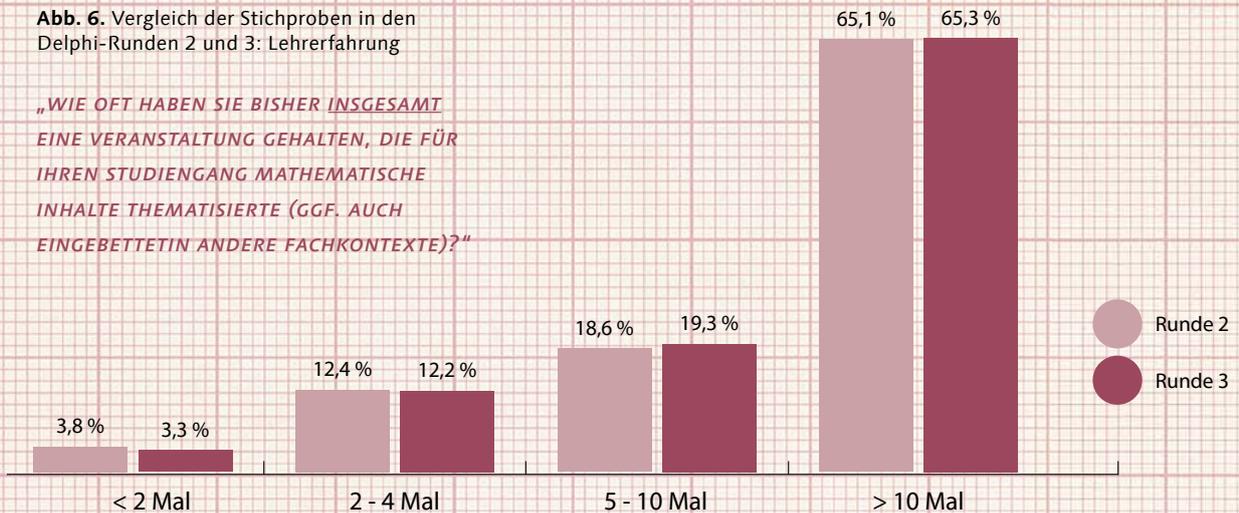


Abb. 6. Vergleich der Stichproben in den Delphi-Runden 2 und 3: Lehrererfahrung

„WIE OFT HABEN SIE BISHER INSGESAM EINE VERANSTALTUNG GEHALTEN, DIE FÜR IHREN STUDIENGANG MATHEMATISCHE INHALTE THEMATISIERTE (GGF. AUCH EINGEBETTET IN ANDERE FACHKONTEXTE)?“



In **RUNDE 3** wurden diese Ergebnisse der Gesamtstichprobe⁴ zur Konsolidierung erneut vorgelegt. Dazu wurden die Lernvoraussetzungen, für die ein Konsens bestand (vgl. Auswertungskriterien Seite 19), in drei Blöcke zusammengefasst, je nachdem, ob sie in Runde 2 als nicht notwendig bzw. notwendig auf Niveau 1 oder Niveau 2 bestätigt wurden. Für diese Lernvoraussetzungen sollten die Hochschullehrenden auf einer 6-stufigen Likert-Skala (*stimme gar nicht zu bis stimme voll zu*) je Block angeben, inwiefern sie dem Konsens zustimmen, dass die dargestellten Lernvoraussetzungen für den Studieneinstieg notwendig bzw. nicht notwendig sind (Abb. 7). Lernvoraussetzungen mit uneinheitlichem Meinungsbild wurden der Stichprobe erneut einzeln vorgelegt (Abb. 8). Für jede dieser Lernvoraussetzungen erhielten die Hochschullehrenden einen Überblick über die Antworthäufigkeiten aus Runde 2 und wurden gebeten, die Lernvoraussetzung erneut hinsichtlich der Notwendigkeit für einen Einstieg in das Studienfach zu bewerten, in dem sie

unterrichteten. Zu allen Lernvoraussetzungen hatten die Hochschullehrenden erneut die Möglichkeit, in offenen Textfeldern Ergänzungen zu machen oder Änderungswünsche zu vermerken. Bei der Auswertung wurden von allen teilnehmenden Hochschullehrenden wie in Runde 2 nur die berücksichtigt, die mindestens 25 Lernvoraussetzungen beurteilt hatten. So konnten 337 (19%) Datensätze in die Auswertung einbezogen werden. Die Zusammenfassungen der Stichproben in Runde 2 und Runde 3 waren nahezu identisch (Abb. 4, 5 und 6; Seite 16). Die Auswertung der Daten fokussierte die Überprüfung eines möglichen Konsenses bzw. die Stabilität des Konsenses innerhalb der Studienfachgruppen. Bei der Auswertung der offenen Textfelder wurden von einigen Hochschullehrenden einzelne Lernvoraussetzungen genannt, die für bestimmte Studienfächer (aber nicht die ganze Studienfachgruppe) als notwendig erachtet wurden.

⁴Die Gesamtstichprobe in dieser Runde umfasste 1747 Hochschullehrende. Ausgeschlossen wurden die Hochschullehrenden, die während Runde 2 mitgeteilt hatten, dass sie nicht an der Studie teilnehmen möchten, oder solche, die nicht mehr per E-Mail erreicht werden konnten.

IPN Institut für die Pädagogik an der Universität zu Köln
 MLL/MINTE

A4) Stochastik und bereichsübergreifende Inhalte
2. Lernvoraussetzungen mit unklarem Meinungsbild

Bei den folgenden Inhalten des Bereichs "Stochastik und bereichsübergreifende Inhalte" hat sich für Ihr Studienfach in der letzten Befragungsrunde kein klares Meinungsbild abgezeichnet. Um Ihnen einen Überblick über die Einschätzung in der vergangenen Runde zu ermöglichen, sind diese unter der jeweiligen Lernvoraussetzung aufgeführt.

Dabei liegen folgende Konsenskriterien zugrunde:

- Eine Lernvoraussetzung hat ein **unklares Meinungsbild**, wenn weniger als 67 % aber mehr als 25 % der Befragten die Lernvoraussetzung als notwendig ansehen.

Bitte geben Sie auf Basis Ihrer Erfahrung an, ob die folgenden Aspekte in die Liste notwendiger Lernvoraussetzungen aufgenommen werden sollten, und wenn ja, auch welchem Niveau. Mit notwendiger Lernvoraussetzung ist gemeint, dass diese Inhalte als **Mindest-Lernvoraussetzungen** aus der Schule mitgebracht und zum Studienbeginn verfügbar sein müssen.

Stochastik	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2
Einstufige und mehrstufige Zufallsvorgänge (auch: Baumdiagramme und Pfadregeln) Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 36,6 % Nicht notwendig: 41,2 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bedingte Wahrscheinlichkeit (auch: Vierfeldertafel) Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 51,4 % Nicht notwendig: 48,6 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stochastische Unabhängigkeit Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 41,9 % Nicht notwendig: 58,1 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lage- und Streuungsparameter der deskriptiven Statistik (Arithmetische Mittel, Modus, Median, Spannweite) Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 62,9 % Nicht notwendig: 37,1 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abb. 7. Beispielfragen aus der Delphi-Runde 3

B) Mathematische Arbeitstätigkeiten
2. Lernvoraussetzungen mit unklarem Meinungsbild

Bei den folgenden Inhalten des Bereichs "Mathematische Arbeitstätigkeiten" hat sich für Ihr Studienfach in der letzten Befragungsrunde kein klares Meinungsbild abgezeichnet. Um Ihnen einen Überblick über die Einschätzung in der vergangenen Runde zu ermöglichen, sind diese unter der jeweiligen Lernvoraussetzung aufgeführt.

Dabei liegen folgende Konsenskriterien zugrunde:

- Eine Lernvoraussetzung hat ein **unklares Meinungsbild**, wenn weniger als 67 % aber mehr als 25 % der Befragten die Lernvoraussetzung als notwendig ansehen.

Bitte geben Sie auf Basis Ihrer Erfahrung an, ob die folgenden Aspekte in die Liste notwendiger Lernvoraussetzungen aufgenommen werden sollten, und wenn ja, auch welchem Niveau. Mit notwendiger Lernvoraussetzung ist gemeint, dass diese Inhalte als **Mindest-Lernvoraussetzungen** aus der Schule mitgebracht und zum Studienbeginn verfügbar sein müssen.

Mathematisches Argumentieren und Beweisen	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2
Verstehen und Prüfen von mathematischen Beweisen Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 47,5 % Nicht notwendig: 52,5 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entwickeln und Formulieren mathematischer Vermutungen und unterstützender Plausibilitätsargumente Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 53,2 % Nicht notwendig: 46,7 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mathematisches Definieren	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2
Eigene Definitionen zu (einfachen) selbst abgeleiteten mathematischen Begriffen entwickeln Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 45,4 % Nicht notwendig: 54,6 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Problemlösen	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2
Rolle allgemeiner heuristischer Prinzipien bei ihrer Verwendung explizit erläutern Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 56,1 % Nicht notwendig: 43,9 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mathematisches Modellieren	Nicht notwendig	Niveau 1	Niveau 2
Bewerten verschiedener mathematischer Modelle derselben Realsituation Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 62,2 % Nicht notwendig: 37,8 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erkennen des gemeinsamen mathematischen Beitrags beim Lösen außerordentlich schwieriger Probleme mithilfe mathematischer Werkzeuge Antworten der vergangenen Runde: Notwendig (Niveau 1 und 2): 55,3 % Nicht notwendig: 44,7 %	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



AUSWERTUNGSKRITERIEN

KRITERIEN FÜR KONSENS

Bei der Auswertung der Items in den Runden 2 und 3 stand die Frage im Mittelpunkt, ob die Hochschullehrenden die jeweilige Lernvoraussetzung als notwendig für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs erachten und ob sich dabei ein Konsens abzeichnet. In Anlehnung an die MaLeMINT-Studie wurden die folgenden konservativen Kriterien für einen Konsens angesetzt:

- Eine Lernvoraussetzung wird als **NOTWENDIG** angesehen, wenn mindestens 2/3 aller Befragten eines Studienfachs die Lernvoraussetzung als notwendig ansehen.
- Eine Lernvoraussetzung wird als **NICHT NOTWENDIG** angesehen, wenn mindestens 3/4 aller Befragten eines Studienfachs die Lernvoraussetzung als nicht notwendig ansehen.

Diese Kriterien wurden in Runde 2 jeweils auf die Angaben der Hochschullehrenden eines Studienfachs und nach Bildung der fünf Gruppen auf die einzelnen Studienfachgruppen angewandt. In Runde 3 wurden die Kriterien auf die Angaben der Hochschullehrenden innerhalb der fünf Studienfachgruppen angewandt.

KRITERIEN FÜR ERGÄNZUNGEN UND ÄNDERUNGEN

Die Äußerungen der Hochschullehrenden in den offenen Kommentarfeldern für Präzisierungen, Verbesserungen und Ergänzungen der Darstellung wurden zunächst strukturiert; inhaltlich gleichbedeutende Angaben wurden zusammengefasst. Um eine zu starke Beeinflussung durch Einzelmeinungen zu vermeiden und dennoch neue Aspekte angemessen zu berücksichtigen, wurde als Auswahlkriterium eine Nennung von mindestens drei Hochschullehrenden festgelegt, um einen Vorschlag in der nächsten Runde zu ergänzen.

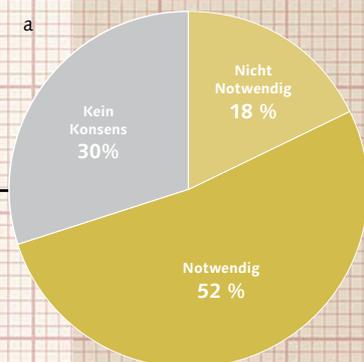
DIE ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

Nach Abschluss der dritten Befragungsrunde zeigte sich in allen fünf Studienfachgruppen⁵ ein durchaus zufriedenstellender, teilweise sogar weitreichender Konsens (Abb. 9a-e). In zwei Studienfachgruppen (Gruppen 1 und 4) lag die Konsensrate bei etwa 70% der mathematischen Lernvoraussetzungen. Demgegenüber konnte in zwei weiteren Studienfachgruppen (Gruppen 2 und 3) für etwa 80% der Lernvoraussetzungen ein Konsens erzielt werden bzw. in Gruppe 5 sogar für über 85%.

