

Gefördert von

Deutsche Telekom Stiftung



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der  
Naturwissenschaften und Mathematik



# MaLeMINT

**Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge**  
– Eine Delphi-Studie mit Hochschullehrenden –

## Ergebnisüberblick

Christoph Pigge, Dr. Irene Neumann, Prof. Dr. Aiso Heinze  
IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaft und  
Mathematik Kiel

Kontakt: [malemint@ipn.uni-kiel.de](mailto:malemint@ipn.uni-kiel.de)

Das Ziel des Projekts MaLeMINT am IPN Kiel war die Beschreibung der von Hochschuleseite als notwendig angesehenen mathematikbezogenen Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge (im Sinne von Mindestvoraussetzungen). Dazu wurde eine Expertenbefragung in Form einer Delphi-Studie mit drei Befragungsrunden durchgeführt. Als Expertinnen und Experten wurden alle Hochschullehrenden in Deutschland einbezogen, die in den Jahren 2010–2015 Mathematikvorlesungen für das erste Semester in MINT-Studiengängen angeboten haben ( $N = 2233$ , Basis waren öffentlich zugängliche Informationen der (Fach-)Hochschulen und Universitäten in Deutschland). In einer explorativen Befragungsrunde (Runde 0) mit 36 Hochschullehrenden wurde zunächst mithilfe offener Fragen und ohne Vorgaben durch das Projektteam eine erste Sammlung von als notwendig angesehenen Lernvoraussetzungen erhoben. Die so ermittelten Lernvoraussetzungen wurden dann in Runde 1 der gesamten Stichprobe vorgelegt, von den Expertinnen und Experten hinsichtlich der Notwendigkeit (gestuft auf zwei Niveaus, s. Abschnitt I) bzw. Wichtigkeit bewertet sowie in Kommentarfeldern präzisiert bzw. ergänzt (realisierte Stichprobe:  $N_1 = 952$ ). Nach einer Zusammenfassung wurden die Ergebnisse den Teilnehmenden in Runde 2 erneut zur Bewertung und Präzisierung vorgelegt (realisierte Stichprobe:  $N_2 = 664$ ), um die Stabilität der Ergebnisse aus Runde 1 sicherzustellen. In allen drei Runden fand die Datenerhebung über eine Online-Plattform statt. Als Ergebnis liegen 179 mathematikbezogene Lernvoraussetzungen vor, von denen die Befragten Hochschullehrenden im Sinne eines Konsenses 140 als notwendig ansehen und 4 als nicht notwendig ansehen. Bei den übrigen 35 Lernvoraussetzungen konnte kein Konsens festgestellt werden.

Die identifizierten Lernvoraussetzungen beziehen sich auf die Kategorien *Mathematischer Inhalt*, *Mathematische Arbeitstätigkeiten*, *Wesen der Mathematik* sowie *Weitere personenbezogene Eigenschaften* und werden in den folgenden Abschnitten dargestellt. Dazu werden zunächst die bei der Befragung definierten Niveaustufen für die Lernvoraussetzungen beschrieben (Abschnitt I).<sup>1</sup> Anschließend werden die gewählten Kriterien für die Annahme eines Konsenses dargelegt, die sicherstellen, dass ein Konsens über Studiengangsrichtungen und Hochschularten hinweg getragen wird (Abschnitt II). Es folgt eine Übersicht über die Anzahl der Lernvoraussetzungen je Kategorie (Abschnitt III) und abschließend eine Auflistung aller identifizierten Lernvoraussetzungen inkl. ihrer Bewertung durch die Hochschullehrenden (Abschnitt IV). Die vorliegende Ergebnisdarstellung ist ein erster Überblick. Die Veröffentlichung einer ausführlicheren Darstellung inkl. der Zustimmungsraten zu den einzelnen Lernvoraussetzungen folgt.

---

<sup>1</sup> Die Lernvoraussetzungen aus der Kategorie *Weitere personenbezogene Eigenschaften* wurden auf einer vierstufigen Likert-Skala mit den Ausprägungen *Stimme nicht zu*, *Stimme eher nicht zu*, *Stimme eher zu*, *Stimme voll zu* bewertet. Dies ist in dem Abschnitt I nicht explizit ausgewiesen.

