

Vorstellungen von Lehrkräften zur Relevanz mathematischer Lernvoraussetzungen für MINT-Studienfächer und Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs

DUNJA ROHENROTH, IRENE NEUMANN & AISO HEINZE, KIEL

Zusammenfassung: *Mathematik ist in vielen Studienfächern innerhalb und außerhalb des MINT-Bereichs von grundlegender Bedeutung. Viele Studierende sind sich dessen jedoch nicht bewusst. Sie beginnen ihr Studium mit unpassenden Vorstellungen im Hinblick auf mathematische Anforderungen. Die Vorstellungen über mathematische Anforderungen der verschiedenen Studienfächer werden bereits vor Studienbeginn geprägt und einen wesentlichen Einfluss haben dabei der Unterricht und die Lehrkräfte. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es daher, die Vorstellungen von Lehrkräften zu allgemeinen und studienfachspezifischen mathematischen Anforderungen in exemplarisch ausgewählten Studienfächern zu untersuchen.*

Abstract: *Mathematics is fundamental to many fields of study, both within and outside STEM. However, many students are not aware of this fact: They often start their studies with wrong or insufficient perceptions about the mathematical requirements for their studies. First-year students' perceptions of the mathematical requirements of different subjects are formed before they start their studies, and teaching and teachers have a significant influence on them. The aim of this article is therefore to examine teachers' perceptions of general and subject-specific mathematical requirements in selected examples of subjects.*

1. Einleitung

Die Mathematik als Anwendungsdisziplin hat sich im Laufe der Geschichte zu einer unverzichtbaren Bezugsdisziplin sowohl für die Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Informatik als auch für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften entwickelt (z. B. Booss & Krickeberg, 1976; cosh, 2021; Mulhern & Wylie, 2006). Trotz dieser enormen Relevanz wird das Fach Mathematik von vielen Personen subjektiv kaum als relevant wahrgenommen. Die objektiv hohe gesellschaftliche Bedeutung bei gleichzeitiger subjektiver Irrelevanz bezeichnet Niss (1994) als Relevanzparadoxon. Dieses spiegelt sich auch bei Schülerinnen und Schülern sowie Studierenden wider. Bisherige Studien haben prospektive Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über die Relevanz der Mathematik im Allgemeinen und speziell im Studium untersucht und zeigen auf, dass

Schülerinnen und Schüler die Mathematik allgemein und für ihr zukünftiges Berufsleben als wichtig erachten (z. B. Kislenko et al., 2007; Kolloosche, 2017; Rohenroth et al., 2023a, 2024; Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013; Vollstedt, 2011; Watt, 2004). Gleichwohl beschränkt sich die wahrgenommene Bedeutung der Mathematik meist auf grundlegende Mathematik und Techniken, die für den Alltag und das Berufsleben nützlich sind; viele Inhalte der Sekundarstufe werden hingegen häufig als irrelevant wahrgenommen (Dobie, 2019; Kolloosche, 2017; Rohenroth et al., 2023a, 2024). Insbesondere wird auch die Breite der Studienfächer, für die Mathematik relevant ist, unterschätzt (Rohenroth et al., 2023a, 2024). Andererseits berichten viele Studierende retrospektiv, von (hohen) mathematischen Anforderungen im Studium überrascht worden zu sein oder die teilweise hohen mathematischen Anforderungen im Studium unterschätzt zu haben (z. B. Hartmann, 1998; Schoening & Wulfert, 2014; Venezia et al., 2003) – ein Ergebnis, das vor dem Hintergrund der Wahrnehmung der Mathematik von Schülerinnen und Schülern nicht überrascht. Mathematik scheint damit zu einem „gap“ (z. B. Gueudet et al., 2016) beim Übergang von der Schule zur Hochschule – auch in andere Studienfächer jenseits der Mathematik – beizutragen.

In diesem Beitrag sollen Ursachen dieser unzureichenden Vorstellungen exploriert werden. Da die Vorstellungen um die Relevanz der Mathematik nicht nur, aber im Wesentlichen in der Schule geprägt werden, stellt der Unterricht einen ersten Ansatzpunkt dar, sich dieser Problematik zu nähern. Dem Angebots-Nutzungs-Modell zufolge ist ein entscheidender Faktor für die Wirkung und den Nutzen von Unterricht die professionelle Kompetenz der Lehrkräfte (Helmke, 2017). Lehrkräfte können den Schülerinnen und Schülern nur entsprechende Unterrichtsangebote machen, wenn sie selbst wissen, dass Mathematik und welche mathematischen Inhalte in einer Vielzahl von Studienfächern bedeutend sind. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Lehrkräfte selbst über dieses Wissen verfügen.

Das Ziel der vorliegenden Studie besteht folglich darin, die Vorstellungen von Lehrkräften zur Relevanz der Mathematik im Studium zu untersuchen. Dazu werden die Vorstellungen der Lehrkräfte von der Relevanz der Mathematik im Studium im Allgemeinen als auch von konkreten mathematischen

Anforderungen in exemplarisch ausgewählten Studienfächern betrachtet und anschließend mit den Erwartungen von Hochschullehrenden und den Einschätzungen von Schülerinnen und Schülern verglichen.

2. Theoretischer Hintergrund

Mathematik ist in einer Informations- und Wissensgesellschaft von fundamentaler Bedeutung, um die Welt um uns herum zu verstehen, komplexe Probleme zu analysieren und neue Erkenntnisse zu gewinnen. Sie hat sich in einem langen historischen Prozess als eigene Disziplin entwickelt und wurde

„in unterschiedlicher Form zu einem selbstverständlichen Kommunikationsmittel in vielen Berufen und wissenschaftlichen Disziplinen“ (Baumert, 2002, S. 110).

Dass die Mathematik eine grundlegende Bezugsdisziplin für die INT-Fächer (Informatik, Naturwissenschaften, Technik) darstellt, ist unumstritten. Doch nicht nur in Studienfächern des MINT-Bereichs werden mathematische Fähigkeiten und Kenntnisse vorausgesetzt (z. B. cosh, 2021; Deeken et al., 2020); auch außerhalb des MINT-Bereichs werden zum Teil hohe mathematische Anforderungen an die Studierenden gestellt (z. B. Green et al., 2007; Mulhern & Wylie, 2016; Rohenroth et al., 2023b; Trappmann, 2007; Verner & Maor, 2005).

Welche konkreten mathematischen Kenntnisse und Eigenschaften Studierende beim Übergang von der Schule in die Hochschule aus Sicht der Hochschullehrenden mitbringen sollten, wurde für Studienfächer an deutschen Hochschulen sowohl für den MINT-Bereich (Studie MaLeMINT: **M**athematische **L**ernvoraussetzungen für **M**INT-Studienfächer; Deeken et al., 2020) als auch für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs (Studie MaLeMINT-E: **E**rgänzungsstudie; Rohenroth et al., 2023b) für verschiedene Studienfachgruppen (Tab. 1) anhand von bundesweit durchgeführten Delphi-Studien im Detail erfasst. Einen Überblick über beide Studien liefern Neumann et al. (2022).

Diesen Studien zufolge werden Kenntnisse im Bereich *Mathematische Inhalte* erwartet, die mathematische Grundlagen (vorwiegend in der Sekundarstufe I adressierte Inhalte wie z. B. lineare und quadratische Funktionen) sowie die Themenbereiche Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Stochastik und bereichsübergreifende Inhalte umfassen. Ebenso vorausgesetzt werden *Mathematische Arbeitstätigkeiten*, die für das mathematische Arbeiten typische Prozesse beschreiben (z. B. sicherer Umgang mit grundlegender mathematischer Formelsprache). Darüber hinaus werden angemessene Vorstellungen vom *Wesen der Mathematik*, d. h. von

der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin (z. B. Beweisen ist eine zentrale Tätigkeit der Mathematik) sowie mathematikbezogene *Persönliche Merkmale*, d. h. für das Mathematiklernen relevante Eigenschaften (z. B. Interesse, Freude, Motivation und Neugier an/gegenüber der Anwendung von Mathematik in außermathematischen Bereichen), erwartet. Für eine detaillierte Beschreibung dieser vier Bereiche sowie eine Auflistung der einzelnen Aspekte siehe Neumann et al. (2017) und Neumann et al. (2021). In allen Studienfachgruppen (Tab. 1) halten die Hochschullehrenden mathematische Grundlagen aus der Sekundarstufe I zu Beginn des Studiums für erforderlich. Darüber hinaus stellen die Hochschullehrenden jeder Studienfachgruppe jeweils weitergehende spezifische mathematische Anforderungen an ihre Studienanfängerinnen und Studienanfänger. So werden beispielsweise Lernvoraussetzungen aus dem Bereich der Analysis sowie Linearen Algebra und Analytischen Geometrie in Studienfächern des MINT-Bereichs sowie in den Wirtschaftswissenschaften und der Psychologie (Studienfachgruppe 2 in Tab. 1) erwartet. Inhalte der Stochastik werden insbesondere in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, aber auch in naturwissenschaftsnahen Studienfächern wie Medizin oder Ernährungs- und Haushaltswissenschaften vorausgesetzt.

Viele Studierende sind sich dieser Relevanz der Mathematik weder in der Breite von Studienfächern noch in der Tiefe der mathematischen Anforderungen bewusst. Sie beginnen ihr Studium allgemein mit einem unzureichenden Informationsstand (Heublein et al., 2010; Heublein et al., 2017; Lewin et al., 2000; Theune, 2021; Venezia et al., 2004), aber auch speziell in Unkenntnis mathematischer Anforderungen (Schoening & Wulfert, 2014; Venezia et al., 2004). Hartmann (1998) zufolge sind „nicht wenige Studienanfänger gerade der Soziologie überrascht bis ernsthaft schockiert“ (S. 44) von den mathematischen Anforderungen. Darüber hinaus wird (anekdotisch) berichtet, dass Studierende Studiengänge auch aus einem Vermeidungsverhalten gegenüber der Mathematik gewählt haben (Neumann et al., 2021). Angesichts unterdurchschnittlicher Mathematikleistungen vieler Studierender der Sozialwissenschaften (z. B. Oepke & Eberle, 2016; Schulz & Niebergall, 1996) ist dieses Vermeidungsverhalten wenig überraschend, aber zugleich besonders problematisch. Hohe mathematische Kompetenzen sind prädiktiv für den Studienerfolg: Studierende mit hohen mathematischen Kompetenzen sind erfolgreicher im Studium (Conley, 2008; Laging & Voßkamp, 2017; Müller et al., 2018; Rylands & Coady, 2009) und brechen ihr Studium seltener ab (Heublein et al., 2017; McCormick & Lucas, 2011).

Bei einer Befragung von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe zeigten sich ähnliche Tendenzen hinsichtlich der Unterschätzung mathematischer Anforderungen. Beinahe 40 % der Schülerinnen und Schüler, die ein sozialwissenschaftliches Studienfach der Studienfachgruppe 4 (siehe Tab. 1) studieren wollen, möchten Mathematik bei ihrer Studienfachwahl (eigentlich) vermeiden; bei der Studienfachgruppe 2 (Wirtschaftswissenschaften und Psychologie) ist es mehr als ein Drittel der Schülerinnen und Schüler (Rohenroth et al., 2024). Im Allgemeinen halten die Schülerinnen und Schüler Mathematik zwar für wichtig, unterschätzen aber die Breite der Studienfächer, in denen Mathematik relevant ist (Rohenroth et al., 2024). So wird Mathematik für ein Studium der Physik, der Architektur und der Wirtschaftswissenschaften als sehr oder eher relevant angesehen, für ein Studium sozialwissenschaftlicher Fächer hingegen kaum. Auch wenn die Schülerinnen und Schüler der Mathematik eine hohe Relevanz in einem Studienfach zuschreiben, haben sie meist keine Vorstellung von konkreten mathematischen Anforderungen in diesem Studienfach. Lediglich für die Studienfächer Physik und Architektur stellt sich die Situation besser dar (Rohenroth et al., 2024). Demzufolge liegt bei Schülerinnen und Schülern ein unzureichender Informationsstand für eine Studienorientierung vor. Es ist anzunehmen, dass dieses Informationsdefizit zu den ausschlaggebenden Ursachen für einen Studienabbruch beiträgt: 17 % der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher brechen ihr Studium ab, weil die Studienmotivation stark zurückgegangen ist (Heublein et al., 2017):

„Für einen Großteil dieser Studierenden ist der Motivationsverlust darauf zurückzuführen, dass sich ihre Erwartungen bezüglich ihres Studiums nicht bestätigt haben“ (Heublein et al., 2017, S. 29).

Diese Erwartungen betreffen auch mathematische Anforderungen. So zeigte eine Befragung von Studienabbrecherinnen und Studienabbrechern, dass die Mathematik einen erheblichen Einfluss auf den Studienabbruch hatte und

„sich einige Studierende vor Studienbeginn nicht im Klaren darüber [waren], wie hoch die Rolle der Mathematik im gewählten Studiengang sein würde“ (Schoening & Wulfert, 2014, S. 216).

Die Tatsache, dass viele Studierende die Relevanz der Mathematik unterschätzen, ist insofern überraschend, als die besondere Bedeutung der Mathematik in der Trias der Bildungsziele der gymnasialen Oberstufe – vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit und Wissenschaftspropädeutik – explizit adressiert wird (KMK, 2023). Vor dem Hintergrund, dass die Mathematik eine wesentliche Bezugsdisziplin in den Natur-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften darstellt, schließen auch die weiteren genannten Ziele die Mathematik implizit mit ein. So soll der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe exemplarisch in wissenschaftliche Methoden einführen (KMK, 2023) und

„eine angemessene Information über die Hochschule, über Berufsfelder sowie Strukturen und Anforderungen des Studiums und der Berufs- und Arbeitswelt“ (KMK, 2023, S. 6)

einschließen. Gemessen an diesen Zielen und Aufgaben des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe sollten Studienanfängerinnen und Studienanfänger um die Relevanz der Mathematik für eine Vielzahl von Studienfächern wissen. Es stellt sich daher die Frage, worauf deren unzureichende Vorstellungen zurückzuführen sind.

MaLeMINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften (u. a. <i>Biologie, Physik</i>), Technik	
MaLeMINT-E	Studienfachgruppe 1 (ingenieurnahe Studienfächer)	<i>Architektur</i> , Landespflge/Umweltgestaltung, Raumplanung, Wirtschaftsingenieurwesen mit wirtschaftswissenschaftlichem Schwerpunkt
	Studienfachgruppe 2	Psychologie, <i>Wirtschaftswissenschaften</i>
	Studienfachgruppe 3 (naturwissenschaftsnahe Studienfächer)	Ernährungs- und Haushaltswissenschaften, <i>Medizin</i> , Pharmazie, Restaurierungskunde, Veterinärmedizin, Zahnmedizin
	Studienfachgruppe 4 (sozialwissenschaftliche Studienfächer mit umfangreicheren mathematischen Anforderungen)	Bibliothekswissenschaft/Dokumentation, <i>Erziehungswissenschaften</i> , Gesundheitswissenschaften (allgemein), Medienwissenschaften, <i>Politikwissenschaft</i> , Sozialwissenschaften, Sportwissenschaft

Tab. 1: Studienfachgruppen der Studien MaLeMINT (Deeken et al. 2020) und MaLeMINT-E (Rohenroth et al. 2023a). Studienfächer, die in der hier berichteten Studie zugrunde gelegt wurden, sind kursiv hervorgehoben

Da die Ausbildung adäquater Vorstellungen von der Relevanz der Mathematik im Studium in der Schule – insbesondere im Mathematikunterricht – erfolgen sollte, liefern Lerngelegenheiten im Mathematikunterricht im Sinne des Angebots-Nutzungs-Modells (Helmke, 2017) einen ersten Anhaltspunkt. Diese Lerngelegenheiten werden im Wesentlichen von der Mathematiklehrkraft gestaltet, so dass das Wissen der Mathematiklehrkräfte um die Relevanz der Mathematik im Studium entscheidend ist. Die Mathematiklehrkräfte können den Schülerinnen und Schülern nur ein entsprechendes Unterrichtsangebot machen, wenn sie selbst über das notwendige Wissen verfügen. Folglich stellt sich die Frage, ob die Lehrkräfte selbst um die Relevanz der Mathematik in der Breite von Studienfächern wissen bzw. wissen können.

Die Qualifizierung von Lehrkräften erfolgt in drei Phasen und unterteilt sich trotz spezifischer Regelungen in den verschiedenen Bundesländern in das Hochschulstudium (1. Phase), den Vorbereitungsdienst (2. Phase) sowie die Fort- und Weiterbildung (3. Phase). Der erste Ausbildungsabschnitt ist dadurch geprägt, dass

„[g]rundlegende **Kompetenzen** hinsichtlich der *Fachwissenschaften*, ihrer *Erkenntnis- und Arbeitsmethoden* sowie der *fachdidaktischen Anforderungen* [...] weitgehend **im Studium** aufgebaut“ (KMK, 2019, S. 3, Hervorhebungen im Original)

werden. Für angehende Mathematiklehrkräfte umfasst dies laut fachspezifischem Kompetenzprofil unter anderem, dass die Studienabsolventinnen und -absolventen

„den allgemeinbildenden Gehalt mathematischer Inhalte und Methoden und die gesellschaftliche Bedeutung der Mathematik begründen und in den Zusammenhang mit Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts stellen“ (KMK, 2019, S. 38).

Die Studieninhalte eines Mathematikstudiums sind jedoch kaum von mathematischen Anwendungen geprägt. Da Lehrkräfte in der Regel zwei Fächer studieren, ist es denkbar, dass Mathematiklehrkräfte das Wissen um die Relevanz der Mathematik und um mathematische Anforderungen in dem jeweiligen Zweitfach erwerben. Aus diesem Grund werden im Folgenden exemplarisch die mathematischen Inhalte anderer Studienfächer betrachtet. Das Studienfach Physik beinhaltet beispielsweise den Bereich „Mathematik für Physik“ (KMK, 2019, S. 51). Je nach Hochschullehrenden wird Mathematik hier weniger als eigenständige Disziplin, sondern eher als Teil der Sprache der Naturwissenschaften (Lang & Pucker, 2016) und damit als inhärenter Bestandteil der Physik betrachtet. Die Studieninhalte umfassen mathematische Inhalte aus den Bereichen der Vektor- und Matrizenrechnung, Funktionen, Elemente der

Differential- und Integralrechnung, Einblick in Differentialgleichungen, Statistik (Grundwissen) und ergänzend für ein Lehramtsstudium für die Sekundarstufe II Vektoranalysis, Partielle Differentialgleichungen, Hilberträume, sowie nichtlineare Dynamik (KMK, 2019). Vor diesem Hintergrund ist es möglich, dass sich Physiklehrkräfte der umfangreichen mathematischen Anforderungen eines Physikstudiums bewusst sind. Auch in den weiteren allgemeinbildenden Unterrichtsfächern Biologie und Chemie, Geographie, Sozialkunde/Politik/Wirtschaft ist Mathematik ein integraler Bestandteil des Studiums. Wie für das Fach Physik ist auch für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie und Chemie festzuhalten, dass Mathematik als Teil der Sprache der Naturwissenschaften (Lang & Pucker, 2016) inhärenter Bestandteil dieser Fächer ist. In dem Studienfach Biologie bleiben mathematische Inhalte jedoch meist implizit. Das Unterrichtsfach Sozialkunde/Politik/Wirtschaft umfasst quantitative Methoden sowie Grundlagen der Wirtschafts- und Sozialstatistik. Für das Lehramt an Gymnasien (Sek. II) sind darüber hinaus theoretische und methodische Grundlagen der Mikro- und Makroökonomik Studieninhalte, die mathematisch geprägt sind (z. B. Woeckener, 2014).

Es ist fraglich, ob die erste Phase der Lehrkräftebildung den Lehrkräften das Wissen vermittelt, um bei Schülerinnen und Schülern durch passende Unterrichtsangebote adäquate Vorstellungen zur Relevanz der Mathematik für verschiedene Studienfächer aufbauen zu können. Ähnlich ist die Situation in den beiden folgenden Ausbildungsabschnitten. Diese umfassen die „**Vermittlung mehr unterrichtspraktisch definierter Kompetenzen**“ (KMK, 2019, S. 3, Hervorhebungen im Original) und die

„anknüpfende weitere **Qualifizierung und Entwicklung in der beruflichen Rolle als Lehrerin oder Lehrer** [...], wobei die jeweils vorhandenen Kompetenzen mit Blick auf neue Herausforderungen in der Bildung aktualisiert werden sollen“ (KMK, 2019, S. 3, Hervorhebungen im Original).

Folglich bringen Lehrkräfte „nur“ das Fachwissen ihrer Unterrichtsfächer mit und erwerben auf formalem Wege kein umfassendes Wissen über die Relevanz der Mathematik als Studienanforderung anderer Disziplinen. Ergebnisse aus den USA zeigen im Hinblick auf Studienanforderungen ein Wissensdefizit bei Lehrkräften:

„The vast majority of K-12 educators interviewed expressed a deep concern about students' preparation for college. They cited a number of problems facing them and their students, including [...] a general lack of teacher knowledge of college preparation issues.“ (Venezia et al., 2004, S. 30)

Mit Blick auf die fehlende Verankerung der mathematischen Relevanz in der Lehrkräfteausbildung ist

zu vermuten, dass diese Ergebnisse auf Deutschland übertragbar sind und dies auch mathematische Anforderungen in einer Vielzahl von Studienfächern betrifft. Der wechselseitige Beitrag zwischen der Mathematik und anderen Fachgebieten stellt jedoch eine wichtige Komponente des Lehrkräftewissens dar (Hoffmann und Even, 2023).

3. Forschungsfragen

Bei der Exploration der Ursachen unzureichender Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern von der Relevanz der Mathematik in einem Studium spielt die Schule eine zentrale Rolle, da hauptsächlich dort eine systematische Auseinandersetzung mit der Mathematik erfolgt. Wie zuvor dargestellt, ist die besondere Bedeutung der Mathematik in der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe für die Schülerinnen und Schüler verankert – in der Lehrkräfteausbildung hingegen nicht bzw. nur implizit. Die Lehrkräfte können den Schülerinnen und Schülern jedoch nur ein entsprechendes Unterrichtsangebot machen, wenn sie selbst das notwendige Wissen haben. Vor diesem Hintergrund befasst sich der vorliegende Beitrag mit den folgenden Forschungsfragen, um die Vorstellungen von Lehrkräften von der Relevanz der Mathematik in einem Studium zu untersuchen:

1. Welche Vorstellungen haben Lehrkräfte von der Relevanz der Mathematik in einem Hochschulstudium?
2. Inwieweit stimmen die Vorstellungen der Mathematiklehrkräfte über spezifische mathematische Anforderungen in verschiedenen Studienfächern mit den Erwartungen der Hochschullehrenden überein?
3. Inwiefern unterscheiden sich die Vorstellungen der Lehrkräfte von den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler?
4. Inwiefern beeinflusst das Zweitfach der Mathematiklehrkräfte die Vorstellungen über die mathematischen Anforderungen in dem diesem Zweitfach zugehörigen Studienfach?

4. Methode und Design

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde im Schuljahr 2021/22 auf Basis einer Gelegenheitsstichprobe eine Befragung von $N = 192$ Lehrkräften (100 weiblich, 87 männlich, 1 divers, 4 keine Angabe) mit den Unterrichtsfächern Mathematik, Biologie und/oder Wirtschaft/Politik durchgeführt. Biologie und Wirtschaft/Politik wurden exemplarisch ausgewählt, da sie sowohl Schul- als auch Studienfächer darstellen und das zugehörige Studium substanzielle mathematische Anforderungen umfasst. Der Großteil der teilnehmenden Lehrkräfte stammte aus Hamburg und

Nordrhein-Westfalen, einzelne Lehrkräfte aus Baden-Württemberg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein. Die meisten Lehrkräfte gaben an, an Gymnasien zu unterrichten, und zwar vornehmlich Mathematik. Detaillierte Angaben zu der Stichprobenszusammensetzung befinden sich in Tabelle 2. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und erfolgte anhand der Online-Befragungssoftware Questback. Die Studie wurde vor Beginn vom Datenschutzbeauftragten und der Ethikkommission des IPN Kiel geprüft und genehmigt.

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 wurden die Lehrkräfte zunächst um ihre Einschätzung gebeten, wie viel Prozent aller Studierenden in Deutschland für ihr Studium Mathematikkenntnisse benötigen. Anschließend wurde diese Einschätzung für verschiedene Studienfächer spezifiziert: die Lehrkräfte wurden gebeten, die Relevanz der Mathematik für die Studienfächer Architektur, Biologie, Englisch, Erziehungswissenschaften, Medizin, Physik, Politikwissenschaft, Sozialwesen und Wirtschaftswissenschaften auf einer 10-stufigen Likert-Skala (1: „keine Bedeutung“ bis 10: „sehr hohe Bedeutung“) einzuschätzen. Die Studienfächer wurden dabei so gewählt, dass alle Studienfachgruppen aus der Tabelle 1 abgebildet wurden. Zusätzlich wurde das Studienfach Englisch ergänzt, das als sprachliches Fach ohne mathematische Anforderungen der Kontrastierung diene.

Anschließend wurde die Teilstichprobe der Mathematiklehrkräfte gebeten, konkrete mathematische Lernvoraussetzungen für die zuvor genannten Studienfächer als notwendig bzw. nicht notwendig zu bewerten. Zu den vorgelegten mathematischen Lernvoraussetzungen lagen aus den Studien MaLeMINT (Deeken et al., 2020) und MaLeMINT-E (Rohenroth et al., 2023b) Bewertungen von Hochschullehrenden dieser Fächer vor. Sie umfassten 42 Lernvoraussetzungen der Bereiche *Mathematische Inhalte* (26 bzw. 13 für Mathematiklehrkräfte, die lediglich in der Sekundarstufe I unterrichten), *Mathematische Arbeitstätigkeiten* (11), *Wesen der Mathematik* (2) sowie *Persönliche Merkmale* (3). Die ausgewählten Lernvoraussetzungen repräsentierten mathematische Grundlagen, die vor allem in der Sekundarstufe I behandelt werden, sowie Inhalte der Sekundarstufe II aus den Bereichen Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie sowie Stochastik. Anhand dichotomer Variablen wurden die Mathematiklehrkräfte um eine Einschätzung gebeten, ob die jeweilige mathematische Lernvoraussetzung für das genannte Studienfach notwendig ist oder nicht (siehe Abb. 1). Eine Übersicht über alle vorgelegten mathematischen Lernvoraussetzungen befindet sich in Tabelle A1 im Anhang.