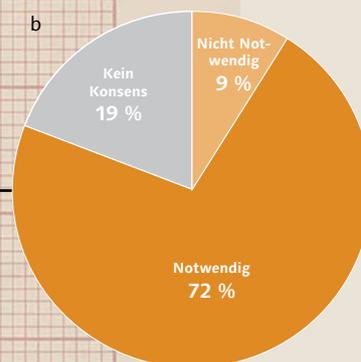
Über alle Studienfachgruppen hinweg konnte ein Konsens zu 48 von 188 Lernvoraussetzungen (26%) erzielt werden. Davon wurden 41 Lernvoraussetzungen für alle Studienfachgruppen als notwendig eingeschätzt und 7 als nicht notwendig.

Auffällig ist, dass die überwiegende Mehrheit der als notwendig erachteten Lernvoraussetzungen nur auf dem grundlegenden Niveau 1 erwartet wird. Darüber hinaus ist interessant, dass Lernvoraussetzungen in drei der vier Kategorien, die in der MaLeMINT-Studie mit Hochschullehrenden für den MINT-Bereich ermittelt wurden, auch in dieser Studie von Hochschullehrenden außerhalb des MINT-Bereichs als notwendig angesehen wurden, und zwar in den Kategorien:

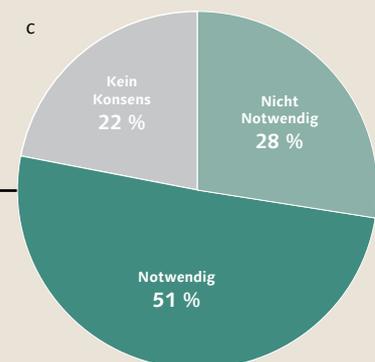
- Mathematische Inhalte
- Mathematische Arbeitstätigkeiten
- Persönliche Merkmale.



STUDIENFACHGRUPPE 1



STUDIENFACHGRUPPE 2



STUDIENFACHGRUPPE 3

⁵Zur besseren Lesbarkeit und Interpretation findet sich in der hinteren Umschlagklappe eine Übersicht über die Studienfächer in den Studienfachgruppen.

Einzigste Ausnahme bilden die Lernvoraussetzungen der Kategorie *Wesen der Mathematik*, die von den Hochschullehrenden in Studienfachgruppe 5 als nicht notwendig erachtet wurden oder zu keinem Konsens führten, während Hochschullehrende der Studienfachgruppen 1-4 auch Lernvoraussetzungen aus dieser Kategorie als notwendig erachteten. Eine Übersicht ist in Tabelle 4 abgebildet.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse bezüglich der einzelnen Kategorien *Mathematische Inhalte*, *Mathematische Arbeitstätigkeiten*, *Wesen der Mathematik* und *Persönliche Merkmale* detailliert dargestellt. Dabei beschreiben wir zunächst kurz, welche Lernvoraussetzungen die jeweilige Kategorie umfasst, skizzieren Ergebnisse, die besonders bemerkenswert sind und geben schließlich eine tabellarische Übersicht über die Bewertung der einzelnen Lernvoraussetzungen in den fünf Studienfachgruppen.

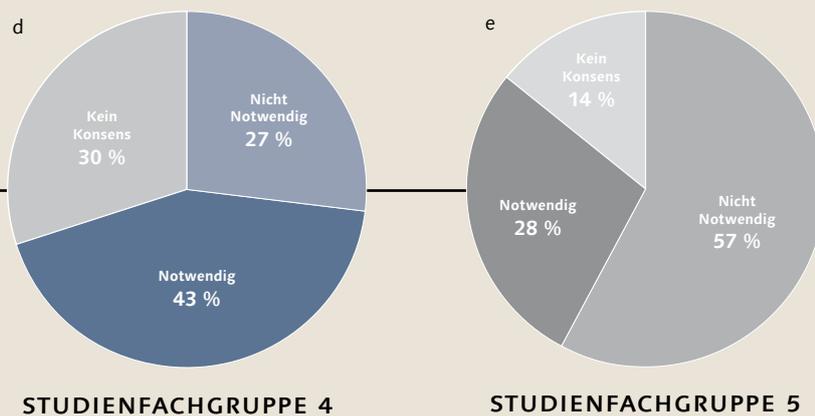


Abb. 9 (a-e). Zustimmungsraten in den fünf Studienfachgruppen

Tabelle 4: Anzahl an mathematischen Lernvoraussetzungen, die in den fünf Studienfachgruppen als *notwendig*, *nicht notwendig* oder *uneinheitlich* bewertet wurden

Studienfachgruppe 1

- Architektur
- Landespflege, Umweltgestaltung
- Raumplanung
- Wirtschaftsingenieurwesen mit wirtschaftswiss. Schwerpunkt

Studienfachgruppe 2

- Psychologie
- Wirtschaftswissenschaften

Studienfachgruppe 3

- Ernährungs- und Haushaltswissenschaften
- Humanmedizin
- Pharmazie
- Restaurierungskunde
- Veterinärmedizin
- Zahnmedizin

Studienfachgruppe 4

- Bibliothekswissenschaft, Dokumentation
- Erziehungswissenschaften
- Gesundheitswissenschaften (allgemein)
- Medienwissenschaft
- Politikwissenschaft/Politologie
- Sozialwissenschaften
- Sport, Sportwissenschaft

Studienfachgruppe 5

- Kommunikationswissenschaft/ Publizistik
- Sozialwesen
- Verwaltungswissenschaften

Kategorie

	Gesamt
A) Mathematische Inhalte	115
A1) Grundlagen	50
A2) Analysis	30
A3) Lineare Algebra und Analytische Geometrie	16
A4) Stochastik	13
A5) Bereichsübergreifende Inhalte	6
B) Mathematische Arbeitstätigkeiten	42
B1) Grundlagen (Rechnen, Hilfsmiteileinsatz, Darstellungen)	9
B2) Mathematisches Argumentieren und Beweisen	9
B3) Mathematisches Kommunizieren	5
B4) Mathematisches Definieren	4
B5) Problemlösen	8
B6) Mathematisches Modellieren	6
B7) Recherche	1
C) Wesen der Mathematik	9
D) Persönliche Merkmale	22
D1) Einstellungen und Arbeitsweisen	11
D2) Kognitive Fähigkeiten und Kenntnisse	7
D3) Soziale Fähigkeiten	4
Gesamt	188

	Studienfachgruppe 1			Studienfachgruppe 2			Studienfachgruppe 3			Studienfachgruppe 4			Studienfachgruppe 5		
	N	NN	KK	N	NN	KK									
	43	26	46	76	15	24	52	41	22	39	41	35	24	76	15
	37	2	11	38	5	7	29	13	8	25	13	12	13	26	11
	2	10	18	19	1	10	11	15	4	2	17	11	0	26	4
	3	6	7	7	6	3	2	10	4	0	8	8	0	16	0
	1	6	6	10	1	2	9	1	3	10	1	2	9	4	0
	0	2	4	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	4	0
	27	7	8	36	1	5	24	6	12	23	6	13	14	21	7
	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	7	0	2
	4	4	1	6	1	2	5	3	1	5	2	2	3	4	2
	4	0	1	5	0	0	3	0	2	3	0	2	2	2	1
	3	1	0	3	0	1	0	1	3	1	1	2	0	3	1
	3	0	5	7	0	1	3	1	4	2	2	4	1	6	1
	3	2	1	5	0	1	3	1	2	2	1	3	0	6	0
	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	9	0	0	7	0	2	3	4	2	2	2	5	0	6	3
	19	0	3	17	0	5	16	1	5	16	2	4	15	5	2
	9	0	2	9	0	2	7	1	3	7	2	2	6	4	1
	6	0	1	5	0	2	6	0	1	5	0	2	5	1	1
	4	0	0	3	0	1	3	0	1	4	0	0	4	0	0
	98	33	57	136	16	36	95	52	41	80	51	57	53	108	27

N = Notwendig; NN = Nicht notwendig; KK = Kein Konsens

Lernvoraussetzungen im Bereich „Mathematische Inhalte“

In der Kategorie **MATHEMATISCHE INHALTE** bewerteten die Hochschullehrenden verschiedene Aspekte mathematischer Konzepte und Regeln hinsichtlich ihrer Notwendigkeit als Lernvoraussetzung für ein Studium außerhalb des MINT-Bereichs. Sofern sie einen Aspekt als notwendig erachteten, sollten sie auch das Niveau angeben, auf dem der genannte Aspekt ihrer Meinung nach vorausgesetzt werden sollte (Kasten 1). Die als notwendig identifizierten Lernvoraussetzungen in diesem Bereich erstrecken sich von Grundlagen (z. B. Rechnen mit Maßeinheiten, Begriff und Definition einer Funktion) über Inhalte der Analysis (z. B. Stetigkeitskonzept, Differenzieren und Integrieren), der Linearen Algebra und Analytischen Geometrie (z. B. Komponentendarstellung von Vektoren, elementare Operationen mit Vektoren) und der Stochastik (z. B. Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, stochastische Unabhängigkeit) bis hin zu bereichsübergreifenden Inhalten (z. B. Aussagenlogik, übergeordnete Begriffe wie Definition, Satz, Beweis etc.).

Kasten 1:
Niveaus im Bereich
Mathematische Inhalte

NIVEAUBESCHREIBUNG

Die folgenden beiden Niveaus wurden bei der Einschätzung der Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung unterschieden:

NIVEAU 1: Grundlegendes Wissen in Bezug auf die mathematischen Inhalte, Algorithmen oder Routinen. Diese können wiedergegeben bzw. ausgeführt werden. Niveau 1 korrespondiert z. B. mit Aufgabenanforderungen der Arten Ausführen, Erkennen, Nachvollziehen, Umformen, Berechnen oder Kennen.

NIVEAU 2: Flexibles und stark vernetztes Wissen als Basis für eine kreative Verwendung zur Generierung neuen Wissens oder von Problemlösungen durch heuristische Prozesse, Verknüpfung bzw. Verallgemeinerung. Niveau 2 korrespondiert z. B. mit Aufgabenanforderungen der Arten Übertragen, Interpretieren, Beurteilen, Analysieren, Beweisen und Verallgemeinern.

Für den mathematischen Inhalt „Rationale, reelle Zahlen (inkl. elementarer Eigenschaften)“ bedeutet Niveau 1 beispielsweise: Die Lernenden wissen um die Existenz von rationalen und irrationalen Zahlen und können Standardbeispiele angeben. Niveau 2 bedeutet beispielsweise: Die Lernenden kennen spezifische Eigenschaften der Zahlbereiche (z. B. Dichtheit, Abzählbarkeit) und können damit argumentieren und dies auf Problemlösungen übertragen (z. B.: Gibt es eine kleinste positive Zahl?).

Eine als notwendig identifizierte Lernvoraussetzung wurde auf Niveau 2 eingestuft, wenn mehr als 50% aller Teilnehmenden die Lernvoraussetzung auf Niveau 2 als notwendig erachteten.

HIGHLIGHTS

Die als notwendig erwarteten Lernvoraussetzungen der Kategorie *Mathematische Inhalte* variieren stark zwischen den Studienfachgruppen. Lediglich 13 der 115 Lernvoraussetzungen werden in allen Studienfachgruppen von den Hochschullehrenden erwartet, vornehmlich auf Niveau 1, teilweise auch auf Niveau 2. Von diesen 13 Lernvoraussetzungen betreffen 12 die mathematischen Grundlagen (Beispiele in Abb. 10 und 11) und eine den Bereich Stochastik. Auffällig sind Spezifika der einzelnen Studienfachgruppen. So stellen Aspekte der elementaren Geometrie ein Spezifikum für die Studienfachgruppe 1 (u. a. Architektur, Raumplanung) dar, während Aspekte der Analysis vor allem von Hochschullehrenden für die Studienfachgruppen 2 (u. a. Wirtschaftswissenschaften) und 3 (u. a. medizinische Studiengänge) erwartet werden. Inhalte aus der Analytischen Geometrie und Linearen Algebra werden vor allem in Studienfachgruppe 2 erwartet. Aspekte der Stochastik werden hingegen deutlich breiter erwartet, spielen in Studienfachgruppe 1 jedoch kaum eine Rolle, wobei das Meinungsbild in dieser Gruppe uneinheitlich ist. Auffällig ist, dass alle Lernvoraussetzungen, die die Hochschullehrenden des MINT-Bereichs auf Niveau 2 erwarten (vgl. MaLeMINT-Studie, Neumann, Pigge & Heinze, 2017) von den Hochschullehrenden außerhalb des MINT-Bereichs für alle Studienfachgruppen mindestens auf Niveau 1 erwartet werden. Analog zum MINT-Bereich erwarten auch die Hochschullehrenden außerhalb des MINT-Bereichs bei mathematischen Konzepten ein intuitives Verständnis und sehen ein formales Verständnis tendenziell nicht als notwendig an (vgl. Abb. 12 und 13 zum intuitiven und formalen Stetigkeitskonzept).