## I) Niveaus für die Bewertung der Lernvoraussetzungen

### ***Mathematischer Inhalt***

Nicht notwendig: Studienanfängerinnen und Studienanfänger in MINT-Studiengängen müssen diesen Aspekt nicht als Lernvoraussetzung aus der Schule mitbringen.

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.

*Beispiel: Inhalt „Rationale, reelle Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)“*

Niveau 1: Die Lernenden wissen um die Existenz von rationalen und irrationalen Zahlen und können Standardbeispiele angeben.

Niveau 2: 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?).

### ***Mathematische Arbeitstätigkeiten***

Nicht notwendig: Studienanfängerinnen und Studienanfänger in MINT-Studiengängen müssen diesen Aspekt nicht als Lernvoraussetzung aus der Schule mitbringen.

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.

### ***Wesen der Mathematik***

Nicht notwendig: Studienanfängerinnen und Studienanfänger müssen diese Vorstellung von Mathematik nicht als Lernvoraussetzung aus der Schule mitbringen.

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.

*Beispiel: „Das Beweisen ist eine zentrale Tätigkeit der Mathematik.“*

Niveau 1: Die Lernenden wissen, dass Beweisen eine zentrale Tätigkeit in der Mathematik als wissenschaftliche Disziplin ist, haben dies in der Schule selbst aber nicht so kennen gelernt.

Niveau 2: 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.).

## II) Kriterien zur Annahme eines Konsenses

Für die Feststellung eines Konsenses wurden im Falle der Notwendigkeit und Nicht-Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung unterschiedliche Kriterien festgelegt. Hintergrund für diese Entscheidung war die Auffassung, dass bei Festlegung der Nicht-Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung eine größere Übereinstimmung zwischen den Befragten vorhanden sein sollte.

Die Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung auf einem bestimmten Niveau wird als bestätigt angesehen, wenn

≥ 2/3 aller Befragten und

≥ 1/2 der Lehrenden in jeder Studiengangsgruppe (Mathematik, MINT oder INT) und

≥ 1/2 der Lehrenden in jeder Hochschulart (Universität, (Fach-)Hochschule)

die Lernvoraussetzung auf dem jeweiligen Niveau<sup>2</sup> als notwendig ansehen.

Die Nicht-Notwendigkeit einer Lernvoraussetzung wird als bestätigt angesehen, wenn

≥ 3/4 aller Befragten und

≥ 2/3 der Lehrenden in jeder Studiengangsgruppe (Mathematik, MINT oder INT) und

≥ 2/3 der Lehrenden in jeder Hochschulart (Universität, (Fach-)Hochschule)

die Lernvoraussetzung als nicht notwendig<sup>3</sup> ansehen.

---

<sup>2</sup> Im Falle von Lernvoraussetzungen der Kategorie „Weitere personenbezogene Eigenschaften“ musste der entsprechende Anteil der Befragten die Wichtigkeit der Lernvoraussetzung mit *Stimme zu* oder *Stimme eher zu* beurteilt haben.

<sup>3</sup> Im Falle von Lernvoraussetzungen der Kategorie „Weitere personenbezogene Eigenschaften“ musste der entsprechende Anteil der Befragten die Wichtigkeit der Lernvoraussetzung mit *Stimme nicht zu* oder *Stimme eher nicht zu* beurteilt haben.