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 2 wurden die Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte anschließend mit den Angaben der Hochschullehrenden verglichen, die aus den Studien MaLeMINT (Deeken et al., 2019) und MaLeMINT-E (Rohenroth et al., 2023b) vorliegen. Die Einschätzungen einer mathematischen Lernvoraussetzung wurden als adäquat, überschätzt oder unterschätzt bewertet (Tab. 3). Eine Einschätzung wurde als adäquat bewertet, wenn die Mathematiklehrkraft zur gleichen Beurteilung kam wie die Hochschullehrenden des jeweiligen Studienfachs. Wicht die Einschätzung der Lehrkraft von den Erwartungen der Hochschullehrenden ab, wurde die Voraussetzung als unter- oder überschätzt bewertet. Für die Analyse in diesem Beitrag wurden für jede Lehrkraft die prozentualen Anteile der adäquaten Einschätzung betrachtet (Überschätzungen kamen kaum vor, sodass eine weitere Differenzierung der Abweichungen nicht sinnvoll ist). Wenn beispielsweise eine Lehrkraft 90 % der vorgelegten mathematischen Lernvoraussetzungen für Physik adäquat einschätzte, erhielt diese ein Adäquatheitsmaß von 0.9 für das Studienfach Physik. Um die verschiedenen Studienfächer miteinander vergleichen zu können, wurde für jedes Studienfach das arithmetische Mittel der Adäquatheitsmaße aller Mathematiklehrkräfte ermittelt.

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 3 wurden die Einschätzungen der Lehrkräfte mit Einschätzungen von Oberstufenschülerinnen und -schülern verglichen, die aus einer analogen Vorgängerstudie (Rohenroth et al., 2024) vorlagen. Dazu wurden einerseits die globalen Relevanzzuschreibungen der Mathematik für einzelne Fächer zwischen den beiden Stichproben verglichen, und andererseits die ermittelten Adäquatheitsmaße für spezifische Lernvoraussetzungen und Fächer.

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 4 wurden schließlich die ermittelten Adäquatheitsmaße der Lehrkräfte für die Studienfächer Physik, Biologie, Politikwissenschaft und Wirtschaftswissenschaften näher analysiert. Dazu wurden die Lehrkräfte zunächst jeweils einer Gruppe zugewiesen, nämlich ob sie das jeweils einzuschätzende Fach als Zweitfach unterrichten oder nicht. Anschließend wurden für diese vier Studienfächer die mittleren Adäquatheitsmaße zwischen den jeweils so erhaltenen zwei Subgruppen (mit entsprechendem bzw. ohne entsprechendes Zweitfach) verglichen.

		<i>N</i>	Anteil in %
Bundesland	Baden-Württemberg	2	1,0
	Hamburg	110	57,3
	Niedersachsen	1	0,5
	Nordrhein-Westfalen	74	38,5
	Rheinland-Pfalz	2	1,0
	Schleswig-Holstein	3	1,6
Schularten	Gesamtschule	21	10,9
	Gymnasium	170	88,5
	beide Schulformen	1	0,5
Unterrichtsfächer	Mathematik	140	72,9
	nur Sek. I	27	19,3
	nur Sek. II	7	5,0
	Sek. I und Sek. II	106	75,7
	Biologie	48	25,0
	Wirtschaft/Politik	39	20,3
Fächerkombinationen	Mathematik & Biologie	16	5,5
	Mathematik & Wirtschaft/Politik	16	5,5
	Mathematik & anderes Zweitfach	108	71,2
	Biologie oder Wirtschaft/Politik ohne Mathematik	52	17,8

Tab. 2: Stichprobenszusammensetzung (Lehrkräfte für Mathematik, Biologie und/oder Wirtschaft/Politik)

Bemerkungen: Daten von Lehrkräften, die die Befragung vorzeitig abgebrochen haben, wurden bis zum Zeitpunkt des Abbruchs in die Analyse einbezogen. Daher können Stichproben für bestimmte Fragestellungen von der Gesamtstichprobe abweichen.

Lernvoraussetzungen für ein Studium: Mathematische Inhalte

Bitte geben Sie im Folgenden an, ob Sie annehmen, dass die jeweiligen mathematischen Inhalte für ein Studium der genannten Studienfächer notwendig sind, d. h. ob diese Kenntnisse und Fähigkeiten aus der Schule mitgebracht werden sollten.

	Architektur	Biologie	Englisch	Erziehungs- wissenschaften	Medizin	Physik	Politik- wissenschaft	Sozialwesen	Wirtschafts- wissenschaften
Elementare algebraische Regeln wie z. B. Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Klammerrechnung, Vorzeichenregeln, Binomische Formeln, Faktorisieren	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Abb. 1: Fragebogenformat zur Einschätzung konkreter mathematischer Lernvoraussetzungen für verschiedene Studienfächer

Mathematische Lernvoraussetzung	Hochschullehrende	Mathematiklehrkraft	Einschätzung
Darstellung von Funktionen (Tabelle, Graph, Gleichung)	notwendig	notwendig	adäquat
Kreuzprodukt	nicht notwendig	nicht notwendig	adäquat
Verstehen und Prüfen von mathematischen Beweisen	nicht notwendig	notwendig	überschätzt
Fleiß und Bereitschaft zur häufigen Beschäftigung mit Mathematik	notwendig	nicht notwendig	unterschätzt

Tab. 3: Beispielhafter Vergleich der Einschätzungen von Mathematiklehrkräften und Hochschullehrenden zur Bestimmung des Adäquatheitsmaßes

5. Ergebnisse

5.1 Forschungsfrage 1: Vorstellungen von Lehrkräften zur Relevanz der Mathematik in einem Hochschulstudium

Im Folgenden werden zunächst die allgemeinen Vorstellungen der (Mathematik-)Lehrkräfte von der Relevanz der Mathematik in einem Studium berichtet und anschließend Einschätzungen zu spezifischen mathematischen Lernvoraussetzungen betrachtet.

5.1.1 Anteil der Studierenden in Deutschland, die Mathematikkenntnisse für ihr Studium benötigen

Um von den Lehrkräften allgemein einen Überblick über die wahrgenommene Relevanz der Mathematik für ein Hochschulstudium zu erhalten, wurden diese zunächst um ihre Einschätzung gebeten, wie viel Prozent der Studierenden in Deutschland Mathematikkenntnisse benötigen. Über alle befragten Lehrkräfte (N = 188) liegt die Einschätzung bei M = 70,4 %

(SD = 20,3 %), wobei sich die Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte (N = 137, M = 70,7 %, SD = 20,1 %) nicht signifikant von Lehrkräften ohne das Unterrichtsfach Mathematik (N = 51, M = 69,8 %, SD = 20,9 %) unterscheidet, $t(186) = -,284, p = ,388$.

5.1.2 Studienfachspezifische Relevanzzuschreibung der Mathematik

Um eine Einschätzung der Lehrkräfte zu einer studienfachspezifischen Relevanz der Mathematik zu erhalten, wurden die Lehrkräfte gebeten, die Bedeutung der Mathematik auf einer 10-stufigen Likert-Skala (1: „keine Bedeutung“ bis 10: „sehr hohe Bedeutung“) für die Studienfächer Architektur, Biologie, Englisch, Erziehungswissenschaften, Medizin, Physik, Politikwissenschaft, Sozialwesen und Wirtschaftswissenschaften zu beurteilen. Die wahrgenommene Relevanz der Mathematik für einzelne Studienfächer schätzen die Lehrkräfte für das Physikstudium am höchsten ein, gefolgt von den Wirtschaftswissenschaften und der Architektur. Als gering oder eher gering wurde die Relevanz der Mathematik für

das Studium der Erziehungswissenschaften und des Sozialwesens eingeschätzt. So gaben rund 75 % der Lehrkräfte an, dass Mathematik für die Studienfächer des Bereichs Sozialwesen keine oder eine (eher) geringe Relevanz habe. Das Studienfach Englisch spiegelt neben dem Studienfach Physik die in diesem Rahmen intendierte Kontrastierung wider: Die Relevanz der Mathematik wird für Englisch mit $M = 3,0$ ($SD = 1,8$) am geringsten eingeschätzt und für Physik mit $M = 9,7$ ($SD = 0,8$) am höchsten (Tab. 4).

Wie auch bei der allgemeinen Relevanzzuschreibung unterscheiden sich die Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte nicht signifikant von den Einschätzungen der Lehrkräfte für Biologie oder Wirtschaft/Politik (s. Tab. A2 im Anhang für Detailangaben). Paarweise Kruskal-Wallis-Tests ergaben, dass sich die Einschätzung der Lehrkräfte bzgl. der Relevanz der Mathematik zwischen je zwei Studienfächern signifikant unterscheiden ($p < ,001$, mit Ausnahme von Sozialwesen und Erziehungswissenschaften, $p = ,14$; Biologie und Medizin, $p = ,68$; Architektur und Wirtschaftswissenschaften, $p = ,78$, siehe Tab. A3 im Anhang für weitere Einzelheiten).

5.2 Forschungsfrage 2: Vergleich der Einschätzungen von Mathematiklehrkräften mit Erwartungen der Hochschullehrenden

Um die Adäquatheit der Einschätzung konkreter mathematischer Lernvoraussetzungen in verschiedenen Studienfächern beurteilen zu können, wurden die

Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte mit den in den Studien MaLeMINT (Deeken et al., 2020) und MaLeMINT-E (Rohenroth et al., 2023b) ermittelten Erwartungen der Hochschullehrenden verglichen. Jeder Mathematiklehrkraft wurde für jedes Studienfach ein prozentualer Anteil für die adäquate Einschätzung, die Unterschätzung und die Überschätzung zugeordnet (siehe Tab. 3). Über alle Studienfächer hinweg war der Anteil der überschätzten mathematischen Lernvoraussetzungen mit durchschnittlich 2 % gering (von 0 % in Biologie, Physik und Wirtschaftswissenschaften bis 6,6 % im Sozialwesen) – der Anteil unterschätzter mathematischer Lernvoraussetzungen hingegen über alle Studienfächer hinweg mit durchschnittlich 32,8 % hoch (14,4 % in Physik bis 50,3 % in den Erziehungswissenschaften).

Da die Anzahl der notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen über die verschiedenen Studienfächer stark variiert und es kaum Überschätzungen (d. h. nicht notwendige Lernvoraussetzungen wurden von Lehrkräften als notwendig eingeschätzt) gab, wurden für die Auswertung der Adäquatheit der Lehrkräfte-Einschätzung lediglich mathematische Lernvoraussetzungen zugrunde gelegt, die von Hochschullehrenden als notwendig erachtet werden. Tabelle 5 zeigt die Mittelwerte der adäquaten Einschätzung notwendiger mathematischer Lernvoraussetzungen für die erhobenen Studienfächer, Tabelle 6 zeigt zusätzlich differenzierte Ergebnisse für den Bereich der Mathematischen Inhalte.

	<i>M (SD)</i>	(fast) keine Relevanz ^a	eher geringe Relevanz ^b	eher hohe Relevanz ^c	(sehr) hohe Relevanz ^d	Anzahl der Lehrkräfte
		<i>abs. (in %)</i>	<i>abs. (in %)</i>	<i>abs. (in %)</i>	<i>abs. (in %)</i>	<i>Gesamt</i>
Architektur	8.5 (1.5)	0 (0,0 %)	7 (3,8 %)	83 (45,1 %)	94 (51,1 %)	184
Biologie	7.0 (1.9)	3 (1,6 %)	32 (17,5 %)	115 (62,8 %)	33 (18,0 %)	183
Englisch	3.0 (1.3)	89 (47,8 %)	81 (43,5 %)	14 (7,5 %)	2 (1,1 %)	186
Erziehungswiss.	4.7 (2.1)	27 (14,4 %)	90 (48,1 %)	64 (34,2 %)	6 (3,2 %)	187
Medizin	6.8 (1.8)	3 (1,6 %)	36 (19,3 %)	118 (63,1 %)	30 (16,0 %)	187
Physik	9.7 (0.8)	0 (0,0 %)	1 (0,5 %)	11 (5,9 %)	175 (93,6 %)	187
Politikwiss.	5.8 (2.1)	12 (6,5 %)	73 (39,2 %)	88 (47,3 %)	13 (7,0 %)	186
Sozialwesen	4.3 (2.0)	38 (20,3 %)	102 (54,5 %)	42 (22,5 %)	5 (2,7 %)	187
Wirtschaftswiss.	8.6 (1.3)	0 (0,0 %)	6 (3,2 %)	77 (41,6 %)	102 (55,1 %)	185

Tab. 4: Deskriptive Ergebnisse über die von den Lehrkräften wahrgenommene Relevanz der Mathematik für verschiedene Studienfächer

Bemerkungen: ^a1-2 (fast) keine Relevanz, ^b3-5 eher geringe Relevanz, ^c6-8 eher hohe Relevanz, ^d9-10 (sehr) hohe Relevanz

	Gesamt	Mathematische Inhalte	Mathematische Arbeitstätigkeiten	Wesen der Mathematik	Persönliche Merkmale
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Physik	,86 (.24)	,85 (.24)	,86 (.29)	,82 ^c (.31)	,92 (.26)
Wirtschaftswiss.	,73 (.25)	,74 (.24)	,70 (.33)	,60 ^c (.33)	,85 (.32)
Architektur	,70 (.25)	,75 (.26)	,61 (.33)	,53 ^c (.29)	,83 (.34)
Medizin	,63 (.26)	,64 (.27)	,59 (.32)	,83 ^b (.37)	,67 ^c (.40)
Biologie	,55 (.25)	,56 (.27)	,52 (.32)	,53 ^c (.32)	,71 (.39)
Politikwiss.	,50 (.27)	,56 (.29)	,38 (.31)	,66 ^b (.48)	,50 ^c (.43)
Sozialwesen	,44 (.27)	,50 (.30)	,32 (.33)	- ^a	,32 ^c (.41)
Erziehungswiss.	,38 (.25)	,43 (.27)	,27 (.28)	,56 ^b (.50)	,32 ^c (.41)

Tab. 5: Mittelwerte der adäquaten Einschätzung der notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen über alle Bereiche