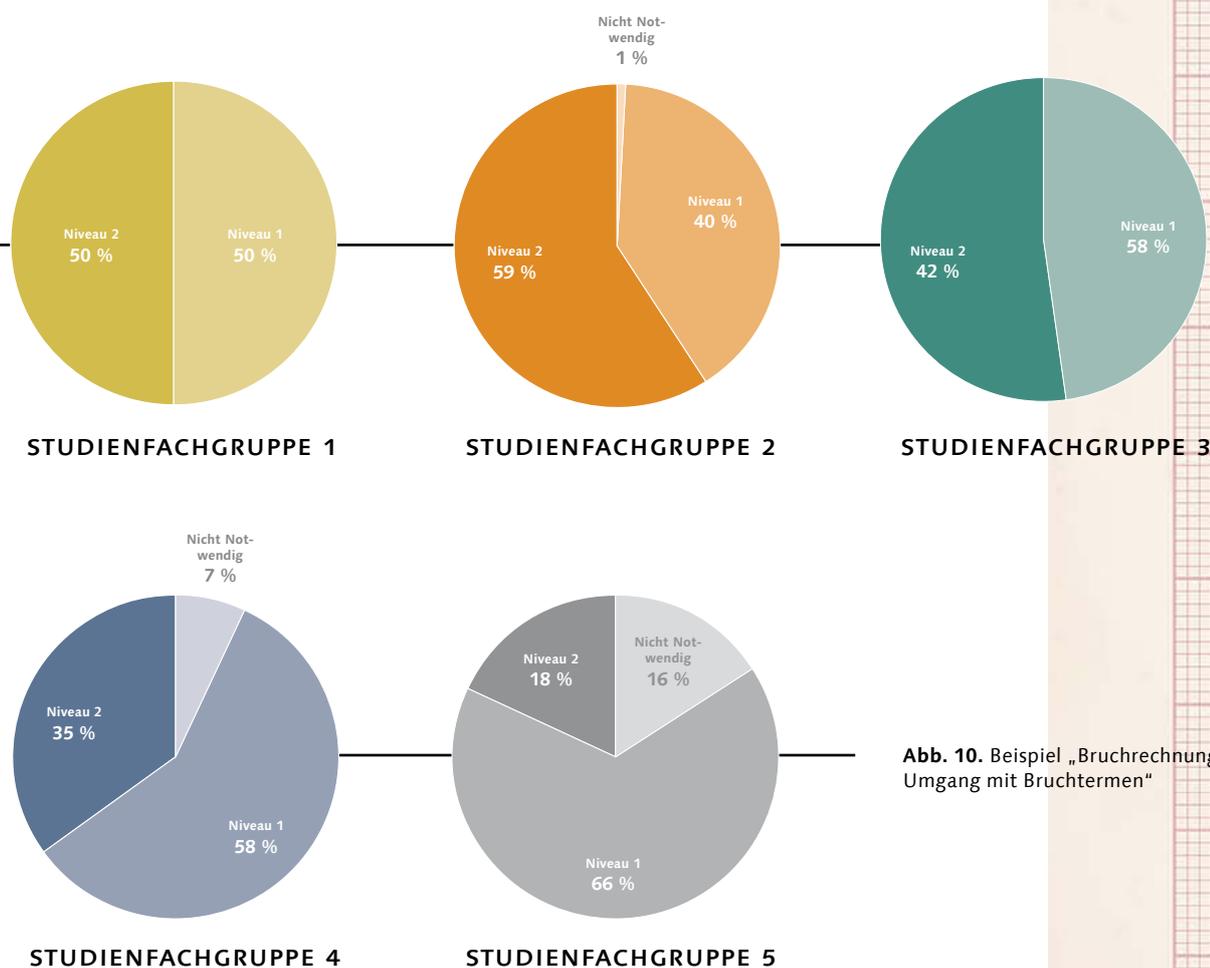
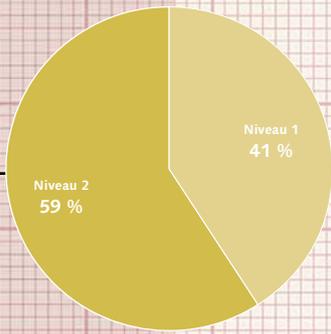
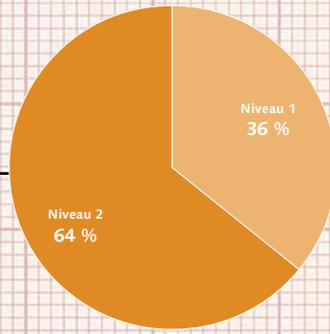


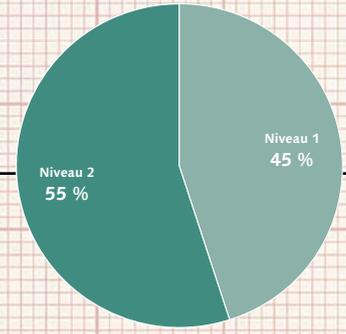
Abb. 10. Beispiel „Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen“



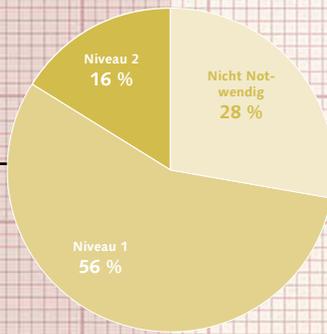
STUDIENFACHGRUPPE 1



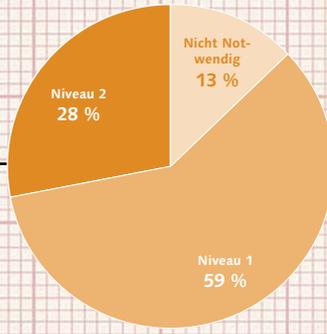
STUDIENFACHGRUPPE 2



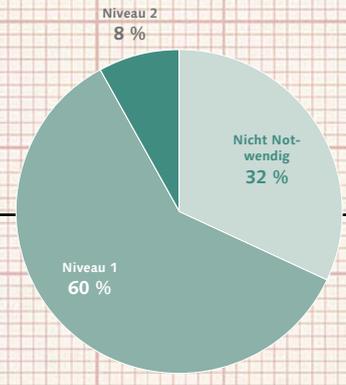
STUDIENFACHGRUPPE 3



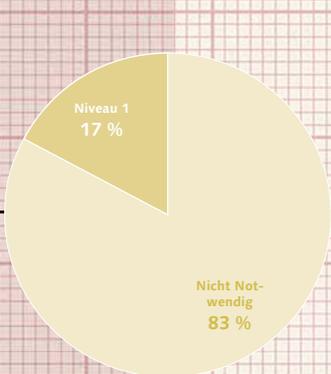
STUDIENFACHGRUPPE 1



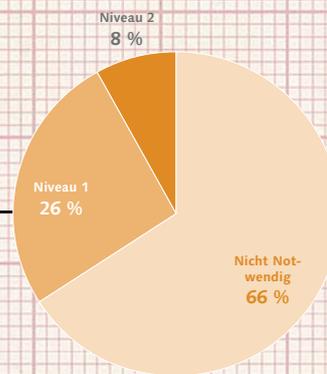
STUDIENFACHGRUPPE 2



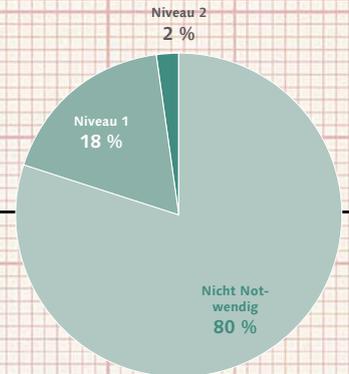
STUDIENFACHGRUPPE 3



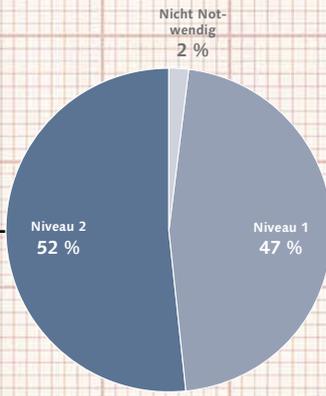
STUDIENFACHGRUPPE 1



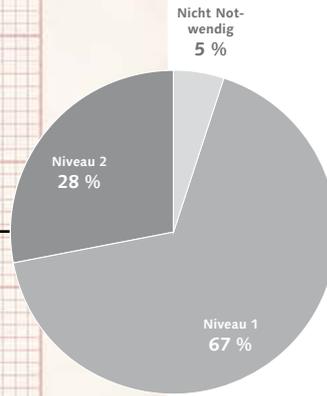
STUDIENFACHGRUPPE 2



STUDIENFACHGRUPPE 3

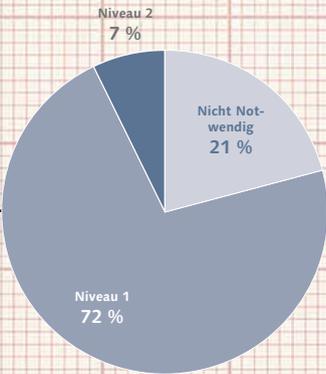


STUDIENFACHGRUPPE 4

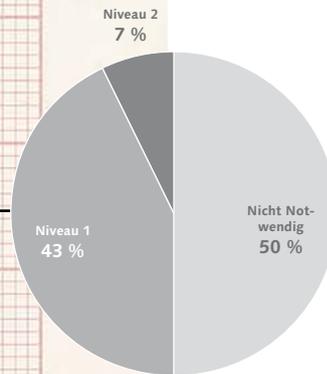


STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 11. Beispiel „Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz“

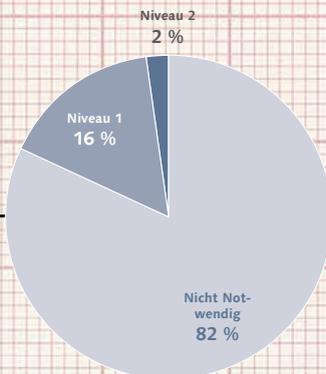


STUDIENFACHGRUPPE 4

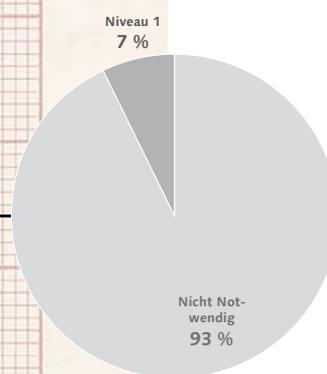


STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 12. Beispiel „Anschauliches Stetigkeitskonzept (z. B. als „durchgezogener Graph“)“



STUDIENFACHGRUPPE 4



STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 13. Beispiel „Formales Stetigkeitskonzept (als ϵ - δ -Definition oder mittels Idee der Folgenstetigkeit)“

**LERNVORAUSSETZUNGEN
„MATHEMATISCHE INHALTE“**

Studienfachgruppe				
1	2	3	4	5

1 Grundlagen

Mengen und Zahlen

Mengen, Mengendarstellungen und Mengenoperationen	☞	☞	?	☞	☞
rationale, reelle Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)	☞	☞	☞	☞	☞
Größenvorstellungen zu Standardbeispielen reeller Zahlen (z. B. Pi)	☞	☞	☞	☞	?
Zahlengerade als Repräsentationsform für Zahlen	☞	☞	☞	☞	☞
Techniken für Zahlenvergleiche (z. B. beim Vergleich zweier Brüche)	☞	☞	☞	☞	☞
Teilbarkeit einschließlich ggT, kgV und Primfaktorzerlegung	☞	☞	☞	?	⊘
Rechnen mit Maßeinheiten (z. B. SI-Einheiten wie Meter oder Kilogramm und abgeleitete Einheiten)	☞☞	☞	☞☞	☞	☞
Komplexe Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)	?	⊘	⊘	⊘	⊘

Variablen und Terme

Elementare algebraische Regeln wie z.B. Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Klammerrechnung, Vorzeichenregeln, Binomische Formeln, Faktorisieren	☞	☞☞	☞	☞	☞
Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen	☞	☞☞	☞	☞	☞
Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz	☞☞	☞☞	☞☞	☞☞	☞

Umgang mit (Un-)Gleichungen in einer Variablen und lineare Gleichungssysteme

Äquivalenzumformung und Implikation	☞	☞	☞	☞	?
Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen	☞	☞	☞	☞	?
Lineare und quadratische Gleichungen	☞	☞☞	☞	☞	☞
Potenz- und Wurzelgleichungen (inkl. Rechenregeln für Potenz- und Wurzelrechnung)	☞	☞	☞	☞	☞
Betragsgleichungen	☞	☞	☞	☞	?
Exponential- und Logarithmusgleichungen	☞	☞	☞	☞	?
Gleichungen mit trigonometrischen Funktionen	☞	?	⊘*	⊘	⊘
Lineare und quadratische Ungleichungen	☞	☞	☞	?	?
Ungleichungen mit Beträgen	?	☞	☞	?	⊘
Lineare Gleichungssysteme mit bis zu drei Unbekannten (ohne Matrixdarstellung)	?	☞	?	?	?
Lineare Gleichungssysteme: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen (ohne Matrixdarstellung)	⊘	☞	?	?	?