### III) Quantitative Übersicht über die Lernvoraussetzungen

Kategorie		Notwendig	Nicht notwendig	Unklar	Gesamt
<b>A) Mathematischer Inhalt</b>	A1) Grundlagen	46	0	4	50
	A2) Analysis	20	0	10	30
	A3) Lineare Algebra und Analytische Geometrie	7	3	6	16
	A4) Stochastik und bereichsübergreifende Inhalte	4	1	5	10
<b>B) Mathematische Arbeitstätigkeiten</b>	B1) Grundlagen (Rechnen, Hilfsmiteileinsatz, Darstellungen)	9	0	0	9
	B2) Mathematisches Argumentieren und Beweisen	8	0	1	9
	B3) Mathematisches Kommunizieren	5	0	0	5
	B4) Mathematisches Definieren	3	0	1	4
	B5) Problemlösen	7	0	1	8
	B6) Mathematisches Modellieren	4	0	2	6
	B7) Recherche	1	0	0	1
<b>C) Wesen der Mathematik</b>		7	0	2	9
<b>D) Weitere personenbezogene Eigenschaften</b>	D1) Einstellungen und Arbeitsweisen	11	0	0	11
	D2) Kognitive Fähigkeiten und Kenntnisse	5	0	2	7
	D3) Soziale Fähigkeiten	3	0	1	4
<b>Gesamt</b>		140	4	35	179

## IV) Qualitative Übersicht über die Lernvoraussetzungen

Die folgende Übersicht enthält alle 179 Lernvoraussetzungen, die in der Befragung mit Hochschullehrenden ermittelt wurden. Für jede Lernvoraussetzung ist in der ersten Spalte die Beurteilung angegeben (0 = nicht notwendig; 1 = Niveau 1; 2 = Niveau 2; u = uneinheitliches Meinungsbild; + = notwendig ohne Differenzierung in Niveaus).

### A) Mathematischer Inhalt

#### A1) Grundlagen

<b>MENGEN UND ZAHLEN</b>	
1	Mengen, Mengendarstellungen und Mengenoperationen
1	Rationale, reelle Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)
1	Größenvorstellungen zu Standardbeispielen reeller Zahlen (z.B. Pi)
1	Zahlengerade als Repräsentationsform für Zahlen
2	Techniken für Zahlenvergleiche (z.B. beim Vergleich zweier Brüche)
1	Teilbarkeit einschließlich ggT, kgV und Primfaktorzerlegung
1	Rechnen mit Maßeinheiten (z.B. SI-Einheiten und abgeleitete Einheiten)
u	Komplexe Zahlen (inkl. elementare Eigenschaften)
<b>VARIABLEN UND TERME</b>	
2	Elementare algebraische Regeln wie z.B. Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Klammerrechnung, Vorzeichenregeln, Binomische Formeln, Faktorisieren
2	Bruchrechnung und Umgang mit Bruchtermen
2	Prozentrechnung, Proportionalität und Dreisatz
<b>UMGANG MIT (UN-)GLEICHUNGEN IN EINER VARIABLEN UND LINEARE GLEICHUNGSSYSTEME</b>	
1	Äquivalenzumformung und Implikation
1	Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen
2	Lineare und quadratische Gleichungen
1	Potenz- und Wurzelgleichungen (inkl. Rechenregeln für Potenz- und Wurzelrechnung)
1	Betragsgleichungen
1	Exponential- und Logarithmusgleichungen
1	Gleichungen mit trigonometrischen Funktionen
1	Lineare und quadratische Ungleichungen
1	Ungleichungen mit Beträgen
1	Lineare Gleichungssysteme mit bis zu drei Unbekannten (ohne Matrixdarstellung)
1	Lineare Gleichungssysteme: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen (ohne Matrixdarstellung)
<b>ELEMENTARE GEOMETRIE</b>	
1	Geometrische Konstruktionen von Dreiecken bzw. im Dreieck
1	Satz des Pythagoras und Sätze am Kreis (z.B. Satz des Thales)
1	Trigonometrie (inkl. Sinus- und Kosinussatz)
1	Berechnung von Winkelgrößen, Längen und Flächeninhalten bzw. Volumina bei einfachen Flächen- bzw. Körperformen (z.B. Dreieck, Viereckstypen, Kreis, Pyramiden, Zylinder, Kugel)
1	Kongruenz und Ähnlichkeit (und zugehörige Abbildungen)