Bemerkungen: $N = 117$; $MIN = 0$, $MAX = 1$; ^a keine zugrundeliegenden Lernvoraussetzungen, ^b basierend auf einer zugrundeliegenden Lernvoraussetzung, ^c basierend auf zwei zugrundeliegenden Lernvoraussetzungen

	Mathematische Inhalte	Grundlagen	Analysis	Lineare Algebra und Analytische Geometrie	Stochastik und Bereichsüber- greifende Inhalte
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Physik	,85 (.24)	,91 (.23)	,88 (.28)	,88 (.30)	,70 (.39)
Wirtschaftswiss.	,74 (.24)	,86 (.25)	,74 (.34)	,34 (.43)	,78 (.31)
Architektur	,75 (.26)	,82 (.26)	,43 ^b (.50)	,74 (.41)	,48 ^b (.50)
Medizin	,64 (.27)	,75 (.29)	,44 (.40)	,26 ^c (.42)	,74 (.33)
Biologie	,56 (.27)	,70 (.25)	,49 (.38)	,19 (.34)	,67 (.38)
Politikwiss.	,56 (.29)	,54 (.33)	,25 ^b (.44)	- ^a	,66 (.38)
Sozialwesen	,50 (.30)	,44 (.32)	- ^a	- ^a	,61 (.40)
Erziehungswiss.	,43 (.27)	,38 (.29)	,12 ^b (.33)	- ^a	,58 (.37)

Tab. 6: Mittelwerte der adäquaten Einschätzung der notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen der mathematischen Inhalte

Bemerkungen: $N = 117$; $MIN = 0$, $MAX = 1$; ^a keine zugrundeliegenden Lernvoraussetzungen, ^b basierend auf einer zugrundeliegenden Lernvoraussetzung, ^c basierend auf zwei zugrundeliegenden Lernvoraussetzungen

Für das Studienfach Physik ergeben sich sehr gute Einschätzungen der Lehrkräfte über alle Kategorien und Inhaltsbereiche. Auch für Architektur und die Wirtschaftswissenschaften zeigen sich substanzielle Übereinstimmungen von den Vorstellungen von den Mathematiklehrkräften und den Erwartungen der Hochschullehrenden; lediglich die vorausgesetzten mathematischen Lernvoraussetzungen der Linearen Algebra und Analytischen Geometrie werden in den Wirtschaftswissenschaften kaum wahrgenommen. Auch bei den Studienfächern Biologie und Medizin zeigen die Lehrkräfte ähnliche Tendenzen in der Unterschätzung der Linearen Algebra und Analytischen Geometrie; die Notwendigkeit mathematischer Lernvoraussetzungen sehen die Mathematiklehrkräfte hier vor allem bei den Grundlagen. Eine besonders geringe Übereinstimmung der Vorstellungen von den Mathematiklehrkräften und den Erwartungen der

Hochschullehrenden liegt für den Studienbereich der Erziehungswissenschaften vor. Die umfangreichen geforderten mathematischen Lernvoraussetzungen der mathematischen Grundlagen und mathematischen Arbeitstätigkeiten werden nur von wenigen Mathematiklehrkräften als notwendig angenommen. Ein ähnliches Bild zeigt sich für die grundlegenden mathematischen Anforderungen im Studienbereich des Sozialwesens.

Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in der Schiefe und Kurtosis der Verteilungen wider. Die linksschiefen Verteilungen in Architektur (Schiefe: $-1,0$; Kurtosis: $0,44$), Physik (Schiefe: $-2,55$; Kurtosis: $5,80$) und Wirtschaftswissenschaften (Schiefe: $-1,40$; Kurtosis: $1,34$) verdeutlichen die eher angemessene Bewertung für diese Studienfächer, während die flachgipfligen Verteilungen für Biologie (Schiefe: $-0,17$; Kurtosis: $-0,70$),

Erziehungswissenschaften (Schiefe: 0,48; Kurtosis: -0,38), Medizin (Schiefe: -0,64; Kurtosis: -0,24), Politikwissenschaft (Schiefe: -0,08; Kurtosis: -0,95) und Sozialwesen (Schiefe: 0,02; Kurtosis: -1,03) den fehlenden Trend aufzeigen.

Die Abb. 2a–h zeigen die Verteilungen der Adäquatheitswerte für die verschiedenen Studienfächer und visualisieren die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit. Die linksschiefen Verteilungen der Studienfächer zeigen insbesondere für Physik (Abb. 2a), in der Tendenz auch für die Wirtschaftswissenschaften (Abb. 2b) und Architektur (Abb. 2c) hohe Übereinstimmungen zwischen den Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte zu den mathematischen Lernvoraussetzungen und den Erwartungen der Hochschullehrenden für mathematikhaltige Module dieser Studienfächer. Für die sozialwissenschaftlichen Studienfächer der Erziehungswissenschaften (Abb. 2h) und des Sozialwesens (Abb. 2g) zeigen sich hingegen in der Tendenz unzureichende Einschätzungen, was darauf hindeutet, dass die Mathematiklehrkräfte die

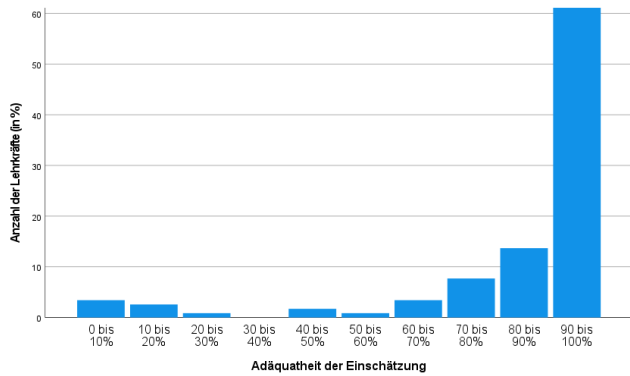
notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen für diese Studienfächer kaum wahrnehmen. Keine eindeutigen Tendenzen liegen für die Studienfächer Biologie (Abb. 2e), Medizin (Abb. 2d) und Politikwissenschaft (Abb. 2f) vor.

Für den Vergleich der Adäquatheit der Einschätzungen mathematischer Lernvoraussetzungen in den unterschiedlichen Studienfächern wurden aufgrund inhomogener Varianzen erneut paarweise Kruskal-Wallis-Test gerechnet. Diese zeigten, dass sich die Übereinstimmungen der Erwartungen von Hochschullehrenden der Studienfächer und der Einschätzungen von Mathematiklehrkräften zwischen den verschiedenen Studienfächern signifikant voneinander unterscheiden. Das Studienfach Physik ist das einzige Fach, das sich signifikant von allen anderen Studienfächern unterscheidet ($p < ,001$). Dabei schwankten die Effektstärken nach Cohen (1992) von klein ($r = 0,27$, Wirtschaftswissenschaften) bis groß ($r = 0,87$, Erziehungswissenschaften). Detaillierte Ergebnisse befinden sich in Tabelle A4 im Anhang.

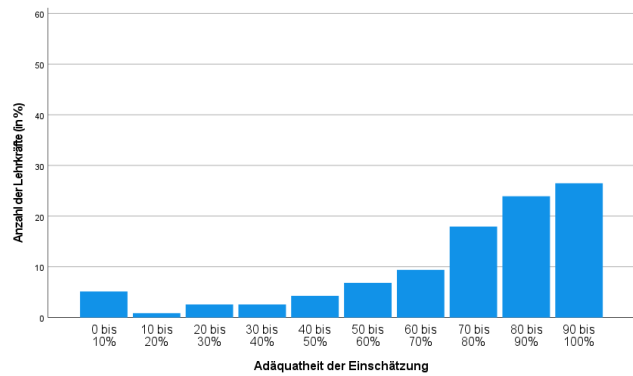
	Schülerinnen und Schüler		Lehrkräfte		<i>U</i>	<i>p</i>	<i>Z</i>	Effektstärke <i>d</i>
	<i>M (SD)</i>	Mittlerer Rang	<i>M (SD)</i>	Mittlerer Rang				
Architektur	8,6 (1,6)	564,61	8,5 (1,5)	533,58	81158,5	,217	-1,235	0,07
Biologie	6,0 (2,1)	533,58	7,0 (1,9)	682,38	109524,0	<,001	5,241	0,31
Englisch	2,5 (1,6)	543,75	3,0 (1,8)	632,25	102077,5	<,001	3,459	0,20
Erziehungswiss.	3,5 (1,9)	527,61	4,7 (2,1)	721,41	118825,5	<,001	7,563	0,46
Medizin	5,9 (2,1)	535,11	6,8 (1,8)	687,2	112241,5	<,001	5,917	0,35
Physik	9,4 (1,3)	548,67	9,7 (0,8)	625,66	100357,0	<,001	3,629	0,18
Politikwiss.	5,0 (2,0)	539,93	5,8 (2,1)	663,77	107192,5	<,001	4,666	0,28
Sozialwesen	3,4 (1,9)	537,33	4,3 (2,0)	673,01	109774,5	<,001	5,319	0,32
Wirtschaftswiss.	7,5 (1,9)	527,03	8,6 (1,3)	723,23	117898,0	<,001	7,362	0,44

Tab. 7: Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests für den Vergleich der wahrgenommenen Relevanz der Mathematik für verschiedene Studienfächer von Schülerinnen und Schüler und Lehrkräften

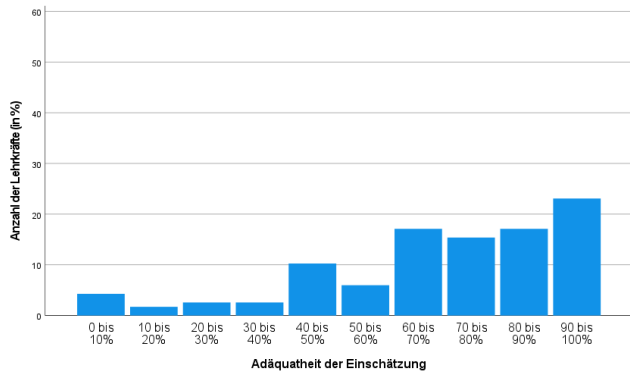
a) Physik



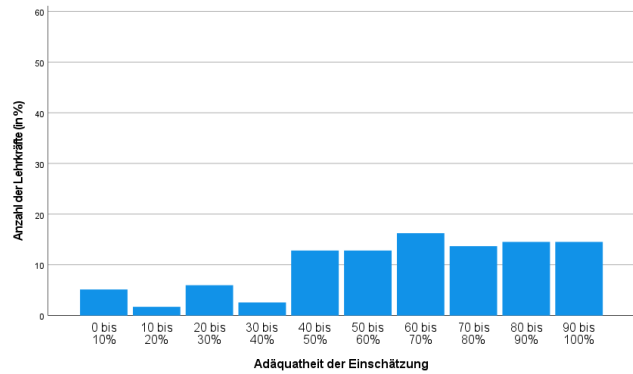
b) Wirtschaftswissenschaften



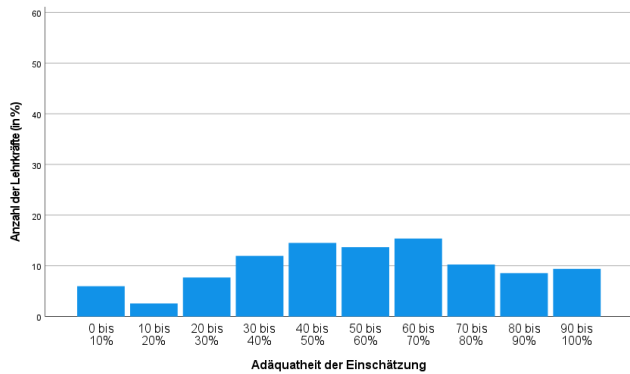
c) Architektur



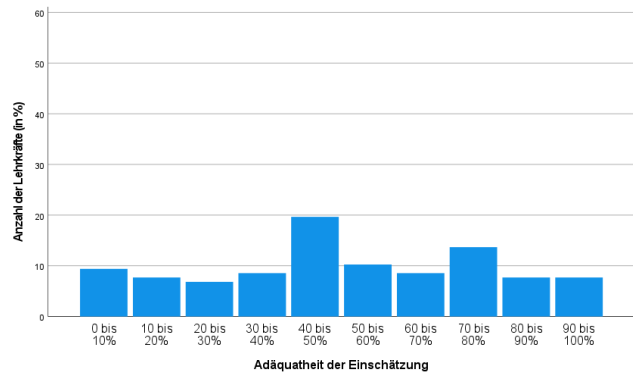
d) Medizin



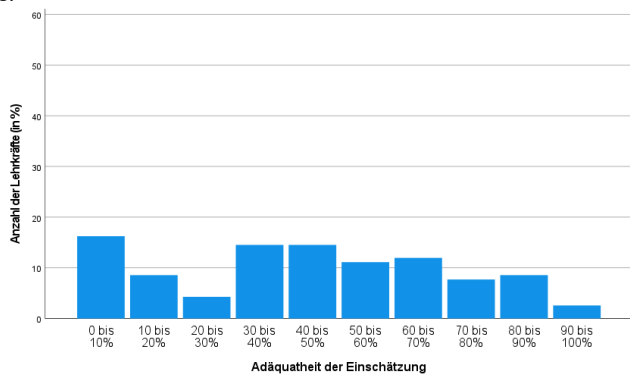
e) Biologie



f) Politikwissenschaft



g) Sozialwesen



h) Erziehungswissenschaften

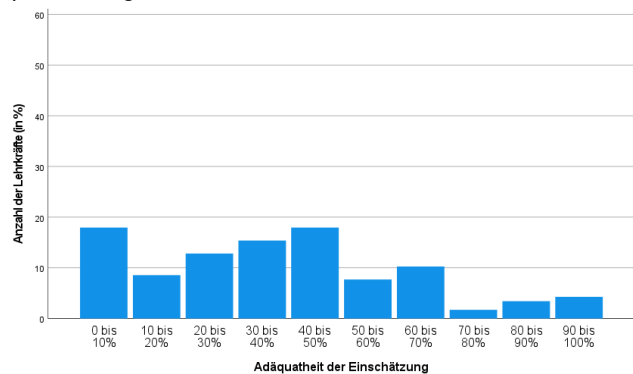


Abb. 2: Histogramme der Adäquatheitsmaße der Lehrkräfte (Beispiel: Für Erziehungswissenschaften erreicht die Säule "60 bis 70%" etwa 10%, d. h. 10% der Lehrkräfte haben 60-70% der Lernvoraussetzungen adäquat eingeschätzt).