	1	2	3	4	5
Elementare Geometrie					
Geometrische Konstruktionen von Dreiecken bzw. im Dreieck					
Satz des Pythagoras und Sätze am Kreis (z. B. Satz des Thales)			*		
Trigonometrie (inkl. Sinus- und Kosinussatz)			*		
Berechnung von Winkelgrößen, Längen und Flächeninhalten bzw. Volumina bei einfachen Flächen- bzw. Körperformen (z. B. Dreieck, Viereckstypen, Kreis, Pyramiden, Zylinder, Kugel)			*		
Kongruenz und Ähnlichkeit (und zugehörige Abbildungen)					
Strahlensätze					
Kreisgleichung $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$					
Funktionen					
Begriff/Definition einer Funktion					
Definitionsmenge und Wertemenge					
Repräsentationen von Funktionen (Tabelle, Graph, Gleichung)					
Transformation von Funktionen (Spiegelung, Verschiebung, Streckung/Stauchung) an Funktionsgraph und -gleichung					
Lineare und quadratische Funktionen					
Potenz- und Wurzelfunktionen					
Exponential- und Logarithmusfunktionen					
Trigonometrische Funktionen (inkl. Bogenmaß, Kenntnisse spezieller Funktionswerte, Polarkoordinaten)			*		
Verknüpfung oder Verkettung von Funktionen					
Symmetrie					
Monotonie					
Nullstellen					
Asymptotisches Verhalten von Funktionen					
Polynome (Grad n), elementares Rechnen mit Polynomen					

- Niveau 1 - Niveau 2 - Nicht notwendig - Kein Konsens

* Dieser Aspekt erfüllte in Gruppe 3 insgesamt das Kriterium für nicht notwendige Lernvoraussetzungen. In der Runde 3 wurde in den Studiengängen (Zahn-)Medizin und Pharmazie der Aspekt jedoch mindestens dreimal in den offenen Antwortfeldern als notwendig benannt.

	1	2	3	4	5
Polynomdivision	?	?	⊘	⊘	⊘
Gebrochenrationale Funktionen	?	⊠	⊘	⊘	⊘
Begriff der Umkehrfunktionen inkl. zentraler Beispiele (Potenz-, Wurzel-, Exponential-, Logarithmus- und trigonometrische Funktionen)	⊠	⊠	⊠	?	⊘
Funktionen mit Fallunterscheidung	?	⊠	?	?	⊘
Funktionsscharen (Funktionen mit Parametern)	?	⊠	?	?	⊘
Funktionen mit mehreren Variablen	?	⊠	?	⊠	?
Bijektivität, Surjektivität und Injektivität (von Funktionen)	⊘	?	⊘	⊘	⊘

Folgen und Reihen

Begriff der Folge (als Abbildung von \mathbb{N} nach \mathbb{R})	?	⊠	⊘	⊘	⊘
Intuitives Grenzwertkonzept (z.B. $x \rightarrow a$, ohne expliziten Folgenbegriff) und Grenzwertbestimmung	?	⊠	?	?	⊘
Arithmetische und geometrische Folgen	?	⊠	⊘	⊘	⊘
Bildungsvorschriften von Folgen (rekursiv, explizit)	⊘	?	⊘	⊘	⊘
Formales Grenzwertkonzept (auf Basis von Folgen) und Grenzwertbestimmung	⊘	?	⊘	⊘	⊘
Begriff der Reihe (als Folge von Partialsummen)	⊘	?	⊘	⊘	⊘
Arithmetische und geometrische Reihe	?	?	⊘	⊘	⊘

Stetigkeit, Differential- und Integralrechnung (Riemann-Integral)

Anschauliches Stetigkeitskonzept (z.B. als „durchgezogener Graph“)	⊠	⊠	⊠	⊠	?
Formales Stetigkeitskonzept (als ε - δ -Definition oder mittels Idee der Folgenstetigkeit)	⊘	?	⊘	⊘	⊘
Definition der Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit auf Basis eines intuitiven Grenzwertkonzepts ($x \rightarrow a$)	⊘	⊠	⊘	⊘	⊘
Definition der Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit mit formalem Grenzwertkonzept auf Basis von Folgen	⊘	?	⊘	⊘	⊘
Graphische Interpretation von Differenzierbarkeit (z.B. „kein Knick im Graph“)	?	⊠	⊠	?	?
Rechnerisches Differenzieren und Integrieren reeller Funktionen (von Hand)	?	⊠	⊠	?	⊘
Anschauliche/graphische Beziehung zwischen Funktions- und Ableitungsgraph	?	⊠	⊠	?	⊘
Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung	?	⊠	⊘	⊘	⊘
Definition und Bestimmung von Extrem- und Wendestellen	?	⊠	⊠	?	?
Extremwertprobleme	?	⊠	⊘	⊘	⊘

	1	2	3	4	5
Rotationsvolumen	?	○	○	○	○
Begriff des Algorithmus	?	■	?	■	?
Einfache Numerische Methoden (wie z. B. Trapezregel oder Newtonverfahren)	○	?	○	○	○
Differentiations- und Integrationsregeln					
Faktor- und Summenregel (Differential- und Integralrechnung)	?	■	■	?	○
Produktregel und Quotientenregel (Differentialrechnung)	?	■	■	?	○
Kettenregel (Differentialrechnung)	?	■	■	?	○
Substitutionsregel (Integralrechnung)	○	?	?	○	○
Partielle Integration (Integralrechnung)	?	?	?	○	○
Vorstellungen von Ableitung und Integral					
Ableitung als Tangentensteigung	■	■	■	?	○
Ableitung als lokale Änderungsrate	?	■	■	?	○
Ableitung als lokale lineare Approximation	○	■	○	○	○
Bestimmtes Integral als orientierter Flächeninhalt	?	■	■	?	○
Bestimmtes Integral als rekonstruierter Bestand aus momentaner Änderungsrate	○	?	○	○	○

3 Lineare Algebra und Analytische Geometrie

Vektoren als Pfeilklassen	■	?	■	?	○
Komponentendarstellung von Vektoren in \mathbb{R}^3	■	■	○	○	○
Elementare Operationen mit Vektoren (Addition, Skalarmultiplikation)	■	■	■	?	○
Skalarprodukt	?	■	?	?	○
Kreuzprodukt	○	?	?	?	○
Kollinearität von Vektoren	?	■	?	?	○
Linearkombinationen und lineare Abhängigkeit von Vektoren (über Kollinearität hinaus)	?	■	○	?	○
Matrizen, Matrizenaddition, Matrix-Vektor-Multiplikation (nur 2×2 -Matrizen)	?	■**	○	?	○
Fixvektoren von (linearen) Abbildungen	○	○	○	○	○

■ - Niveau 1 ■ ■ - Niveau 2 ○ - Nicht notwendig ? - Kein Konsens

** In den Studiengängen der Wirtschaftswissenschaften wurden in Runde 3 darüber hinaus auch $n \times n$ -Matrizen von 3 Teilnehmenden als notwendig benannt.

	1	2	3	4	5
Matrizenmultiplikation und inverse Matrizen (nur 2x2-Matrizen)					
Potenzen von Matrizen und Grenzmatrizen					
Geometrische Transformationen (Spiegelung, Rotation, Skalierung) und deren Darstellung durch Matrizen im \mathbb{R}^2					
Abstrakte algebraische Strukturen wie Gruppe und Vektorraum					
Analytische Beschreibung bzw. Darstellung von Punkt, Gerade und Ebene in Ebene und Raum					
Analytische Beschreibung und Darstellung von Kreis und Kugel in Ebene und Raum					
Winkel- und Lagebeziehungen (Schnittpunkt, Abstand) von geometrischen Objekten in Ebene und Raum					

4 Stochastik

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung (Zufallsversuche, Ereignisse und Ergebnisse, absolute und relative Häufigkeit, Diagramme)					
Einstufige und mehrstufige Zufallsversuche (auch: Baumdiagramme und Pfadregeln)					
Bedingte Wahrscheinlichkeit (auch: Vierfeldertafel)					
Stochastische Unabhängigkeit					
Lage- und Streuungsparameter der deskriptiven Statistik (Arithmetisches Mittel, Modus, Median, Spannweite)					
Grundlagen der Stochastik (Zufallsvariable, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung)					
Binomialverteilung (Elementare Eigenschaften und ihre Kenngrößen)					
„Glockenform“ als Grundvorstellung von normalverteilten Zufallsgrößen					
Hypothesentests (Alternativtest, ein- und zweiseitiger Signifikanztest)					
Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen					
Grundlagen der Kombinatorik (Fakultät, Binomialkoeffizient)					
Abzählende Kombinatorik (Allgemeines Zählprinzip, Permutationen, Variationen, Kombinationen)					
Erweiterung der Kombinatorik: Grundlagen der Graphentheorie (Kanten, Knotenpunkte, Eulersche Kantenzüge, Hamilton-Kreise)					

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 Bereichsübergreifende Inhalte

Aussagenlogik (Aussagen und ihre Verknüpfung, Aussageformen, Umkehrung von Aussagen, Umformungen (Rechnen mit Aussagevariablen sowie Existenz- und All-Aussagen))	?		?		
Quantoren und Prädikatenlogik (Ergänzung zu Aussagenlogik)					
Beweisverfahren (direkter und indirekter Beweis, vollständige Induktion)		?		?	
Übergeordnete Begriffe wie Definition, Beispiel, Vermutung, Heuristik, Aussage, Satz, Beweis	?		?		
Kenntnisse zu Zielen mathematischen Arbeitens (z.B. Begriffsbildung, Untersuchung von Strukturen)	?	?	?	?	
Fehlerfortpflanzung und Fehler- und Ausgleichsrechnung	?				

- Niveau 1 - Niveau 2 - Nicht notwendig - Kein Konsens

Lernvoraussetzungen im Bereich „Mathematische Arbeitstätigkeiten“

In der Kategorie **MATHEMATISCHE ARBEITSTÄTIGKEITEN** bewerteten die Hochschullehrenden verschiedene, für das mathematische Arbeiten typische Prozesse. Sofern sie einen Aspekt als Lernvoraussetzung für Studierende in Fächern außerhalb des MINT-Bereichs als notwendig erachteten, sollten sie auch das Niveau angeben, auf dem der genannte Aspekt ihrer Meinung nach vorhanden sein sollte (Kasten 2).