1	Strahlensätze
1	Kreisgleichung $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$
<b>FUNKTIONEN</b>	
1	Begriff/Definition einer Funktion
1	Definitionsmenge und Wertemenge
1	Repräsentationen von Funktionen (Tabelle, Graph, Gleichung)
1	Transformation von Funktionen (Spiegelung, Verschiebung, Streckung/Stauchung) an Funktionsgraph und -gleichung
2	Lineare und quadratische Funktionen
1	Potenz- und Wurzelfunktionen
1	Exponential- und Logarithmusfunktionen
1	Trigonometrische Funktionen (inkl. Bogenmaß, Kenntnisse spezieller Funktionswerte, Polarkoordinaten)
1	Verknüpfung oder Verkettung von Funktionen
1	Symmetrie
1	Monotonie
1	Nullstellen
1	Asymptotisches Verhalten von Funktionen
1	Polynome (Grad n), elementares Rechnen mit Polynomen
1	Polynomdivision
1	Gebrochen-rationale Funktionen
1	Begriff der Umkehrfunktionen inkl. zentraler Beispiele (Potenz-, Wurzel-, Exponential-, Logarithmus- und trigonometrische Funktionen)
1	Funktionen mit Fallunterscheidung
u	Funktionsscharen (Funktionen mit Parametern)
u	Funktionen mit mehreren Variablen
u	Bijektivität, Surjektivität und Injektivität (von Funktionen)

## A2) Analysis

<b>FOLGEN UND REIHEN</b>	
1	Begriff der Folge (als Abbildung von $\mathbb{N}$ nach $\mathbb{R}$ )
1	Intuitives Grenzwertkonzept (z.B. $x \rightarrow a$ , ohne expliziten Folgenbegriff) und Grenzwertbestimmung
1	Arithmetische und geometrische Folgen
1	Bildungsvorschriften von Folgen (rekursiv, explizit)
u	Formales Grenzwertkonzept (auf Basis von Folgen) und Grenzwertbestimmung
u	Begriff der Reihe (als Folge von Partialsummen)
u	Arithmetische und geometrische Reihe
<b>STETIGKEIT, DIFFERENTIAL- UND INTEGRALRECHNUNG (RIEMANN-INTEGRAL)</b>	
1	Anschauliches Stetigkeitskonzept (z.B. als "durchgezogener Graph")
u	Formales Stetigkeitskonzept (als $\varepsilon$ - $\delta$ -Definition oder mittels Idee der Folgenstetigkeit)
1	Definition der Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit auf Basis eines intuitiven Grenzwertkonzepts ( $x \rightarrow a$ )
u	Definition der Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit mit formalem Grenzwertkonzept auf Basis von Folgen
1	Graphische Interpretation von Differenzierbarkeit (z.B. "kein Knick im Graph")

1	Rechnerisches Differenzieren und Integrieren reeller Funktionen (von Hand)
1	Anschauliche/graphische Beziehung zwischen Funktions- und Ableitungsgraph
1	Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung
1	Definition und Bestimmung von Extrem- und Wendestellen
1	Extremwertprobleme
u	Rotationsvolumen
u	Begriff des Algorithmus
u	Einfache Numerische Methoden (wie z.B. Trapezregel oder Newtonverfahren)
<i>Differentiations- und Integrationsregeln</i>	
1	Faktor- und Summenregel (Differential- und Integralrechnung)
1	Produktregel und Quotientenregel (Differentialrechnung)
1	Kettenregel (Differentialrechnung)
1	Substitutionsregel (Integralrechnung)
u	Partielle Integration (Integralrechnung)
<i>Vorstellungen von Ableitung und Integral</i>	
1	Ableitung als Tangentensteigung
1	Ableitung als lokale Änderungsrate
1	Ableitung als lokale lineare Approximation
1	Bestimmtes Integral als orientierter Flächeninhalt
u	Bestimmtes Integral als rekonstruierter Bestand aus momentaner Änderungsrate