Studienfach	Schülerinnen und Schüler	Lehrkräfte	<i>t</i>	<i>p</i>	Effektstärke <i>d</i>	
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>				
Architektur	,71 (.26)	,70 (.25)	,624	,53	,06	
Physik	,82 (.24)	,86 (.24)	−1,606	,11	,16	
Politikwiss.	,34 (.26)	,50 (.27)	−6,471	< ,001	,63	
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>Z</i>	Effektstärke <i>d</i>
Biologie	,42 (.29)	,55 (.25)	70610,5	< ,001	5,018	,31
Erziehungswiss.	,19 (.21)	,38 (.25)	79791,0	< ,001	8,076	,51
Medizin	,44 (.30)	,63 (.26)	74906,5	< ,001	6,400	,40
Sozialwesen	,19 (.22)	,44 (.27)	83293,5	< ,001	9,244	,58
Wirtschaftswiss.	,56 (.30)	,73 (.25)	73919,5	< ,001	6,081	,38

Tab. 8: Vergleich der Einschätzungen von Mathematiklehrkräften ($N = 117$) mit denen von Schülerinnen und Schülern ($N = 940$) auf Basis von *t*-Tests bzw. Mann-Whitney-*U*-Tests ($N = 1057$)

Zweifächer	Mit entsprechendem Zweitfach		Ohne entsprechendes Zweitfach		<i>U</i>	<i>p</i>	<i>Z</i>	Effektstärke <i>d</i>
	<i>N</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>N</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)				
Biologie	15	,58 (.22)	102	,55 (.26)	775,5	,932	,086	0,02
Politikwiss.	12	,40 (.32)	105	,51 (.26)	472,5	,157	−1,416	0,26
Wirtschaftswiss.	12	,69 (.35)	105	,73 (.24)	666,5	,743	,328	0,06
Physik	33	,93 (.18)	84	,83 (.25)	1823,5	< ,01	2,698	0,51

Tab. 9: Unterschiede der Adäquatheitsmaße für verschiedene Studienfächer von Mathematiklehrkräften mit oder ohne entsprechendes Zweitfach

5.3 Forschungsfrage 3: Vergleich der Vorstellungen von Lehrkräften mit denen von Schülerinnen und Schülern

Um die studienfachspezifische Relevanzzuschreibung der Lehrkräfte mit den Einschätzungen von Schülerinnen und Schülern vergleichen zu können, wurden die Ergebnisse einer analogen Studie mit Oberstufenschülerinnen und Oberstufenschüler von Rohenroth et al. (2024) zugrunde gelegt. Dieser Vergleich zeigte, dass die Lehrkräfte die Relevanz der Mathematik für alle Studienfächer bis auf Architektur signifikant höher einschätzen als die Schülerinnen und Schüler, wobei die Effektstärken allerdings klein sind (Tab. 7).

Anschließend wurden die Adäquatheitsmaße der Mathematiklehrkräfte mit den Adäquatheitsmaßen von Schülerinnen und Schülern (Rohenroth et al., 2024) verglichen. Dafür wurden für die Studienfächer Architektur, Physik und Politikwissenschaft *t*-Tests gerechnet. Für das Studienfach Architektur zeigte sich, dass die Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler die mathematischen Anforderungen ähnlich einschätzen wie die Mathematiklehrkräfte. Auch für das Studienfach Physik unterscheiden sich die Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte nicht signifikant von den Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler. Anders stellt sich die Situation für das Studienfach Politikwissenschaft dar. Hier schätzen die Mathematiklehrkräfte die mathematischen Anforderungen signifikant besser ein als die Schülerinnen und

Schüler. Die Effektstärke nach Cohen (1992) liegt bei 0,63 und entspricht einem mittleren Effekt.

Aufgrund inhomogener Varianzen wurden für die Studienfächer Biologie, Erziehungswissenschaften, Medizin, Sozialwesen und Wirtschaftswissenschaften Mann-Whitney-*U*-Tests gerechnet. Diese zeigten, dass die Mathematiklehrkräfte die mathematischen Anforderungen in allen vorgenannten Studienfächern signifikant besser einschätzen als Schülerinnen und Schüler. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

5.4 Forschungsfrage 4: Einfluss des Zweifachs der Mathematiklehrkräfte auf die Vorstellungen über die mathematischen Anforderungen im Studium

Die bisher berichteten Ergebnisse zeigten, dass sich die Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte im Hinblick auf die mathematischen Anforderungen für die verschiedenen Studienfächer unterscheiden. Im Folgenden wurden diese Einschätzungen unter Berücksichtigung der Zweifächer der Mathematiklehrkräfte analysiert (Tab. 9). Dabei wurden die Unterrichtsfächer Physik, Biologie und Wirtschaft/Politik den entsprechenden Studienfächern Physik, Biologie sowie Politikwissenschaft bzw. Wirtschaftswissenschaften zugeordnet. Aufgrund ungleicher Stichprobengrößen (Biologie und Wirtschaft/Politik) bzw. fehlender Varianzhomogenität für das Unterrichtsfach Physik wurden diese Gruppenvergleiche anhand von Mann-Whitney-*U*-Tests vorgenommen.

Für Mathematiklehrkräfte mit bzw. ohne das Zweitfach Biologie zeigte sich, dass Mathematiklehrkräfte mit Zweitfach Biologie die mathematischen Anforderungen für das Studienfach Biologie nicht signifikant besser einschätzen als Mathematiklehrkräfte ohne dieses Zweitfach. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich für Mathematiklehrkräfte mit dem Zweitfach Wirtschaft/Politik. Mathematiklehrkräfte mit diesem Zweitfach schätzen die mathematischen Anforderungen sowohl für das Studienfach Politikwissenschaft als auch für das Studienfach Wirtschaftswissenschaften nicht signifikant besser ein als Mathematiklehrkräfte ohne dieses Zweitfach. Anders stellt sich die Situation für das Studienfach Physik dar. Mathematiklehrkräfte mit dem Zweitfach Physik schätzen die mathematischen Anforderungen für das Studienfach Physik signifikant besser ein als Mathematiklehrkräfte mit anderen Zweitfächern. Die Effektstärke d liegt bei 0,51 und entspricht nach Cohen (1992) einem mittleren Effekt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

6. Diskussion und Implikationen

Ziel des vorliegenden Beitrags war es, einen möglichen Einflussfaktor auf die inadäquaten Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern von der Relevanz der Mathematik für ein Studium zu untersuchen. Da die Schule für die meisten Studieninteressierten die einzige Institution ist, in der Mathematik systematisch thematisiert wird, und das Lernangebot zur Mathematik im Wesentlichen von Lehrkräften gestaltet werden, wurden die Vorstellungen von Lehrkräften über die Relevanz der Mathematik im Studium untersucht. Diese Vorstellungen bezogen sich zum einen auf allgemeine Vorstellungen und zum anderen auf konkrete mathematische Lernvoraussetzungen für exemplarisch ausgewählte Studienfächer. Die ermittelten Vorstellungen wurden sowohl mit den Erwartungen von Hochschullehrenden der Studienfächer als auch mit Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern verglichen.

6.1 Interpretation und Einordnung der Ergebnisse

Mit Blick auf die allgemeine Relevanzzuschreibung zeigt sich, dass die Lehrkräfte den Anteil der Studierenden in Deutschland, die Mathematikkenntnisse für ihr Studium benötigen, auf rund 70 % einschätzen.

Eine vorangegangene Studie zeigte, dass Schülerinnen und Schüler den Prozentsatz von Studierenden, die Mathematik in ihrem Studium benötigen, mit $M = 64,9\%$ ($SD = 21,9\%$, $N = 940$) einschätzen (Rohenroth et al., 2024). Damit fallen die Einschätzungen der Lehrkräfte signifikant höher aus als die der Schülerinnen und Schüler (Welch-Test aufgrund

inhomogener Varianzen: $F(1, 281,2) = 11,3$, $p < ,001$), liegen aber dennoch etwa 10 Prozentpunkte unter der Schätzung von Neumann et al. (2021) auf Basis der Studierendenzahlen des Statistischen Bundesamts für Studienfächer, die mathematische Lernvoraussetzungen benötigen. Bezieht man die weiteren Analysen mit ein, so zeigt sich, dass die Lehrkräfte die Breite der Studienfächer, in denen Mathematik von Bedeutung ist, unterschätzen (insbesondere sozialwissenschaftliche Studienfächer).

Ein ähnlicher Befund zeigt sich bei der Einschätzung konkreter mathematischer Anforderungen einzelner Studienfächer. Im Vergleich mit den Schülerinnen und Schülern zeigt sich, dass sich die Adäquatheitsmaße der Einschätzungen bei kleinen Effektstärken signifikant voneinander unterscheiden (Ausnahmen: Physik und Architektur) und die Mathematiklehrkräfte die mathematischen Anforderungen in den vorgelegten Studienfächern besser einschätzen als die Schülerinnen und Schüler. Dennoch ergeben sich ähnliche Tendenzen in den Einschätzungen: In den Studienfächern Physik, Wirtschaftswissenschaften und Architektur werden die mathematischen Anforderungen hoch eingeschätzt und die Beurteilung konkreter notwendiger mathematischer Lernvoraussetzungen in den verschiedenen Studienfächern deckt sich im Wesentlichen mit den Erwartungen der Hochschullehrenden. Die Notwendigkeit mathematischer Lernvoraussetzungen der Bereiche der Linearen Algebra und Analytischen Geometrie werden in den Wirtschaftswissenschaften jedoch kaum wahrgenommen. Eine ähnliche Unterschätzung dieser Inhaltsbereiche wurde für die Wirtschaftswissenschaften bereits bei Schülerinnen und Schülern festgestellt (Rohenroth et al., 2023a, 2024). Insbesondere in den betrachteten sozialwissenschaftlichen Studienfächern werden die mathematischen Anforderungen – wie auch bei den Schülerinnen und Schülern (Rohenroth et al., 2023a, 2024) – kaum adäquat wahrgenommen und auch die Übereinstimmung der Einschätzung von Mathematiklehrkräften und den Erwartungen der Hochschullehrenden ist als gering zu bezeichnen.

Es zeigt sich demzufolge ein Wissensdefizit zu mathematischen Anforderungen insbesondere in den Sozialwissenschaften. Diese Unkenntnis könnte zur Folge haben, dass Mathematiklehrkräfte in ihrem Unterricht vor allem Realitätsbezüge auswählen, in denen Mathematik gemeinhin erwartet wird, und die Breite mathematischer Anwendungen – insbesondere in den Sozialwissenschaften – nicht abgedeckt wird. Dies ist insofern besonders problematisch, als gerade in diesen Fächern die mathematischen Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern unterschätzt werden (Schoening & Wulfert, 2014; Venezia et al., 2004) oder diese solche Studienfächer sogar in der

Annahme wählen, mathematische Anforderungen gänzlich vermeiden zu können (z. B. Hartmann, 1998; Neumann et al., 2021; Rohenroth et al., 2024).

Angesichts der ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen in der Lehrkräftebildung ist es jedoch wenig überraschend, dass die Mathematiklehrkräfte nicht um die mathematischen Anforderungen wissen, da dieses spezifische Wissen nicht obligatorischer Bestandteil der Mathematiklehrkräftebildung ist (KMK, 2019). Mathematiklehrkräfte können nur ein entsprechendes Unterrichtsangebot unter Berücksichtigung der Ziele der gymnasialen Oberstufe (KMK, 2023) machen, wenn sie selbst darum wissen und bestenfalls entsprechendes Lehr- und Lernmaterial zur Verfügung steht.

6.2 Limitationen

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist erstens zu berücksichtigen, dass die Einschätzungen der Lehrkräfte zu den mathematischen Lernvoraussetzungen in verschiedenen Studienfächern mit den Erwartungen der Hochschullehrenden verglichen wurden, die sich auf Studienfachgruppen (z. B. MINT-Studienfächer) beziehen. Da die Konsenskriterien in beiden Studien mit Hochschullehrenden (Deeken et al., 2020; Rohenroth et al., 2023b) jedoch konservativ gesetzt wurden und zudem ein breiter Konsens unter den Hochschullehrenden besteht, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse auch für einzelne Studienfächer als Grundlage dienen können. Zweitens ist die Stichprobe der Lehrkräfte nicht repräsentativ, sondern eine Gelegenheitsstichprobe. Für einen Gruppenvergleich der Mathematiklehrkräfte mit unterschiedlichen Zweitfächern sind die Substichproben sehr klein, so dass die Ergebnisse zum Einfluss des Zweitfachs nur als Tendenz interpretiert werden sollten. Darüber hinaus kann drittens eine statistische Verzerrung aufgrund bundeslandspezifischer Unterschiede z. B. im Hinblick auf die erste oder zweite Phase der Lehrkräftebildung nicht ausgeschlossen werden. Viertens ist die Auswahl der Studienfächer nur exemplarisch. Allerdings sind die Fächer keine „exotischen“ Studienfächer, sondern umfassen Studienfächer, die von vielen Schulabsolventinnen und Schulabsolventen gewählt werden. Schließlich ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass die Einschätzung der Lehrkräfte zur Relevanz der Mathematik für andere (Studien-)Fächer vermutlich sehr damit zusammenhängt, wie stark die Teilnehmenden Einblicke in das jeweilige Studienfach haben (können). Keinesfalls kann erwartet werden, dass hier ein umfassendes Wissen über einzelne (Studien-)Fächer vorliegt. Gleichmaßen lassen die gesammelten Daten keine Schlüsse zu, worin die Ursachen für die Einschätzung der Lehrkräfte liegen.