Kasten 2: Niveaus im Bereich *Mathematische Arbeitstätigkeiten*

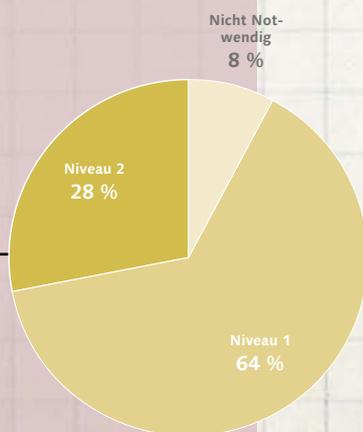
NIVEAUBESCHREIBUNG

Die folgenden beiden Niveaus wurden bei der Einschätzung der Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung in der Kategorie *Mathematische Arbeitstätigkeiten* unterschieden:

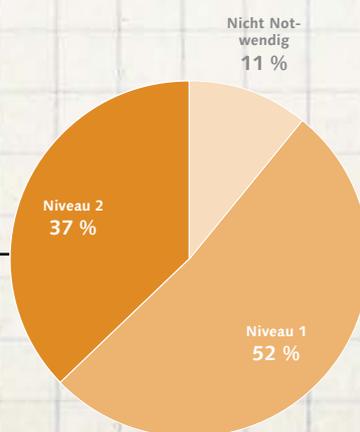
NIVEAU 1: Die jeweilige mathematische Arbeitstätigkeit kann in vertrauten Anforderungssituationen reproduziert werden (z. B. Probleme analog zu einem bekannten Aufgabentyp lösen), und sie kann in unvertrauten Situationen bei einfachen Inhalten der Sekundarstufe I ausgeführt werden.

NIVEAU 2: Die jeweilige mathematische Arbeitstätigkeit kann **zusätzlich** in unvertrauten Anforderungssituationen bei Inhalten der Sekundarstufe II durchgeführt werden.

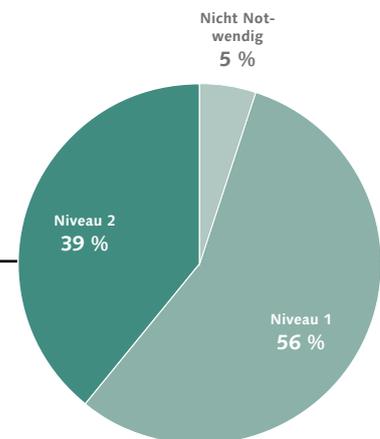
Eine als notwendig identifizierte Lernvoraussetzung wurde auf Niveau 2 eingestuft, wenn mehr als 50% aller Teilnehmenden die Lernvoraussetzung auf Niveau 2 als notwendig erachteten.



STUDIENFACHGRUPPE 1



STUDIENFACHGRUPPE 2



STUDIENFACHGRUPPE 3

HIGHLIGHTS

Typische *Mathematische Arbeitstätigkeiten*, die als notwendige Lernvoraussetzungen identifiziert wurden, bezogen sich auf das Argumentieren und Beweisen, Kommunizieren, Definieren, Problemlösen, Modellieren sowie auf Recherche. Zusammen mit den Lernvoraussetzungen aus dem Bereich der *Mathematischen Inhalte* spiegeln die Lernvoraussetzungen zu *Mathematischen Arbeitstätigkeiten* die Struktur der nationalen Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife im Fach Mathematik wider, die allgemeine mathematische Kompetenzen zu mathematischen Leitideen formulieren.

Interessant ist, dass bezüglich der *Mathematischen Arbeitstätigkeiten* eine größere Übereinstimmung zwischen den fünf Studienfachgruppen zu bestehen scheint als hinsichtlich der *Mathematischen Inhalte*. Die als notwendig angesehenen Arbeitstätigkeiten werden dabei bis auf eine Ausnahme immer nur auf Niveau 1 erwartet, d.h. sie sollen in vertrauten mathematischen Situationen der Sekundarstufe I und II sowie unvertrauten Situationen der Sekundarstufe I eingesetzt werden können. Vor allem grundlegende Arbeitstätigkeiten werden über alle fünf Studienfachgruppen hinweg als notwendig angesehen, wie beispielsweise die Nutzung verschiedener Kontrollstrategien oder der sichere Umgang mit grundlegender mathematischer Formelsprache oder Standarddarstellungen. Ebenfalls über alle Gruppen hinweg wird der sichere Umgang mit Taschenrechnern und Computern erwartet (Abb. 14). Arbeitstätigkeiten zum mathematischen Argumentieren und Beweisen, Kommunizieren, Definieren sowie Problemlösen sind vor allem in der Studienfachgruppe 2 (u. a. Wirtschaftswissenschaften) und teilweise auch in Studienfachgruppe 1 (u. a. Architektur) relevant. Studienfachgruppe 5 (u. a. Kommunikationswissenschaften/Publizistik) sticht dadurch heraus, dass der Großteil der als notwendig angesehenen Lernvoraussetzungen zu *Mathematischen Arbeitstätigkeiten* den Grundlagen wie Rechnen, Hilfsmiteileinsatz und Darstellungen zuzuordnen ist.

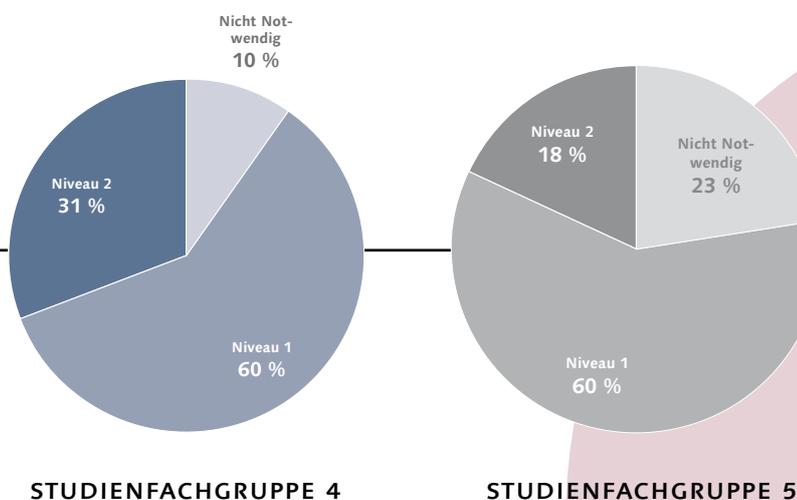


Abb. 14. Beispiel: „Sicherer Umgang mit Taschenrechnern und Computern zur Lösung von Aufgaben (z. B. einfache graphische Lösungsverfahren aber auch kritische Betrachtung von Ergebnissen)“

LERNVORAUSSETZUNGEN „MATHEMATISCHE ARBEITSTÄTIGKEITEN“	Studienfachgruppe				
	1	2	3	4	5

1 Grundlagen (Rechnen, Hilfsmiteleinsatz, Darstellungen)

Schnelles und korrektes Ausführen von bekannten Verfahren ohne elektronische Hilfsmittel (z. B. Bestimmen von Ableitung und Integral; Lösen von Gleichungssystemen; Umformungen, wobei einfache Rechenschritte im Kopf gelöst werden können)					
Sicherer Umgang mit Taschenrechnern und Computern zur Lösung von Aufgaben (z. B. einfache graphische Lösungsverfahren, aber auch kritische Betrachtung von Ergebnissen)					
Sprachliche Fähigkeiten (Deutsch, ohne spezielle mathematische Fachbegriffe) zum Verstehen von Aufgabenstellungen oder Texten zur Mathematik, z. B. in der Fachliteratur					
Sprachliche Fähigkeiten (Englisch, ohne spezielle mathematische Fachbegriffe) zum Verstehen von Aufgabenstellungen oder Texten zur Mathematik, z. B. in der Fachliteratur					
Sicherer Umgang mit grundlegender mathematischer Formelsprache (ohne elektronische Hilfsmittel)					
Sicherer Umgang mit Standarddarstellungen von Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten (ohne elektronische Hilfsmittel)					
Sicherer Umgang mit dem Summen- und dem Produktzeichen					
Schnelles und sicheres Wechseln zwischen unterschiedlichen Standarddarstellungen (z. B. bei Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten) ohne elektronische Hilfsmittel					
Entwickeln von Visualisierungen zu mathematischen Zusammenhängen (d. h. geeignete Auswahl einer Darstellungsart und Anfertigen der Darstellung ohne elektronische Hilfsmittel)					

2 Mathematisches Argumentieren und Beweisen

Verstehen und Explorieren von mathematischen Behauptungen und Sätzen (was wird ausgesagt, für welche Klasse von mathematischen Objekten gilt dies bzw. gilt dies nicht aufgrund der Voraussetzungen)					
Verstehen und Prüfen von mathematischen Beweisen					
Erkennen von Zusammenhängen und Strukturen in gegebenen mathematischen Situationen (z. B. einfache Schlussfolgerungen oder Äquivalenzen)					

	1	2	3	4	5
Entwickeln und Formulieren mathematischer Vermutungen und unterstützender Plausibilitätsargumente					
Entwickeln und Formulieren mathematischer Beweise zu einer gegebenen Behauptung					
Kontrollstrategien					
Überschlagsrechnungen					
Größenordnungen abschätzen					
Plausibilitätsüberlegungen bei Argumentationen					
Fehler systematisch eingrenzen, identifizieren bzw. grob abschätzen					

3 Mathematisches Kommunizieren

Schriftliche mathematische Formulierungen (mit Fachsprache und Fachsymbolik) sprachlich verstehen					
Mathematik in präziser mathematischer Notation unter Einsatz der Fachsprache und Fachsymbolik schriftlich darstellen					
Lernförderliche und präzise Fragen stellen					
Mathematische Sachverhalte mündlich erklären					
Zielgerichtet mit Lehrenden oder Studierenden über Mathematik diskutieren					

4 Mathematisches Definieren

Mathematische Definitionen nachvollziehen (u. a. Beispiele und Gegenbeispiele angeben; prüfen, ob ein Beispiel unter die Definition fällt oder nicht)					
Mathematische Begriffe anhand ihrer Definition erklären					
Mathematische Definitionen bekannter Begriffe angemessen formulieren					
Eigene Definitionen zu (einfachen) selbst abgeleiteten mathematischen Begriffen entwickeln					

5 Problemlösen

Gegebene mathematische Probleme verstehen und präzise wiedergeben					
Gegebene Lösungen zu mathematischen Problemen verstehen					

- Niveau 1 - Niveau 2 - Nicht notwendig - Kein Konsens

	1	2	3	4	5
Aus gegebenen Lösungen zu mathematischen Problemen Lösungsstrategien ableiten					
Allgemeine heuristische Prinzipien sicher und flüssig verwenden (Skizze anfertigen, systematisch probieren, in Teilprobleme zerlegen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden)					
Rolle allgemeiner heuristischer Prinzipien bei ihrer Verwendung explizit erläutern					
Notwendigkeit von Fallunterscheidungen erkennen und Fallunterscheidungen vornehmen					
Probleme mit mindestens drei Lösungsschritten lösen (d. h. Probleme, bei denen eine Kette von mindestens drei Argumenten nötig ist, sodass eine einfache Folgerung aus den Voraussetzungen in Kombination mit einer einfachen Rückwärtsfolgerung aus der Behauptung nicht schon die Lösung darstellt)					
Komplexe Probleme in einfachere äquivalente Probleme umformulieren					

6 Mathematisches Modellieren

Beschreibung außermathematischer Situationen mithilfe mathematischer Werkzeuge					
Lösung außermathematischer Problemsituationen mithilfe mathematischer Werkzeuge					
Kontrolle von Ergebnissen einer mathematischen Modellierung im Hinblick auf Stimmigkeit in Realsituationen					
Bewerten verschiedener mathematischer Modelle der selben Realsituation					
Erkennen des genuin mathematischen Beitrags beim Lösen außermathematischer Probleme mithilfe mathematischer Werkzeuge					
Reflektieren des Nutzens und der Grenzen mathematischer Modellierungen für reale Problemsituationen					

7 Recherche

Mathematische Informationen in Nachschlagewerken, dem Internet oder anderen Ressourcen recherchieren (inkl. kritischer Einschätzung der Quellen)					
--	--	--	--	--	--

- Niveau 1 - Niveau 2 - Nicht notwendig - Kein Konsens

Lernvoraussetzungen im Bereich „Wesen der Mathematik“

In der Kategorie *WESEN DER MATHEMATIK* bewerteten die Hochschullehrenden, inwieweit Vorstellungen über die Mathematik als wissenschaftliche Disziplin Lernvoraussetzungen für Studienanfängerinnen und Studienanfänger darstellen. Sofern sie eine Lernvoraussetzung für Studierende in Fächern außerhalb des MINT-Bereichs als notwendig erachteten, sollten sie auch das Niveau angeben, auf dem der genannte Aspekt ihrer Meinung nach vorhanden sein sollte (Kasten 3).