### **A3) Lineare Algebra und Analytische Geometrie**

1	Vektoren als Pfeilklassen
1	Komponentendarstellung von Vektoren in $\mathbb{R}^3$
1	Elementare Operationen mit Vektoren (Addition, Skalarmultiplikation)
1	Skalarprodukt
u	Kreuzprodukt
1	Kollinearität von Vektoren
u	Linearkombinationen und lineare Abhängigkeit von Vektoren (über Kollinearität hinaus)
u	Matrizen, Matrizenaddition, Matrix-Vektor-Multiplikation (nur 2x2-Matrizen)
0	Fixvektoren von (linearen) Abbildungen
u	Matrizenmultiplikation und inverse Matrizen (nur 2x2-Matrizen)
0	Potenzen von Matrizen und Grenzmatrizen
u	Geometrische Transformationen (Spiegelung, Rotation, Skalierung) und deren Darstellung durch Matrizen im $\mathbb{R}^2$
0	Abstrakte algebraische Strukturen wie Gruppe und Vektorraum
1	Analytische Beschreibung bzw. Darstellung von Punkt, Gerade und Ebene in Ebene und Raum
u	Analytische Beschreibung und Darstellung von Kreis und Kugel in Ebene und Raum
1	Winkel- und Lagebeziehungen (Schnittpunkt, Abstand) von geometrischen Objekten in Ebene und Raum



#### **A4) Stochastik und bereichsübergreifende Inhalte**

<b>STOCHASTIK</b>	
1	Abzählende Kombinatorik (Permutationen, Variationen, Kombinationen, Zählprinzipien)
0	Kombinatorik (Erweiterung): Graphen
1	Wahrscheinlichkeit sowie diskrete Zufallsgrößen (Binomialverteilung) und Normalverteilung
u	Grundlegende Begriffe der deskriptiven Statistik: Modus, Mittelwert, Häufigkeit, Spannweite und Standardabweichung
<b>BEREICHSÜBERGREIFENDE INHALTE</b>	
1	Aussagenlogik (Aussagen und ihre Verknüpfung, Aussageformen, Umkehrung von Aussagen, Umformungen (Rechnen mit Aussagevariablen sowie Existenz- und All-Aussagen))
u	Quantoren und Prädikatenlogik (Ergänzung zu Aussagenlogik)
u	Beweisverfahren (direkter und indirekter Beweis, vollständige Induktion)
1	Übergeordnete Begriffe wie Definition, Beispiel, Vermutung, Heuristik, Aussage, Satz, Beweis
u	Kenntnisse zu Zielen mathematischen Arbeitens (z.B. Begriffsbildung, Untersuchung von Strukturen)
u	Fehlerfortpflanzung und Fehler- und Ausgleichsrechnung

#### **B) Mathematische Arbeitstätigkeiten**

<b>B1) Grundlagen (Rechnen, Hilfsmiteleinsatz, Darstellungen)</b>	
2	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)
1	Sicherer Umgang mit Taschenrechnern und Computern zur Lösung von Aufgaben (z.B. einfache graphische Lösungsverfahren, aber auch kritische Betrachtung von Ergebnissen)
2	Sprachliche Fähigkeiten (Deutsch, ohne spezielle mathematische Fachbegriffe) zum Verstehen von Aufgabenstellungen oder Texten zur Mathematik, z.B. in der Fachliteratur
1	Sprachliche Fähigkeiten (Englisch, ohne spezielle mathematische Fachbegriffe) zum Verstehen von Aufgabenstellungen oder Texten zur Mathematik, z.B. in der Fachliteratur
2	Sicherer Umgang mit grundlegender mathematischer Formelsprache (ohne elektronische Hilfsmittel)
2	Sicherer Umgang mit Standarddarstellungen von Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten (ohne elektronische Hilfsmittel)
1	Sicherer Umgang mit dem Summen- und dem Produktzeichen
2	Schnelles und sicheres Wechseln zwischen unterschiedlichen Standarddarstellungen (z.B. bei Termen/Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen, Vektoren und geometrischen Objekten) ohne elektronische Hilfsmittel