6.3 Implikationen

Trotz dieser Limitationen lassen sich aus den beschriebenen Ergebnissen Implikationen ableiten. So sollte das Wissen um mathematische Anforderungen in verschiedenen Studienfächern in die Aus- und Fortbildung der Mathematiklehrkräfte verankert werden, da es die Lehrkräfte sind, die dieses Wissen an ihre Schülerinnen und Schüler weitergeben. Andererseits sollte zukünftige Forschung mit Blick auf das Angebots-Nutzungs-Modell (Helmke, 2017) den Mathematikunterricht und vorhandenes Lehr-Lern-Material untersuchen. Da für Lehrkräfte insbesondere Schulbücher eine Richtschnur darstellen (Blum et al., 2005), stellt sich die Frage, ob bereits verfügbare Mathematikaufgaben (insbesondere in Schulbüchern) die Breite mathematischer Anwendungen in Bezug auf verschiedene Studienfächer sowohl qualitativ anhand realistischer und authentischer Aufgaben als auch quantitativ angemessen abbilden oder ob sie thematisch zu eingeschränkt sind. Eine Schulbuchanalyse bezogen auf kaufmännische Ausbildungsberufe zeigte, dass kaufmännische Kontexte wenig adäquat in Mathematikschulbüchern abgebildet wurden (von Hering et al., 2020) und es stellt sich die Frage, ob dies für Studienfächer ähnlich ist. Darüber hinaus ist von Interesse, welche Mathematikaufgaben die Mathematiklehrkräfte tatsächlich im Unterricht einsetzen und welche Orientierung zentral gestellte Prüfungsaufgaben (Abituraufgaben) vorgeben. Es ist denkbar, dass eine ggf. bereits vorhandene Breite an potenziellen Aufgabenkontexten im Unterricht nicht abgebildet wird, wenn Mathematiklehrkräfte eher auf ihnen vertraute Kontexte zurückgreifen. Realistische und authentische Aufgaben, die über Standardbeispiele hinausgehen, sind jedoch von zentraler Bedeutung, um einem falschen Bild von Mathematik vorzubeugen (Greefrath, 2018) und um Schülerinnen und Schülern die vielfältigen Anwendungsbereiche der Mathematik aufzuzeigen (Rohenroth et al., 2023b, 2024). Auch Lehrkräfte können in diesem Rahmen von einer thematischen Breite profitieren, indem sie sich im Laufe ihres Schuldienstes ein passantes entsprechendes Wissen aneignen und dieses in Zukunft wiederum an die Schülerinnen und Schüler weitergeben.

Offen ist jedoch, ob und wie die Schülerinnen und Schüler entsprechende Angebote wahrnehmen und interpretieren. Wenn Praxisbezüge in außermathematischen Situationen lediglich als Motivationsversuche fungieren (Gellert, 2006) oder ein häufiger Einsatz von Pseudokontexten bei Schülerinnen und Schülern zu einem verzerrten Bild von Mathematik geführt hat (Büchter & Leuders, 2005), ist es denkbar, dass auch realistische und authentische Aufgaben von den Schülerinnen und Schülern als eingekleidet wahrgenommen werden (Niederdrenk-

Felgner, 1995). Darüber hinaus ist denkbar, dass kein Transfer stattfindet. Hier bietet sich eine Interventionsstudie an. Erste Erprobungen von Mathematikaufgaben aus unterschiedlichen Anwendungskontexten (z. B. Erziehungswissenschaften oder Psychologie) haben gezeigt, dass eine ergänzende Reflexionsaufgabe, z. B. unter Rückgriff auf Modulhandbücher des jeweiligen Studienfachs, mathematische Anforderungen transparent macht (Rohenroth et al. 2023b, 2024). Der Einbezug von Modulhandbüchern von Hochschulen bietet zudem die Möglichkeit, das Ziel der gymnasialen Oberstufe, Strukturen des Studiums aufzuzeigen (KMK, 2023), zu adressieren.

Information über ein Hochschulstudium als Ziel der gymnasialen Oberstufe sowie deren weitere Ziele – insbesondere der Studierfähigkeit und der Wissenschaftspropädeutik – betreffen jedoch nicht nur das Unterrichtsfach Mathematik. Zu der Verwirklichung tragen alle Unterrichtsfächer bei (KMK, 2023). Insbesondere stehen alle Unterrichtsfächer in der Verantwortung, ein adäquates Bild der jeweiligen Disziplin aufzuzeigen. „[E]ine angemessene Information über [...] Anforderungen des Studiums“ (KMK, 2023, S. 6) kann jedoch nur gelingen, wenn die Lehrkräfte selbst um diese (mathematischen) Anforderungen wissen. Die Ergebnisse der Forschungsfrage 4 zeigen hingegen auf, dass lediglich die Einschätzungen der Mathematiklehrkräfte mit dem Zweifach Physik in einem hohen Maß mit den mathematischen Anforderungen von Hochschuleseite in dem entsprechenden Studienfach übereinstimmen. Für die Studienfächer Biologie, Politikwissenschaft und Wirtschaftswissenschaften zeigen sich keine signifikanten Effekte des Zweifachs auf die Einschätzung mathematischer Anforderungen. Wenn jedoch selbst Mathematiklehrkräfte die mathematischen Anforderungen ihres (zweiten) Studienfachs unterschätzen, wirft dies die Frage auf, wie Lehrkräfte ohne Mathematik als Unterrichtsfach die mathematischen Anforderungen ihrer Unterrichtsfächer wahrnehmen. In diesem Rahmen stellt sich außerdem die Frage, inwiefern sich ein Fachstudium und ein Lehramtsstudium eines Studienfachs (ungleich Mathematik) im Umfang der mathematischen Anforderungen unterscheiden, so dass die Lehrkräfte ohne Unterrichtsfach Mathematik in ihrem eigenen Studium ggf. nur wenig Einblicke in die Relevanz mathematischer Modelle erhalten haben. Folglich deuten diese Ergebnisse auf einen Aus- und Fortbildungsbedarf von Mathematiklehrkräften und von Lehrkräften mit anderen Unterrichtsfächern hin.

Neben der Rolle der Lehrkräfte sollte die Verankerung der Mathematik in den Schulcurricula verschiedener Unterrichtsfächer (z. B. Physik, Biologie, Sozialkunde/Wirtschaft/Politik) untersucht werden. Eine – wenn überhaupt – lediglich exemplarische

Mathematisierung könnte bei Schülerinnen und Schülern den falschen Eindruck erwecken, dass Mathematik dort keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt. In diesem Rahmen stellt sich wiederum die Frage, wie Schülerinnen und Schüler eine inhärente oder lediglich exemplarische Mathematisierung der Unterrichtsfächer wahrnehmen und interpretieren.

Sinnvoll erscheint in diesem Rahmen, dass der bereits in den Bildungsstandards (KMK, 2023) verankerte fächerübergreifende Unterricht weiter forciert werden sollte.

„Natürlich muss Mathematik zunächst und vielleicht auch primär als kulturelle menschliche Errungenschaft ersten Ranges unterrichtet werden. Aber ihre Anwendungsfähigkeit (die in den letzten 2-3 Jahrzehnten enorm zugenommen hat) muss in angemessen exemplarischer Weise ebenfalls sichtbar gemacht werden. Und dabei ist eine Bezugnahme auf und eine Zusammenarbeit mit anderen Fächern unverzichtbar.“ (HSGYM, 2008, S. 139)

In diesem Zusammenhang kann die schulinterne Fachkonferenz Mathematik eine gewinnbringende Kooperation darstellen; Mathematiklehrkräfte können von der fachlichen Expertise ihrer Kolleginnen und Kollegen mit anderen Zweifächern profitieren und ihrerseits als Multiplikatoren für ihr Zweifach fungieren.

Schließlich wären zukünftige Studien lohnenswert, die die (Praxis-)Relevanz der Mathematik näher in den Blick nehmen. Zwar kann durch die besondere Hervorhebung in den normativen Vorgaben für die gymnasiale Oberstufe (KMK, 2023) der Mathematik eine Relevanz in diesem Sinne zugesprochen werden, die – betrachtet man Mathematik als Modus der Weltbegegnung (Baumert, 2002) – wohl auch durchaus ihre Berechtigung hat, auch für ein breites Spektrum an Disziplinen und Themenfeldern. Inwieweit Mathematik allerdings in der alltäglichen Praxis, sei es im Studium oder Beruf, ebenfalls derart relevant ist, wurde bislang nicht umfassend, und insbesondere nicht mit Blick auf einzelne mathematische Aspekte untersucht. Selbstberichte von einzelnen Studierenden (z. B. Rüede et al., 2019) und auch die seitens der Hochschullehrenden erwarteten mathematischen Lernvoraussetzungen (z. B. Deeken et al., 2020; Rohenroth et al., 2023b) lassen annehmen, dass für ein Hochschulstudium die Mathematik sehr wohl relevant ist (und welche Aspekte besonders relevant für welche (Studien-)Fächer sind). Analoge Erkenntnisse für die Berufsausbildung liegen jedoch bislang nicht, zumindest nicht derart umfassend vor. Ebenfalls unklar ist, inwieweit Lehrkräfte mit einem Unterricht, der Relevanz der Mathematik für eine große Bandbreite an Themenfeldern und Fächern adressiert, die Studien- bzw. Berufswahl von Schülerinnen

und Schülern sowie ihre Vorbereitung auf ein Studium bzw. eine Berufsausbildung beeinflussen können.

6.4 Schlussfolgerung

Ziel dieses Beitrags war es, die Ursachen für die unzureichenden Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler von der Relevanz der Mathematik im Studium zu untersuchen. Als ein wichtiger Ansatzpunkt wurden Vorstellungen von (Mathematik-)Lehrkräften über die Relevanz der Mathematik und mathematischen Anforderungen für das Studium untersucht. Lehrkräfte messen der Mathematik allgemein eine höhere Bedeutung bei als die Schülerinnen und Schüler und schätzen auch die konkreten mathematischen Anforderungen in ausgewählten Studienfächern signifikant besser ein. Allerdings zeigt sich, dass Mathematiklehrkräfte die mathematischen Anforderungen insbesondere in den Sozialwissenschaften, zum Teil aber auch in dem naturwissenschaftlichen Studienfach Biologie und dem naturwissenschaftsnahen Studienfach Medizin deutlich unterschätzen. Damit liefert der vorliegende Beitrag einen ersten möglichen Erklärungsansatz für die unzureichenden Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über die Relevanz der Mathematik in insbesondere diesen Studienfächern, der als Grundlage für weitere Forschung dienen kann. Abschließend sei bemerkt, dass die berichtete Studie zwar Ansatzpunkte zur Verbesserung dieser Vorstellungen auf Seiten der Lehrkräfte identifizieren konnte, die Verringerung eines *gaps* beim Übergang von der Schule in ein Hochschulstudium (welchen Faches auch immer) aber ohne Zweifel der Anstrengung aller Akteure bedarf: von Lehrkräften in Schulen, Dozierenden in Hochschulen, bildungspolitischen Entscheidungsträgern und nicht zuletzt den Studieninteressierten selbst.

Danksagung

Wir danken allen Lehrkräften, die durch ihre Teilnahme diese Studie ermöglicht haben.

Literatur

- Baumert, J. (2002). Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In N. Killius, J. Kluge & L. Reisch (Hrsg.), *Edition Suhrkamp: Vol. 2289. Die Zukunft der Bildung* (S. 100–150). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Leiß, D., Wiegand, B. & Jordan, A. (2005). Zur Rolle von Bildungsstandards für die Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht. *ZDM – Mathematics Education*, 37, 267–274.
- Booss, B. & Krickeberg, K. (Hrsg.) (1976). *Mathematisierung der Einzelwissenschaften: Biologie – Chemie – Erdwissenschaften – Geschichtswissenschaft – Linguistik – Medizin – Pädagogik – Physik – Psychologie – Rechtswissenschaft – Soziologie – Theologie – Wirtschaftswissenschaft*. Basel und Stuttgart: Birkhäuser Verlag. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-0348-5508-2>
- Büchter, A. & Leuders, T. (2005). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen* (1. Aufl.). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112 (1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Conley, D. T. (2008). Rethinking College Readiness. *New Directions for Higher Education*, 144 3–13. <https://doi.org/10.1002/he.321>
- cosh – Cooperation Schule-Hochschule (2021). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 3.0) von Schulen und Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. <https://cosh-ma-the.de/wp-content/uploads/2021/12/makV3.0.pdf>
- 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 in Undergraduate Mathematics Education*, 6(1), 23–41. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00098-1>
- Dobie, T. E. (2019). Expanding conceptions of utility. Middle school students' perspectives on the usefulness of mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(1), 28–53.
- Gellert, U. (2006). Mathematik. In K.-H. Arnold (Hrsg.), *Handbuch Unterricht* (S. 467–471). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Greefrath, G. (2018). *Anwendungen und Modellieren im Mathematikunterricht*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57680-9>
- Green, J. J., Stone, C. C., Zegeye, A. & Charles, T. A. (2007). Changes in Math Prerequisites and Student Performance in Business Statistics: Do Math Prerequisites Really Matter. *Journal of Economics and Finance Education*, 6(2), 27–38.
- Gueudet, G., Bosch, M., DiSessa, A. A., Kwon, O. N. & Verschaffel, L. (2016). *Transitions in Mathematics Education* (Springer eBook Collection Education). Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31622-2>
- Hartmann, P. (1998). Studierende im Kampf mit der Statistik: Ursachen und Lösungsansätze. *Soziologie*. (2), 44–60.
- Helmke, A. (2017). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Franz Emanuel Weinert gewidmet* (5. Auflage). *Schule weiterentwickeln, Unterricht verbessern Orientierungsband*. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.