NIVEAUBESCHREIBUNG

Die folgenden beiden Niveaus wurden bei der Einschätzung der Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung in der Kategorie *Wesen der Mathematik* unterschieden:

NIVEAU 1: Die Vorstellungen über Mathematik liegen zu Studienbeginn als abstraktes Metawissen vor (d. h. die Lernenden haben diese als Information in irgendeiner Form mitgeteilt bekommen).

NIVEAU 2: Die Lernenden haben schon eigene Erfahrungen mit dem jeweiligen Wesenszug der Mathematik gemacht, z. B. indem entsprechendes mathematisches Arbeiten beobachtet und reflektiert oder sogar selbst vollzogen wurde.

Für die Vorstellung, dass das Beweisen im Zentrum der Mathematik steht, bedeutet Niveau 1 beispielsweise: Die Lernenden wissen, dass Beweisen eine zentrale Tätigkeit in der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin ist, haben dies in der Schule selbst aber nicht so kennengelernt. Niveau 2 bedeutet: Die Lernenden haben eigene Erfahrungen im Beweisen gesammelt und dabei erlebt, dass diese Tätigkeit zentraler Bestandteil der Mathematik als Wissenschaftsdisziplin ist. Oder: Sie haben die Rolle des Beweises als zentrales Element mathematischen Arbeitens beobachtet/wahrgenommen und reflektiert (z. B. durch Lesen eines Buchs über Fermats letzten Satz o. ä.).

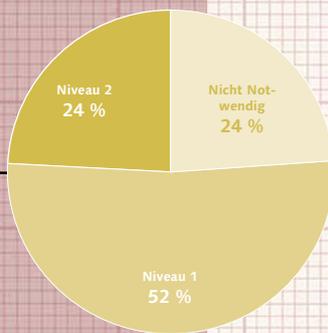
Eine als notwendig identifizierte Lernvoraussetzung wurde auf Niveau 2 eingestuft, wenn mehr als 50 % aller Teilnehmenden die Lernvoraussetzung auf Niveau 2 als notwendig erachteten.

Kasten 3: Niveaus im Bereich *Wesen der Mathematik*

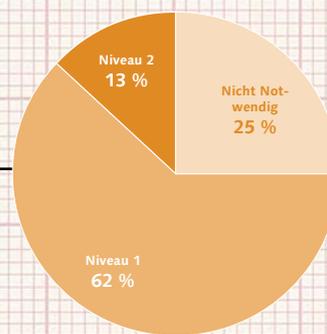
HIGHLIGHTS

Die als notwendig identifizierten Lernvoraussetzungen aus diesem Bereich sind auf einer metafachlichen Ebene anzusiedeln und betreffen Spezifika des Faches Mathematik (in Abgrenzung zu anderen Fächern). Diese Aspekte sind zwar vor dem Hintergrund des wissenschaftspropädeutischen Auftrags des Mathematikunterrichts der gymnasialen Oberstufe relevant, bislang finden sie in Standards und Lehrplänen jedoch kaum eine explizite Berücksichtigung in konkretisierter Form.

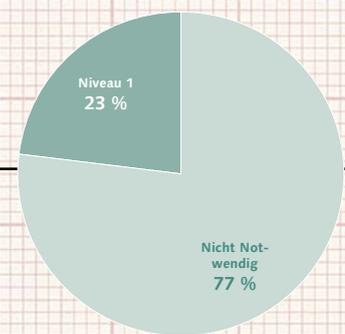
Derartige Vorstellungen, wie beispielsweise über die Strenge in der Begriffsdefinition und der Argumentation oder Mathematik auch als Schulung des präzisen und abstrakten Denkens zu verstehen, werden vornehmlich in den Studienfachgruppen 1 und 2 und eingeschränkt auch in den Studienfachgruppen 3 und 4 als notwendig erachtet (Abb. 15 und 16). Wie bereits für Studierende der MINT-Fächer reicht es jedoch aus Hochschulsicht aus, wenn die Vorstellungen über Mathematik als abstraktes Metawissen vorliegen, eigene Erfahrungen mit diesen Wesenszügen der Mathematik werden nicht als notwendig erachtet. Hochschullehrende der Studienfachgruppe 5 schätzen die Lernvoraussetzungen dieser Kategorie entweder als nicht notwendig ein oder bewerten sie uneinheitlich.



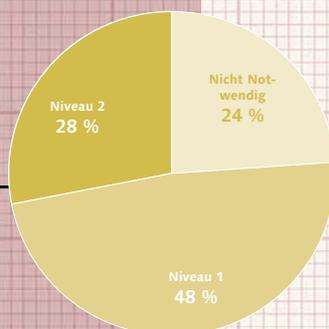
STUDIENFACHGRUPPE 1



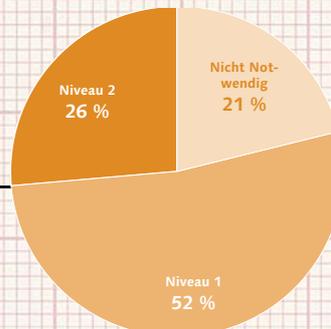
STUDIENFACHGRUPPE 2



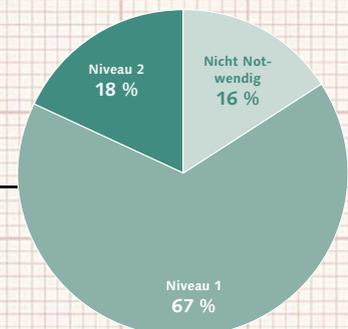
STUDIENFACHGRUPPE 3



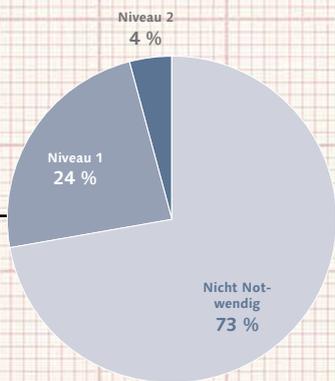
STUDIENFACHGRUPPE 1



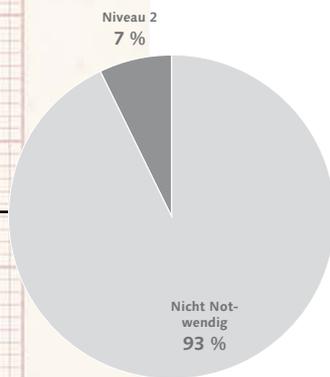
STUDIENFACHGRUPPE 2



STUDIENFACHGRUPPE 3

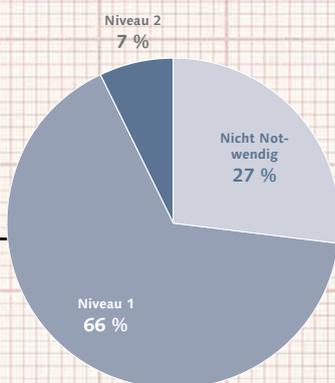


STUDIENFACHGRUPPE 4

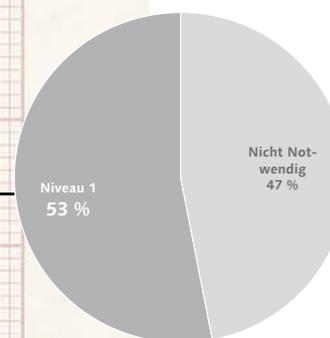


STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 15. Beispiel „Die für das Beweisen notwendige Präzision erfordert eine Strenge in der Begriffsdefinition und der Argumentation.“



STUDIENFACHGRUPPE 4



STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 16. Beispiel "Mathematik sollte auch als Schulung des präzisen und abstrakten Denkens verstanden werden, die weit über das schablonenartige Anwenden mathematischer Methoden auf Standardprobleme hinausgeht."

LERNVORAUSSETZUNGEN
„WESEN DER MATHEMATIK“

Studienfachgruppe				
1	2	3	4	5

Vorstellungen über das Wesen der Mathematik

Das Beweisen ist eine zentrale Tätigkeit der Mathematik.					
Die spezielle Art des Beweisens grenzt die Mathematik von vielen anderen Disziplinen ab.					
Die für das Beweisen notwendige Präzision erfordert eine Strenge in der Begriffsdefinition und der Argumentation.					
Begriffe werden in der Mathematik vollständig durch definierende Eigenschaften charakterisiert und auf Basis dieser Eigenschaften werden mithilfe deduktiver Schlussfolgerungen weitere Aussagen abgeleitet und bewiesen.					
Mathematische Forschung wird zwar oft auch durch Phänomene der Realität inspiriert, ihr Ziel ist aber oft nicht bzw. nicht allein die Beschreibung realer Phänomene, sondern die möglichst kohärente und konsistente Untersuchung und Beschreibung abstrakter und damit universell einsetzbarer Strukturen.					
Mathematik sollte auch als Schulung des präzisen und abstrakten Denkens verstanden werden, die weit über das schablonenartige Anwenden mathematischer Methoden auf Standardprobleme hinausgeht.					
Mathematik sollte als ein offenes System angesehen werden, das viel mehr und qualitativ Anderes enthält, als in der Schulmathematik thematisiert wird.					
Mathematische Ergebnisse werden in Form definierter Begriffe und bewiesener Aussagen in anderen Disziplinen verwendet, um außermathematische Phänomene und Probleme zu modellieren und damit einer Handhabung zugänglich zu machen.					
Bei der Anwendung von Mathematik in anderen Disziplinen werden teilweise weniger strenge Standards in Bezug auf die Präzision und Absicherung der verwendeten Aussagen angesetzt als in der Mathematik als eigenständige Wissenschaft.					

- Niveau 1 - Niveau 2 - Nicht notwendig - Kein Konsens

Lernvoraussetzungen im Bereich „Persönliche Merkmale“

In der Kategorie **PERSÖNLICHE MERKMALE** bewerteten die Hochschullehrenden verschiedene für das Mathematiklernen relevante Eigenschaften bezüglich ihrer Notwendigkeit als Lernvoraussetzung für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs. Die als notwendig erachteten Aspekte bezogen sich auf Einstellungen und Arbeitsweisen, kognitive Fähigkeiten und Kenntnisse sowie soziale Fähigkeiten. Dabei wurden vier Niveaus der Zustimmung unterschieden (Kasten 4).

HIGHLIGHTS

Über die Studienfachgruppen hinweg besteht ein breiter Konsens, dass die abgefragten persönlichen Merkmale wichtige Lernvoraussetzungen für das Mathematiklernen in einem Studium außerhalb des MINT-Bereichs darstellen (Abb. 17, 18 und 19). Viele Merkmale wurden für alle Studienfachgruppen als erwünscht eingeschätzt. Dazu gehören beispielsweise Konzentrationsfähigkeit, die Bereitschaft und der Mut nachzufragen und Hilfe einzuholen oder Teamfähigkeit. Auch wird die Offenheit gegenüber der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin und dem Mathematiklernen an der Hochschule als eine wichtige Lernvoraussetzung über alle Studienfachgruppen hinweg angesehen.

Auffallend ist, dass Lernvoraussetzungen in dieser Kategorie über alle Studienfachgruppen hinweg weitgehend einheitlich beurteilt wurden. Lediglich in Studienfachgruppe 5 werden mehrere Aspekte als nicht notwendig eingestuft, da sie für die zugehörigen Studienfächer nicht als relevant angesehen werden.