- von Hering, R., Zingelmann, H., Heinze, A. & Lindmeier, A. (2020). Lerngelegenheiten mit kaufmännischem Kontext im Mathematikunterricht der allgemeinbildenden Schule – Eine Schulbuch- und Aufgabenanalyse. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 23 (1), 193–213. <https://doi.org/10.1007/s11618-019-00925-w>
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studierwartungen und Studienwirklichkeit: Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen* (Forum Hochschule 1/2017). Hannover: DZHW.
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08* (Forum Hochschule 2/2010). Hannover: HIS.
- Hoffmann, A. & Even, R. (2023). The mutual contribution between mathematics and other fields: Mathematicians' and teachers' views. *ZDM – Mathematics Education*, 55 (4), 909–921. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01496-1>
- HSGYM – Arbeitsgruppe Hochschule und Gymnasium (Hrsg.) (2008). *Hochschulreife und Studierfähigkeit. Zürcher Analysen und Empfehlungen zur Schnittstelle*. Zürich: Arbeitsgruppe HSGYM.
- Kislenko, K., Grevholm, B. & Lepik, M. (2007). Mathematics is important but boring: students' beliefs and attitudes towards mathematics. In C. Bergsten (Hrsg.), *Relating practices and research in mathematics education. Proceedings of NORMA 05: fourth Nordic Conference on Mathematics Education* (S. 349–360). Trondheim: Tapir Academic Press.
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2023). *Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 16.03.2023*. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschlusse/1972/1972_07_07-VB-gymnasiale-Oberstufe-Abiturpruefung.pdf
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2019). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019*. Berlin/Bonn. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschlusse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf
- Kollosche, D. (2017). Schülerdiskurse zur Relevanz von Mathematik. In U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017*. 51.
- Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* (S. 553–556). Münster: WTM.
- Laging, A. & Voßkamp, R. (2017). Determinants of Maths Performance of First-Year Business Administration and Economics Students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3 (1), 108–142. <https://doi.org/10.1007/s40753-016-0048-8>
- Lang, C. B. & Pucker, N. (2016). *Mathematische Methoden in der Physik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Lewin, K., Heublein, U. & Sommer, D. (2000). *HIS - Differenzierung und Homogenität beim Hochschulzugang*. Hannover: HIS.
- McCormick, N. J. & Lucas, M. S. (2011). Exploring Mathematics College Readiness in the United States. *Current Issues in Education*, 14 (1).
- Mulhern, G. & Wylie, J. (2006). Mathematical Prerequisites for Learning Statistics in Psychology: Assessing Core Skills of Numeracy and Mathematical Reasoning among Undergraduates. *Psychology Learning & Teaching*, 5(2), 119–132. <https://doi.org/10.2304/plat.2005.5.2.119>
- Müller, J., Stender, A., Fleischer, J., Borowski, A., Dammann, E., Lang, M. & Fischer, H. E. (2018). Mathematisches Wissen von Studienanfängern und Studierfolg. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24 (1), 183–199. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0082-y>
- Neumann, I., Pigge, C. & Heinze, A. (2017). *Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium? Eine Delphi-Studie*. Kiel: IPN. <https://www.ipn.uni-kiel.de/malemint>
- Neumann, I., Deeken, C., Rohenroth, D., Weber, B.-J. & Heinze, A. (2022). Mathematische Lernvoraussetzungen für ein Studium – was erwarten Hochschullehrende? In T. Rolfes, S. Rach, S. Ufer & A. Heinze (Hrsg.), *Das Fach Mathematik in der gymnasialen Oberstufe* (S. 199–220). Münster: Waxmann Verlag.
- Neumann, I., Rohenroth, D. & Heinze, A. (2021). *Studieren ohne Mathe? Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für Studienfächer außerhalb des MINT-Bereichs?* Kiel: IPN. <https://www.ipn.uni-kiel.de/malemint-e>
- Niederdröck-Felgner, C. (1995). Textaufgaben für Mädchen – Textaufgaben für Jungen? *mathematik lehren* (68), 54–59.
- Niss, M. (1994). Mathematics in Society. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strässer & B. Winkelmann (Hrsg.), *Mathematics Education Library: Vol. 13. Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (S. 367–378). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Oepke, M. & Eberle, F. (2016). Deutsch- und Mathematikkompetenzen – wichtig für die (allgemeine) Studierfähigkeit? In J. Kramer, M. Neumann & U. Trautwein (Hrsg.), *Edition ZfE: Band 2. Abitur und Matura im*

- Wandel: Historische Entwicklungslinien, aktuelle Reformen und ihre Effekte (S. 215–252). Wiesbaden: Springer VS.
- Rohenroth, D., Neumann, I. & Heinze, A. (2023a). High school students' perceptions of the relevance of mathematics in higher education. In M. Ayalon, B. Koichu, R. Leikin, L. Rubel & M. Tabach (Hrsg.), *Proceeding of the 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Bd. 4, S. 107–114).
- Rohenroth, D., Neumann, I. & Heinze, A. (2023b). Mathematical prerequisites for non-STEM programs. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1089509>
- Rohenroth, D., Neumann, I. & Heinze, A. (2024). Conceptions of High School Students About the Relevance of Mathematics in Higher Education—their General Perspective and Their Views About Specific Mathematical Requirements. *Journal für Mathematik-Didaktik* 45. <https://doi.org/10.1007/s13138-024-00252-6>
- Rüede, C., Weber, C. & Eberle, F. (2019). Welche mathematischen Kompetenzen sind notwendig, um allgemeine Studierfähigkeit zu erreichen? Eine empirische Bestimmung erster Komponenten. *Journal für Mathematik-Didaktik* 40, 63–93 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13138-018-0137-0>
- Rylands, L. J. & Coady, C. (2009). Performance of students with weak mathematics in first-year mathematics and science. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40 (6), 741–753. <https://doi.org/10.1080/00207390902914130>
- Schiepe-Tiska, A. & Schmidtner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *Pisa 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–121). Münster: Waxmann.
- Schoening, M. & Wulfert, R. (2014). Studienvorbereitungskurse „Mathematik“ an der Fachhochschule Brandenburg. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven* (Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik, S. 213–230). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Schulz, U. & Niebergall, A. (1996). Mathematikkenntnisse von Studienanfängern: Anspruch und Realität. Eine nutzenorientierte Betrachtung des mathematischen Wissens von Studienanfängern: Anspruch und Realität. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10, 211–222.
- Theune, K. (2021). Determinanten und Modelle zur Prognose von Studienabbrüchen. In M. Neugebauer, H.-D. Daniel & A. Wolter (Hrsg.), *Studienerfolg und Studienabbruch* (S. 19–40). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Trappmann, M. (2007). Mathematische Voraussetzungen sozialwissenschaftlicher und psychologischer Studiengänge: Ein Survey unter Lehrenden. *Soziologie*, 36(1), 73–85.
- Venezia, A., Kirst, M. W. & Antonio, A. L. (2003). *Betraying the College Dream: How Disconnected K-12 and Post-secondary Education Systems Undermine Student Aspirations*: U.S. Department of Education. <https://web.stanford.edu/group/ncpi/documents/pdfs/betrayingthecollegedream.pdf>
- 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>
- Vollstedt, M. (2011). *Sinnkonstruktion und Mathematiklernen in Deutschland und Hongkong. Eine rekonstruktiv-empirische Studie*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9915-6>
- Watt, H. M. G. (2004). Development of Adolescents' Self-Perceptions, Values, and Task Perceptions According to Gender and Domain in 7th- through 11th-Grade Australian Students. *Child Development*, 75 (5), 1556–1574. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00757.x>
- Woeckener, B. (2014). *Mikroökonomik*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36897-4>

Anschrift der Verfasser

Dunja Rohenroth
IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
Abteilung Didaktik der Mathematik
Olshausenstr. 62
24118 Kiel
malemint@leibniz-ipn.de

Irene Neumann
IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
Abteilung Didaktik der Mathematik
Olshausenstr. 62
24118 Kiel
ineumann@leibniz-ipn.de

Aiso Heinze
IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
Abteilung Didaktik der Mathematik
Olshausenstr. 62
24118 Kiel
heinze@leibniz-ipn.de

Tab. A1

Einschätzung der Notwendigkeit vorgelegter mathematischer Lernvoraussetzungen für die verschiedenen Studienfächer

Mathematische Lernvoraussetzung	N	Physik	Biologie	Architektur	Wirtschaftswiss.	Medizin	Politikwiss.	Erziehungswiss.	Sozialwesen	Englisch
Mathematische Inhalte										
Elementare algebraische Regeln wie z.B. Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Klammerrechnung, Vorzeichenregeln, Binomische Formeln, Faktorisieren	117	94.0 %	79.5 %	83.8 %	86.3 %	73.5 %	45.3 %	20.5 %	24.8 %	10.3 %
Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen	117	91.5 %	77.8 %	81.2 %	82.9 %	73.5 %	47.9 %	31.6 %	33.3 %	18.8 %
Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz	117	90.6 %	92.3 %	88.9 %	93.2 %	90.6 %	73.5 %	65.8 %	69.2 %	33.3 %
Satz des Pythagoras und Sätze am Kreis (z. B. Satz des Thales)	117	85.5 %	17.9 %	93.2 %	21.4 %	18.8 %	2.6 %	1.7 %	2.6 %	0.0 %
Berechnung von Winkelgrößen, Längen und Flächeninhalten bzw. Volumina bei einfachen Flächen- bzw. Körperformen (z.B. Dreieck, Viereckstypen, Kreis, Pyramiden, Zylinder, Kugel)	117	90.6 %	51.3 %	93.2 %	29.9 %	51.3 %	5.1 %	5.1 %	6.0 %	1.7 %
Begriff/Definition einer Funktion	117	89.7 %	70.9 %	63.2 %	79.5 %	66.7 %	52.1 %	36.8 %	38.5 %	10.3 %
Darstellung von Funktionen (Tabelle, Graph, Gleichung)	117	93.2 %	86.3 %	79.5 %	92.3 %	83.8 %	73.5 %	65.0 %	66.7 %	34.2 %
Lineare und quadratische Funktionen	117	92.3 %	76.9 %	78.6 %	84.6 %	71.8 %	48.7 %	26.5 %	30.8 %	12.0 %
Nullstellen	117	89.7 %	72.6 %	72.6 %	84.6 %	67.5 %	35.0 %	17.9 %	17.9 %	8.5 %
Anschaulicher Stetigkeitsbegriff (z. B. als „durchgezogener Graph“)	100	86.0 %	39.0 %	43.0 %	70.0 %	42.0 %	25.0 %	12.0 %	13.0 %	4.0 %
Graphische Interpretation von Differenzierbarkeit (z. B. „kein Knick im Graph“)	100	83.0 %	42.0 %	45.0 %	69.0 %	41.0 %	23.0 %	10.0 %	9.0 %	4.0 %
Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung	100	90.0 %	52.0 %	56.0 %	73.0 %	42.0 %	20.0 %	10.0 %	6.0 %	4.0 %
Definition und Bestimmung von Extrem- und Wendestellen	100	92.0 %	66.0 %	55.0 %	86.0 %	57.0 %	33.0 %	15.0 %	15.0 %	5.0 %
Rechenregeln für Ableitungen (z. B. Produktregel)	100	89.0 %	44.0 %	43.0 %	70.0 %	37.0 %	19.0 %	6.0 %	5.0 %	3.0 %
Vektoren als Pfeilklassen	100	91.0 %	26.0 %	76.0 %	34.0 %	26.0 %	4.0 %	2.0 %	2.0 %	1.0 %
Komponentendarstellung von Vektoren in $\mathbb{R}^3$	100	88.0 %	22.0 %	72.0 %	36.0 %	22.0 %	4.0 %	3.0 %	3.0 %	2.0 %
Elementare Operationen mit Vektoren (Addition, Skalarmultiplikation)	100	88.0 %	19.0 %	75.0 %	32.0 %	25.0 %	2.0 %	2.0 %	3.0 %	1.0 %
Skalarprodukt	100	89.0 %	17.0 %	67.0 %	34.0 %	16.0 %	4.0 %	2.0 %	3.0 %	1.0 %

Analytische Beschreibung bzw. Darstellung von Punkt, Gerade und Ebene in Ebene und Raum	100	83.0 %	13.0 %	74.0 %	20.0 %	16.0 %	4.0 %	2.0 %	3.0 %	2.0 %
Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung (Zufallsversuche, Ereignisse und Ergebnisse, absolute und relative Häufigkeit, Diagramme)	117	76.1 %	74.4 %	47.9 %	84.6 %	78.6 %	73.5 %	70.1 %	65.8 %	28.2 %
Einstufige und mehrstufige Zufallsversuche (auch: Baumdiagramme und Pfadregeln)	117	69.2 %	67.5 %	38.5 %	73.5 %	68.4 %	60.7 %	51.3 %	48.7 %	17.1 %
Lage- und Streuungsparameter der deskriptiven Statistik (Arithmetisches Mittel, Modus, Median, Spannweite)	117	80.3 %	76.9 %	54.7 %	87.2 %	82.9 %	76.1 %	70.1 %	70.1 %	33.3 %
“Glockenform“ als Grundvorstellung von normalverteilten Zufallsgrößen Vorstellung von normalverteilten Zufallsgrößen als Glockenkurve/Kurve in Glockenform/Gaußsche Glocke (siehe Mathebücher)	100	78.0 %	78.0 %	37.0 %	87.0 %	82.0 %	73.0 %	63.0 %	63.0 %	21.0 %
Grundlagen der Kombinatorik	100	71.0 %	57.0 %	25.0 %	70.0 %	58.0 %	50.0 %	35.0 %	35.0 %	12.0 %
Abzählende Kombinatorik (z. B. Ziehen mit Zurücklegen unter Beachtung der Reihenfolge)	100	58.0 %	49.0 %	19.0 %	67.0 %	47.0 %	46.0 %	29.0 %	34.0 %	9.0 %
Übergeordnete Begriffe wie Definition, Beispiel, Vermutung, Heuristik, Aussage, Satz, Beweis	117	83.8 %	53.0 %	35.0 %	61.5 %	51.3 %	45.3 %	35.9 %	35.9 %	21.4 %
Mathematische Arbeitstätigkeiten										
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)	115	88.7 %	56.5 %	66.1 %	73.9 %	54.8 %	27.0 %	13.0 %	15.7 %	7.8 %
Sicherer Umgang mit grundlegender mathematischer Formelsprache (ohne elektronische Hilfsmittel)	115	91.3 %	69.6 %	76.5 %	79.1 %	63.5 %	33.0 %	22.6 %	20.9 %	10.4 %
Schnelles und sicheres Wechseln zwischen unterschiedlichen Standarddarstellungen (z. B. bei Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten) ohne elektronische Hilfsmittel	115	85.2 %	66.1 %	67.8 %	77.4 %	57.4 %	35.7 %	26.1 %	27.0 %	10.4 %
Verstehen und Prüfen von mathematischen Beweisen	115	80.0 %	16.5 %	22.6 %	32.2 %	16.5 %	10.4 %	3.5 %	5.2 %	2.6 %
Schriftliche mathematische Formulierungen (mit Fachsprache und Fachsymbolik) sprachlich verstehen	115	89.6 %	47.0 %	53.9 %	67.0 %	49.6 %	27.8 %	19.1 %	14.8 %	3.5 %
Mathematische Sachverhalte mündlich erklären können	115	87.8 %	58.3 %	65.2 %	73.9 %	55.7 %	39.1 %	27.0 %	27.0 %	7.8 %
Mathematische Definitionen nachvollziehen (u. a. Beispiele und Gegenbeispiele angeben; prüfen, ob ein Beispiel unter die Definition fällt oder nicht)	115	84.3 %	46.1 %	50.4 %	57.4 %	52.2 %	32.2 %	23.5 %	20.0 %	9.6 %

Mathematische Begriffe anhand ihrer Definition erklären können	115	82.6 %	32.2 %	39.1 %	51.3 %	37.4 %	20.0 %	13.0 %	9.6 %	7.0 %
Aus gegebenen Lösungen zu mathematischen Problemen Lösungsstrategien ableiten	115	85.2 %	49.6 %	53.0 %	66.1 %	47.8 %	25.2 %	13.9 %	14.8 %	7.0 %
Beschreibung außermathematischer Situationen mithilfe mathematischer Werkzeuge	115	85.2 %	62.6 %	72.2 %	79.1 %	65.2 %	49.6 %	33.0 %	34.8 %	12.2 %
Mathematische Informationen in Nachschlagewerken, dem Internet oder anderen Ressourcen recherchieren (inkl. kritischer Einschätzung der Quellen)	115	85.2 %	70.4 %	73.9 %	79.1 %	71.3 %	60.0 %	52.2 %	49.6 %	30.4 %
Wesen der Mathematik										
Das Beweisen ist eine zentrale Tätigkeit der Mathematik.	114	73.7 %	23.7 %	21.1 %	35.1 %	21.1 %	12.3 %	5.3 %	6.1 %	2.6 %
Mathematische Ergebnisse werden in anderen Disziplinen verwendet, um außermathematische Phänomene und Probleme zu modellieren und damit einer Handhabung zugänglich zu machen.	114	91.2 %	81.6 %	85.1 %	84.2 %	83.3 %	65.8 %	56.1 %	54.4 %	29.8 %
Persönliche Merkmale										
Offenheit gegenüber der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin und dem Mathematiklernen an der Hochschule	114	93.0 %	78.9 %	86.0 %	89.5 %	73.7 %	57.0 %	39.5 %	36.0 %	14.0 %
Interesse, Freude, Motivation und Neugier an/gegenüber der Anwendung von Mathematik in außermathematischen Bereichen	114	90.4 %	64.0 %	80.7 %	80.7 %	59.6 %	42.1 %	25.4 %	28.1 %	13.2 %
Fleiß und Bereitschaft zur häufigen Beschäftigung mit Mathematik	114	93.0 %	57.0 %	74.6 %	80.7 %	50.9 %	33.3 %	16.7 %	18.4 %	5.3 %

Bemerkung: Die unterschiedliche Stichprobengröße bei den Lernvoraussetzungen lassen sich darauf zurückführen, dass Mathematiklehrkräften, die ausschließlich in der Sekundarstufe I Mathematik unterrichten, lediglich mathematische Lernvoraussetzungen vorgelegt wurden, die in der Sekundarstufe I adressiert werden. Weitergehende Differenzen lassen sich auf einen Abbruch der Umfrage zurückführen.

Tab. A2 Vergleich der Einschätzungen bzgl. der Relevanz der Mathematik in verschiedenen Studienfächern von Lehrkräften mit und ohne Mathematik als Unterrichtsfach anhand von Mann-Whitney-U-Tests

	Lehrkräfte mit Unter- richtsfach Mathematik			Lehrkräfte ohne Unter- richtsfach Mathematik			<i>U</i>	<i>p</i>
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Architektur	135	8.48	1.47	49	8.59	1.44	3145.0	.597
Biologie	132	6.97	1.63	51	6.88	2.35	3313.5	.868
Englisch	135	2.85	1.55	51	3.31	2.23	3180.5	.414
Erziehungswissenschaften	136	4.66	1.88	51	4.94	2.47	3300.5	.608
Medizin	136	6.80	1.72	51	6.96	2.12	3161.0	.342
Physik	136	9.75	0.78	51	9.57	0.83	3880.0	.069
Politikwissenschaft	135	5.62	1.95	51	6.08	2.28	2967.5	.142
Sozialwesen	136	4.17	1.79	51	4.49	2.47	3331.0	.674
Wirtschaftswissenschaften	135	8.49	1.33	50	8.86	1.25	2771.5	.053

Tab. A3 Paarweiser Vergleich der Relevanzzuschreibung der Mathematik für die verschiedenen Studienfächer (Kruskal-Wallis-Test)

Stichprobe 1- Stichprobe 2	Test-statistik	Std.-Fehler	Standard-teststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a	Effektstärke <i>r</i>
Englisch-Sozialwesen	178.699	49.613	3.602	< .001	< .05	0,18
Englisch-Erziehungswiss.	252.726	49.613	5.094	< .001	< .001	0,26
Englisch-Politikwiss.	416.398	49.680	8.382	< .001	< .001	0,42
Englisch-Medizin	605.368	49.613	12.202	< .001	< .001	0,61
Englisch-Biologie	625.881	49.883	12.547	< .001	< .001	0,63
Englisch-Architektur	934.220	49.815	18.754	< .001	< .001	0,94
Englisch-Wirtschaftswiss.	948.282	49.747	19.062	< .001	< .001	0,96
Englisch-Physik	1186.745	49.613	23.920	< .001	< .001	1,20
Sozialwesen-Erziehungswiss.	-74.027	49.547	-1.494	0.14	1.00	0,08
Sozialwesen-Politikwiss.	237.699	49.613	4.791	< .001	< .001	0,24
Sozialwesen-Medizin	426.668	49.547	8.611	< .001	< .001	0,43
Sozialwesen-Biologie	447.182	49.817	8.977	< .001	< .001	0,45
Sozialwesen-Architektur	755.521	49.748	15.187	< .001	< .001	0,76
Sozialwesen-Wirtschaftswiss.	769.583	49.681	15.491	< .001	< .001	0,78
Sozialwesen-Physik	1008.045	49.547	20.345	< .001	< .001	1,02
Erziehungswiss.-Politikwiss.	163.672	49.613	3.299	< .01	< 0.05	0,17
Erziehungswiss.-Medizin	352.642	49.547	7.117	< .001	< .001	0,36
Erziehungswiss.-Biologie	373.155	49.817	7.491	< .001	< .001	0,38
Erziehungswiss.-Architektur	681.494	49.748	13.699	< .001	< .001	0,69
Erziehungswiss.-Wirtschaftswiss.	695.557	49.681	14.001	< .001	< .001	0,70
Erziehungswiss.-Physik	934.019	49.547	18.851	< .001	< .001	0,95
Politikwiss.-Medizin	188.970	49.613	3.809	< .001	< .01	0,19
Politikwiss.-Biologie	209.483	49.883	4.199	< .001	< .001	0,21
Politikwiss.-Architektur	517.822	49.815	10.395	< .001	< .001	0,52
Politikwiss.-Wirtschaftswiss.	531.885	49.747	10.692	< .001	< .001	0,54
Politikwiss.-Physik	770.347	49.613	15.527	< .001	< .001	0,78
Medizin-Biologie	-20.514	49.817	-0.412	0.68	1.00	0,02
Medizin-Architektur	328.853	49.748	6.610	< .001	< .001	0,33
Medizin-Wirtschaftswiss.	342.915	49.681	6.902	< .001	< .001	0,35
Medizin-Physik	581.377	49.547	11.734	< .001	< .001	0,59
Biologie-Architektur	308.339	50.017	6.165	< .001	< .001	0,31
Biologie-Wirtschaftswiss.	322.401	49.950	6.455	< .001	< .001	0,32
Biologie-Physik	560.863	49.817	11.259	< .001	< .001	0,57
Architektur-Wirtschaftswiss.	-14.062	49.882	-0.282	0.78	1.00	0,01
Architektur-Physik	252.524	49.748	5.076	< .001	< .001	0,26
Wirtschaftswiss.-Physik	238.462	49.681	4.800	< .001	< .001	0,24

^aSignifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Asymptotische Signifikanzen (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau beträgt .05.

Tab. A4

Paarweiser Vergleich der adäquaten Einschätzung mathematischer Lernvoraussetzungen für die verschiedenen Studienfächer (Kruskal-Wallis-Test)

Stichprobe 1- Stichprobe 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standard-teststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a	Effektstärke <i>r</i>
Erziehungswiss.-Sozialwesen	-56.444	35.327	-1.598	0.110	1.000	0,10
Erziehungswiss.-Politikwiss.	-107.607	35.327	-3.046	< .01	0.065	0,20
Erziehungswiss.-Biologie	146.688	35.327	4.152	< .001	< .001	0,27
Erziehungswiss.-Medizin	-228.205	35.327	-6.460	< .001	< .001	0,42
Erziehungswiss.-Architektur	293.068	35.327	8.296	< .001	< .001	0,54
Erziehungswiss.-Wirtschaftswiss.	-324.201	35.327	-9.177	< .001	< .001	0,60
Erziehungswiss.-Physik	-468.778	35.327	-13.270	< .001	< .001	0,87
Sozialwesen-Politikwiss.	51.162	35.327	1.448	0.148	1.000	0,09
Sozialwesen-Biologie	90.244	35.327	2.554	< .05	0.298	0,17
Sozialwesen-Medizin	171.761	35.327	4.862	< .001	< .001	0,32
Sozialwesen-Architektur	236.624	35.327	6.698	< .001	< .001	0,44
Sozialwesen-Wirtschaftswiss.	-267.756	35.327	-7.579	< .001	< .001	0,50
Sozialwesen-Physik	412.333	35.327	11.672	< .001	< .001	0,76
Politikwiss.-Biologie	39.081	35.327	1.106	0.269	1.000	0,07
Politikwiss.-Medizin	120.598	35.327	3.414	< .001	< .05	0,22
Politikwiss.-Architektur	185.462	35.327	5.250	< .001	< .001	0,34
Politikwiss.-Wirtschaftswiss.	-216.594	35.327	-6.131	< .001	< .001	0,40
Politikwiss.-Physik	361.171	35.327	10.224	< .001	< .001	0,67
Biologie-Medizin	-81.517	35.327	-2.307	< .05	0.589	0,15
Biologie-Architektur	146.380	35.327	4.144	< .001	0.001	0,27
Biologie-Wirtschaftswiss.	-177.513	35.327	-5.025	< .001	< .001	0,33
Biologie-Physik	-322.090	35.327	-9.117	< .001	< .001	0,60
Medizin-Architektur	64.863	35.327	1.836	0.066	1.000	0,12
Medizin-Wirtschaftswiss.	-95.996	35.327	-2.717	< .01	0.184	0,18
Medizin-Physik	-240.573	35.327	-6.810	< .001	< .001	0,45
Architektur-Wirtschaftswiss.	-31.132	35.327	-0.881	0.378	1.000	0,06
Architektur-Physik	-175.709	35.327	-4.974	< .001	< .001	0,33
Wirtschaftswiss.-Physik	144.577	35.327	4.092	< .001	< .01	0,27

^a Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Asymptotische Signifikanzen (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau beträgt .05.