NIVEAUBESCHREIBUNG

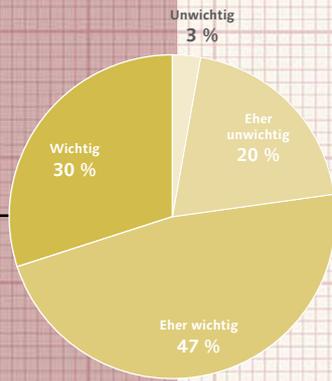
Es wurden 4 Zustimmungsniveaus unterschieden:

- **WICHTIG**
- **EHER WICHTIG**
- **EHER UNWICHTIG**
- **UNWICHTIG**

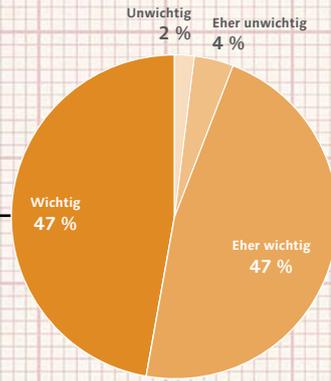
Wenn mehr als 2/3 der Hochschullehrenden in einer Studienfachgruppe einen Aspekt als *eher wichtig* oder *wichtig* einstufen, wurde er als erwünscht bewertet.

Wenn mehr als 3/4 der Hochschullehrenden in einer Studienfachgruppe einen Aspekt als *eher unwichtig* oder *unwichtig* einstufen, wurde er als „nicht notwendig“ bewertet.

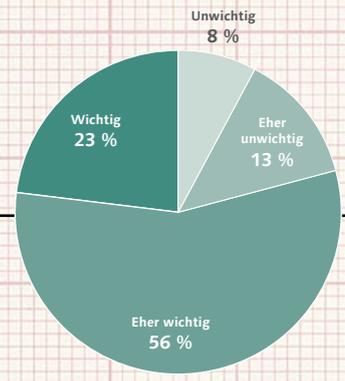
Kasten 4: Zustimmungsniveaus im Bereich *Persönliche Merkmale*



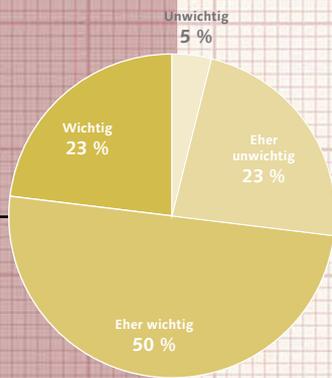
STUDIENFACHGRUPPE 1



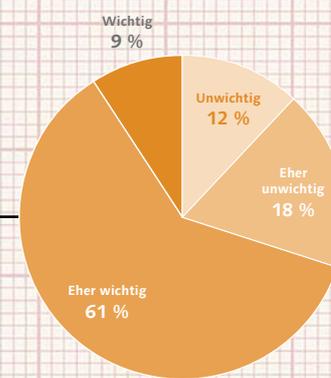
STUDIENFACHGRUPPE 2



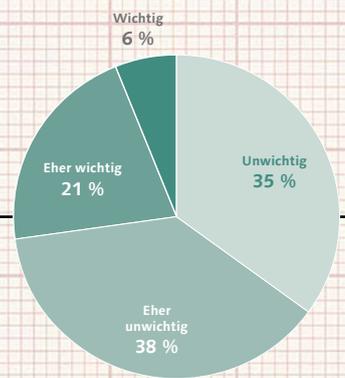
STUDIENFACHGRUPPE 3



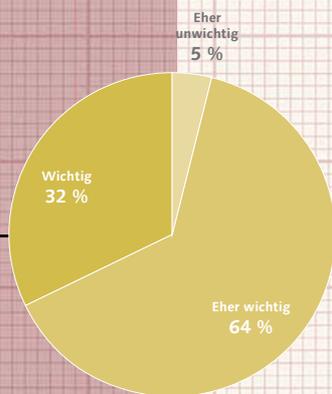
STUDIENFACHGRUPPE 1



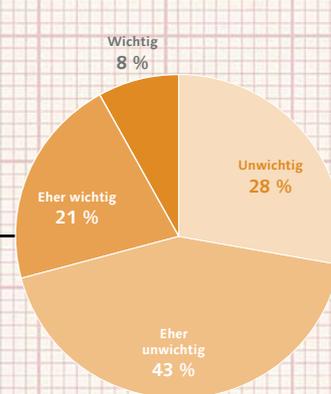
STUDIENFACHGRUPPE 2



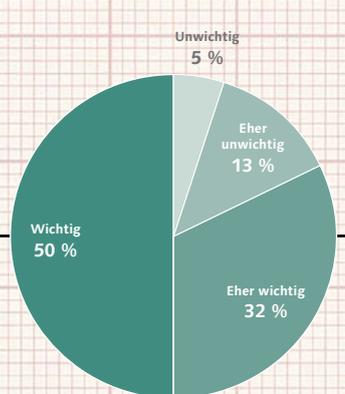
STUDIENFACHGRUPPE 3



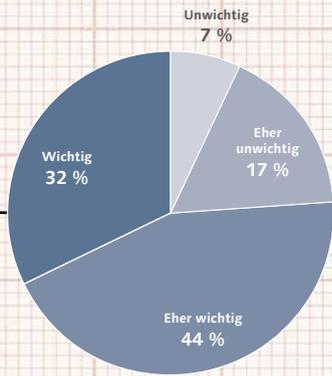
STUDIENFACHGRUPPE 1



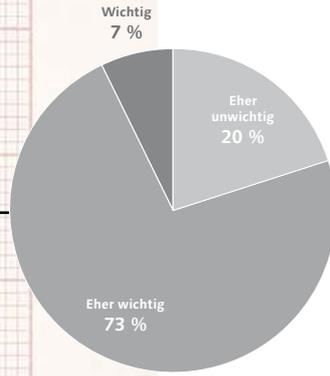
STUDIENFACHGRUPPE 2



STUDIENFACHGRUPPE 3

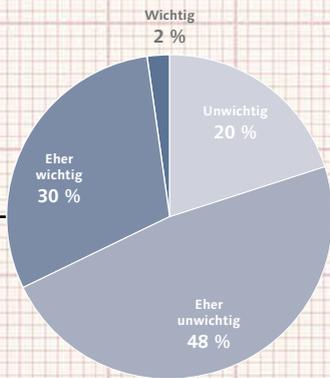


STUDIENFACHGRUPPE 4

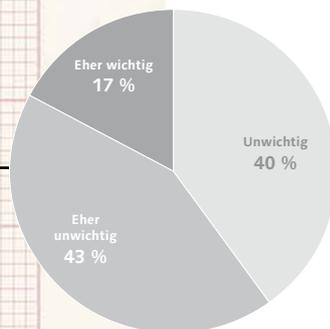


STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 17. Beispiel: „Offenheit gegenüber der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin und dem Mathematiklernen an der Hochschule“

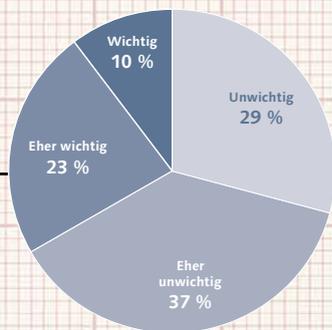


STUDIENFACHGRUPPE 4

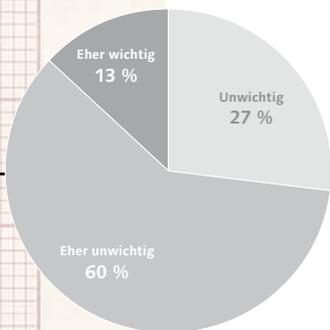


STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 18. Beispiel: „Bereitschaft zur tiefgreifenden Durchdringung (Verständnis) und Reflexion mathematischer Begriffsbildungen, Konzepte und Prozesse“



STUDIENFACHGRUPPE 4



STUDIENFACHGRUPPE 5

Abb. 19. Beispiel: „Schulfachwissen aus allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (als Grundlage für mathematische Anwendungsbeispiele im ersten Semester)“

LERNVORAUSSETZUNG
„PERSÖNLICHE MERKMALE“

Studienfachgruppe				
1	2	3	4	5

1 Einstellungen und Arbeitsweisen

Offenheit gegenüber der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin und dem Mathematiklernen an der Hochschule	!	!	!	!	!
Interesse, Freude, Motivation und Neugier an/gegenüber der Mathematik	!	!	!	!	?
Interesse, Freude, Motivation und Neugier an/gegenüber der Anwendung von Mathematik in außermathematischen Bereichen	!	!	!	!	!
Bereitschaft zur tiefgreifenden Durchdringung (Verständnis) und Reflexion mathematischer Begriffsbildungen, Konzepte und Prozesse	!	!	?	?	⊘
Bereitschaft zum Herleiten von neuen Zusammenhängen und Formeln	?	?	?	⊘	⊘
Bereitschaft, auch aufwendige, abstrakte mathematische Probleme zu lösen	?	?	⊘	⊘	⊘
Organisations- und Zeitmanagement: Bereitschaft und Fähigkeit zur selbständigen Arbeit (insb. in Bezug auf das Lösen von Übungsaufgaben oder das Lesen mathematischer Fachbücher) sowie ordentliche, strukturierte und gewissenhafte Arbeitsweise bezogen auf mathematische Tätigkeiten	!	!	!	!	!
Fleiß und Bereitschaft zur häufigen Beschäftigung mit Mathematik	!	!	?	?	⊘
Durchhaltevermögen, Ausdauer, Zähigkeit, Frustrationstoleranz und Selbstdisziplin gegenüber mathematikbezogenen Anforderungen	!	!	!	!	!
Übereinstimmung zwischen Selbsteinschätzung und tatsächlichen Fähigkeiten, kritischer Umgang mit den eigenen Fähigkeiten	!	!	!	!	!
Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit bzw. in das eigene Denken	!	!	!	!	!

2 Kognitive Fähigkeiten und Kenntnisse

Schnelles Auffassungsvermögen	!	!	!	!	!
Intelligenz (insb. präzises abstraktes und logisches Denken)	!	!	!	!	!
Konzentrationsfähigkeit (Bereitschaft und Fähigkeit zu konzentriertem Arbeiten über einen längeren Zeitraum)	!	!	!	!	!

	1	2	3	4	5
Kreativität und Vorstellungsvermögen (insb. zur Übertragung und Weiterentwicklung von Methoden sowie zur Generierung von Problemlöseideen)	!	!	!	!	!
Metakognition, d.h. das Überwachen des eigenen Denkens in mathematischen Anforderungssituationen	?	?	?	?	?
Schulfachwissen aus allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (als Grundlage für mathematische Anwendungsbeispiele im ersten Semester)	!	?	!	?	⊘
Kenntnisse über den Aufbau und die Ziele des zu wählenden Studiengangs	!	!	!	!	!

3 Soziale Fähigkeiten

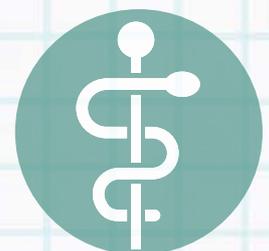
Kommunikationsfreudigkeit: Bereitschaft zum Austausch mit Lehrenden und Studierenden über Mathematik	!	!	!	!	!
Bereitschaft und Mut, bei Unklarheiten oder Fehlern nachzufragen und bei Schwierigkeiten Hilfe zu suchen	!	!	!	!	!
Teamfähigkeit (insb. zum Bilden von und gemeinsamen Arbeiten in Übungsgruppen)	!	!	!	!	!
Kontakte und Orientierung zu Personenkreisen und Bereichen außerhalb des eigenen Studiengangs	!	?	?	!	!

! - Erwünscht ⊘ - Nicht notwendig ? - Kein Konsens

Zusammenfassung

Im Rahmen der Delphi-Studie MaLeMINT-E konnte gezeigt werden, dass Mathematik neben dem MINT-Bereich auch in einer Vielzahl weiterer Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs ein wichtiges Element darstellt. Hochschullehrende erwarten von Studienanfängerinnen und Studienanfängern Lernvoraussetzungen zu Kenntnissen und Fähigkeiten mathematischer Inhalte und mathematischer Arbeitstätigkeiten, zu Vorstellungen zum Wesen der Mathematik sowie zu mathematikbezogenen persönlichen Merkmalen. Dabei variieren die Erwartungen zwischen den Studienfächern teilweise stark. Der Konsens der Hochschullehrenden über alle Studienfächer hinweg ist zwar gering (26 %), in den einzelnen Studienfachgruppen jedoch mit 70-86% relativ hoch. Ein fehlender Konsens ist nach Angaben der Hochschullehrenden unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Ausrichtung der Studiengänge an verschiedenen Standorten teilweise sehr unterschiedlich ist. So kann beispielsweise das Studienfach Architektur eher künstlerisch und auch eher technisch orientiert sein und entsprechend mit unterschiedlichen Erwartungen an mathematische Lernvoraussetzungen verbunden sein.

Im Vergleich zu mathematischen Lernvoraussetzungen für MINT-Studienfächer sind die Erwartungen seitens der Hochschullehrenden bezüglich der mathematischen Lernvoraussetzungen für Fächer außerhalb des MINT-Bereichs geringer, sowohl im Umfang als auch im Niveau. Die unterschiedliche Relevanz verschiedener mathematischer Inhalte für die verschiedenen Fächer zeigt sich insbesondere darin, dass bestimmte Inhaltsbereiche und Arbeitstätigkeiten für die verschiedenen Studienfachgruppen spezifisch sind. Über alle Studienfachgruppen hinweg ist aber festzuhalten, dass die Erwartungen der Hochschullehrenden deutlich jenseits basaler mathematischer Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten liegen. Betrachtet man diese Studienfächer gemeinsam mit den MINT-Studienfächern, so werden von über 80% aller Studierenden (Stand: Wintersemester 2019/20) mathematische Lernvoraussetzungen zu Studienbeginn erwartet, die über ein Basisniveau hinausgehen. Nur eine Minderheit der Studierenden kommt im Studium mit sehr wenig oder ganz ohne Mathematik aus. Im Rahmen der Studie bemängelten Hochschullehrende, dass viele Studierende ihr Studium mit falschen Vorstellungen in Bezug auf die mathematischen Anforderungen des Faches aufnehmen. Diese Erfahrungen verdeutlichen einmal mehr, dass es wichtig ist, die Erwartungen an Studienanfängerinnen und Studienanfänger transparent zu machen und die Rolle der Mathematik für eine große Bandbreite an Fächern und Themengebieten zu verdeutlichen.



*„MÖGLICHE GRÜNDE
[FÜR EINEN FEHLENDEN KONSENS] LIEGEN IN:
- KÜNSTLERISCHE VS. TECHNISCHE AUSRICHTUNG
DER HOCHSCHULE BZW. DES STUDIENGANGS
- AUSBILDUNG/HINTERGRUND DER LEHRENDEN
NATURWISSENSCHAFTLICHER/TECHNISCHER FÄCHER
(Z. B. PHYSIKER:INNEN VS. ARCHITEKT:INNEN)“*

Studienteilnehmer,
Architektur

*„[...] DER GLEICHE
STUDIENGANG KANN MAL MEHR,
MAL WENIGER MATHEMATISCH
AUSGERICHTET SEIN.“*

Studienteilnehmer,
Betriebswirtschaftslehre

*„ES GIBT
UNTERSCHIEDLICHE METHODISCHE
AUSRICHTUNGEN. JE NACH EIGENEM
PROFIL SIND MATHEMATISCHE KENNTNISSE
UNTERSCHIEDLICH WICHTIG, DIES FÜHRT AUCH
ZU UNTERSCHIEDLICHEN ANFORDERUNGEN
AN DIE STUDIERENDEN.“*

Studienteilnehmer,
Politikwissenschaften



Empfehlungen

Wie kann die Zusammenstellung notwendiger mathematischer Lernvoraussetzungen dazu beitragen, die Schwierigkeiten von Studierenden am Übergang von der Schule in ein Studium zu reduzieren? Im Folgenden bieten wir einige Vorschläge, wie Mathematiklehrkräfte, Hochschullehrende sowie verantwortliche Personen in Bildungspolitik und Bildungsadministration mit den Ergebnissen weiterarbeiten können. In allen Bereichen ist eine Empfehlung von zentraler Bedeutung, nämlich die Relevanz mathematischer Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten auch für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs transparent und deutlich zu machen. Dabei ist auch zu betonen, dass eine Verbesserung des Übergangs von der Schule in die Hochschule sicher nur gelingen kann, wenn sich die Akteure verschiedener Institutionen *gemeinsam* dieser Aufgabe stellen.



EMPFEHLUNGEN FÜR SCHULEN UND MATHEMATIKLEHRKRÄFTE

- Die Zusammenstellung der mathematischen Lernvoraussetzungen kann Lehrkräften als Orientierung zur Gestaltung ihres Mathematikunterrichts dienen. So können sie beispielsweise gezielt aus der Liste der beteiligten Studienfächer Kontexte für mathematische Lerngelegenheiten auswählen, die über die Standardbeispiele hinausgehen. Damit können Schülerinnen und Schüler erkennen, dass auch in Studienfächern außerhalb des MINT-Bereichs Mathematik benötigt wird.
- Auch Lehrkräfte jenseits der MINT-Fächer sollten in ihrem Fachunterricht die Rolle der Mathematik an Beispielen verdeutlichen. Dies ermöglicht Schülerinnen und Schülern zu verstehen, dass Mathematik in einer Vielzahl von Fächern relevant ist, und beugt inadäquaten Bildern von (Studien-)Fächern vor.
- Schließlich ist die Zusammenstellung der mathematischen Anforderungen für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs eine gute Basis für die Beratung von Schülerinnen und Schülern, die ein Hochschulstudium in einem dieser Studienfächer anstreben.



EMPFEHLUNGEN FÜR HOCHSCHULEN UND HOCHSCHULLEHRENDE

- Mit dieser Zusammenstellung lassen sich die mathematischen Anforderungen einer Hochschule für Schulen und Studieninteressierte transparent machen. Dabei ist insbesondere wichtig, dass Mathematik auch für Studienfächer relevant ist, von denen es die Schulabsolventinnen und Schulabsolventen eventuell gar nicht erwarten.
- Im Idealfall können sich die Hochschulen bundesweit auf einen Grundkanon der mathematischen Lernvoraussetzungen für einzelne Studienfachgruppen einigen, für welche die Schulen die Verantwortung tragen. Für alle weitergehenden Anforderungen, die bestimmte Hochschulen oder bestimmte Studiengänge stellen, übernehmen Hochschulen dann selbst die Verantwortung – etwa in Form spezifischer Brückenkurse. Der Katalog mathematischer Lernvoraussetzungen ist zudem eine gute Grundlage für die (Weiter-)Entwicklung mathematischer Vor- und Brückenkurse für Studiengänge außerhalb des MINT-Bereichs.

- Auch in die Aus- und Fortbildung für Mathematiklehrkräfte sollten die hier präsentierten Erkenntnisse einfließen. So sollten sowohl Lehramtsstudierende für das Fach Mathematik als auch Mathematiklehrkräfte informiert werden, dass und inwieweit Mathematik in einer Vielzahl von (Studien-)Fächern relevant ist und wie sie dies insbesondere an studieninteressierte Schülerinnen und Schüler weitergeben können, die kein MINT-Fach studieren wollen.



EMPFEHLUNGEN FÜR BILDUNGSPOLITIK UND BILDUNGSVERWALTUNG

- Sofern noch nicht geschehen, sollten die als notwendig angesehenen mathematischen Lernvoraussetzungen in Standards, Lehrpläne und Curricula für das Schulfach Mathematik einfließen. Im Bereich der Sekundarstufe II gilt dies insbesondere für Mathematikurse für Schülerinnen und Schüler, die keinen MINT-Schwerpunkt gewählt haben und potenziell ein Studium außerhalb des MINT-Bereichs aufnehmen. Dabei könnten derartige Dokumente auf Basis der Studienfächerliste gezielt auf Kontexte für mathematische Inhalte verweisen, die jenseits der üblicherweise genutzten Standardkontexte liegen.
- Die Bedeutung der Mathematik für eine Vielzahl von Fächern, nicht nur im MINT-Bereich, sollte in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften verankert werden. Dabei sollten nicht nur Mathematiklehrkräfte, sondern auch die entsprechenden Fachlehrkräfte für die Rolle der Mathematik sensibilisiert werden.
- Im Rahmen des Bildungsmonitorings können die Lernvoraussetzungen zur Beurteilung der Schulleistungen im Fach Mathematik herangezogen und damit mögliche Handlungsbedarfe für die Steuerung des Bildungssystems identifiziert werden.
- Die Zusammenstellung mathematischer Lernvoraussetzungen, die bundesweit erhoben wurde, erleichtert die Abstimmung zwischen Schulen und Hochschulen in den Bundesländern. Die Bildungsverwaltung sollte diese Abstimmung mit entsprechenden Maßnahmen unterstützen.

LITERATURVERZEICHNIS

- cosh (2014). Mindestanforderungskatalog Mathematik. https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/mathematik/unterrichtsmaterialien/uebergaenge_gestalten/cosh/mindestanforderungskatalog_cosh_2.pdf
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458-467.
- Deeken, C., Neumann, I., & Heinze, A. (2020). Mathematical prerequisites for STEM programs: What do university instructors expect from new STEM undergraduates? *International Journal of Research on Undergraduate Mathematics Education*, 6(1), 23-41. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00098-1>
- Häder, M. (2014). *Delphi-Befragungen: Ein Arbeitsbuch* (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer.
- KMK (2012). Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf
- KMK (2021). Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 18.02.2021. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1972/1972_07_07-VB-gymnasiale-Oberstufe-Abiturpruefung.pdf
- Konegen-Grenier, C.; Kuhlmann, C. (Mitarb.); Maier, C. (Mitarb.) (2002). *Studierfähigkeit und Hochschulzugang*. Köln: Deutscher Instituts-Verlag.
- Neumann, I., Pigge, C., & Heinze, A. (2017). Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium? Kiel: IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019). Studierende an Hochschulen – Fächersystematik. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Publikationen/Downloads-Hochschulen/studierende-hochschulen-endg-2110410197004.pdf?__blob=publicationFile
- Trappmann, M. (2007). Mathematische Voraussetzungen sozialwissenschaftlicher und psychologischer Studiengänge: Ein Survey unter Lehrenden. *Soziologie*, 36(1), 73–85.
- Verner, I. M., & Maor, S. (2005). Mathematical aspects of educating architecture designers: A college study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36(6), 655–671. <https://doi.org/10.1080/00207390500064098>

IMPRESSUM

HERAUSGEBER



© 2021

IPN · Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

Olshausenstraße 62
24118 Kiel

Postanschrift:
IPN · 24098 Kiel

E-Mail: info@leibniz-ipn.de
www.leibniz-ipn.de

Vertreten durch das Direktorium:

Professor Olaf Köller, *Geschäftsführender
Wissenschaftlicher Direktor*;
Mareike Bierlich, *Geschäftsführende
Administrative Direktorin*

Prof. Dr. Ute Harms, *Direktorin*

Prof. Dr. Aiso Heinze, *Direktor*

Prof. Dr. Jürg Kramer, *Direktor*

Prof. Dr. Oliver Lüdtkke, *Direktor*

Prof. Dr. Knut Neumann, *Direktor*

Prof. Dr. Ilka Parchmann, *Direktorin*

AUTORINNEN UND AUTOREN

Dr. Irene Neumann

Dunja Rohenroth

Prof. Dr. Aiso Heinze

ineumann@leibniz-ipn.de

T 0431 880 - 5284

DESIGN / GESTALTERISCHES KONZEPT / SATZ

Abteilung für Öffentlichkeitsarbeit / IPN

LEKTORAT

Birte Niebuhr

Ute Ringelband

Beate von der Heydt

BILDNACHWEISE

Titelbild: Kröger/Dorf Müller ©Uni Kiel

ISBN:

978-3-89088-310-6

STUDIENFACH-GRUPPE 1	Architektur Landespflege, Umweltgestaltung Raumplanung Wirtschaftsingenieurwesen mit wirtschaftswissenschaftlichem Schwerpunkt
STUDIENFACH-GRUPPE 2	Psychologie Wirtschaftswissenschaften
STUDIENFACH-GRUPPE 3	Ernährungs- und Haushaltswissenschaften Humanmedizin Pharmazie Restaurierungskunde Veterinärmedizin Zahnmedizin
STUDIENFACH-GRUPPE 4	Bibliothekswissenschaft, Dokumentation Erziehungswissenschaften Gesundheitswissenschaften (allgemein) Medienwissenschaft Politikwissenschaft, Politologie Sozialwissenschaften Sport, Sportwissenschaft
STUDIENFACH-GRUPPE 5	Kommunikationswissenschaft, Publizistik Sozialwesen Verwaltungswissenschaften