1	Entwickeln von Visualisierungen zu mathematischen Zusammenhängen (d.h. geeignete Auswahl einer Darstellungsart und Anfertigen der Darstellung ohne elektronische Hilfsmittel)
<b>B2) Mathematisches Argumentieren und Beweisen</b>	
2	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)
1	Verstehen und Prüfen von mathematischen Beweisen
2	Erkennen von Zusammenhängen und Strukturen in gegebenen mathematischen Situationen (z.B. einfache Schlussfolgerungen oder Äquivalenzen)
1	Entwickeln und Formulieren mathematischer Vermutungen und unterstützender Plausibilitätsargumente
u	Entwickeln und Formulieren mathematischer Beweise zu einer gegebenen Behauptung
<i>Kontrollstrategien</i>	
2	Überschlagsrechnungen
2	Größenordnungen abschätzen
2	Plausibilitätsüberlegungen bei Argumentationen
2	Fehler systematisch eingrenzen, identifizieren bzw. grob abschätzen
<b>B3) Mathematisches Kommunizieren</b>	
2	Schriftliche mathematische Formulierungen (mit Fachsprache und Fachsymbolik) sprachlich verstehen
1	Mathematik in präziser mathematischer Notation unter Einsatz der Fachsprache und Fachsymbolik schriftlich darstellen
2	Lernförderliche und präzise Fragen stellen
2	Mathematische Sachverhalte mündlich erklären
2	Zielgerichtet mit Lehrenden oder Studierenden über Mathematik diskutieren
<b>B4) Mathematisches Definieren</b>	
2	Mathematische Definitionen nachvollziehen (u.a. Beispiele und Gegenbeispiele angeben; prüfen, ob ein Beispiel unter die Definition fällt oder nicht)
2	Mathematische Begriffe anhand ihrer Definition erklären
1	Mathematische Definitionen bekannter Begriffe angemessen formulieren
u	Eigene Definitionen zu (einfachen) selbst abgeleiteten mathematischen Begriffen entwickeln
<b>B5) Problemlösen</b>	
2	Gegebene mathematische Probleme verstehen und präzise wiedergeben
2	Gegebene Lösungen zu mathematischen Problemen verstehen
1	Aus gegebenen Lösungen zu mathematischen Problemen Lösungsstrategien ableiten
2	Allgemeine heuristische Prinzipien sicher und flüssig verwenden (Skizze anfertigen, systematisch probieren, in Teilprobleme zerlegen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden)
u	Rolle allgemeiner heuristischer Prinzipien bei ihrer Verwendung explizit erläutern
2	Notwendigkeit von Fallunterscheidungen erkennen und Fallunterscheidungen vornehmen
1	Komplexe Probleme in einfachere äquivalente Probleme umformulieren

1	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)
---	--

### **B6) Mathematisches Modellieren**

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

### **B7) Recherche**

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

## **C) Vorstellungen über das Wesen der Mathematik**

1	Das Beweisen ist eine zentrale Tätigkeit der Mathematik.
1	Die spezielle Art des Beweisens grenzt die Mathematik von vielen anderen Disziplinen ab.
1	Die für das Beweisen notwendige Präzision erfordert eine Strenge in der Begriffsdefinition und der Argumentation.
1	Begriffe werden in der Mathematik vollständig durch definierende Eigenschaften charakterisiert und auf Basis dieser Eigenschaften werden mithilfe deduktiver Schlussfolgerungen weitere Aussagen abgeleitet und bewiesen.
u	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.
1	Mathematik sollte auch als Schulung des präzisen und abstrakten Denkens verstanden werden, die weit über das schablonenartige Anwenden mathematischer Methoden auf Standardprobleme hinausgeht.
1	Mathematik sollte als ein offenes System angesehen werden, das viel mehr und qualitativ anderes enthält, als in der Schulmathematik thematisiert wird.
1	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.
u	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.

## D) Weitere personenbezogene Eigenschaften

### D1) 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

### D2) Kognitive Fähigkeiten und Kenntnisse

+	Schnelles Auffassungsvermögen
+	Intelligenz (insb. präzises abstraktes und logisches Denken)
+	Konzentrationsfähigkeit (Bereitschaft und Fähigkeit zu konzentriertem Arbeiten über einen längeren Zeitraum)
+	Kreativität und Vorstellungsvermögen (insb. zur Übertragung und Weiterentwicklung von Methoden sowie zur Generierung von Problemlöseideen)
u	Metakognition, d.h. das Überwachen des eigenen Denkens in mathematischen Anforderungssituationen
u	Schulfachwissen aus allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (als Grundlage für mathematische Anwendungsbeispiele im ersten Semester)
+	Kenntnisse über den Aufbau und die Ziele des zu wählenden Studiengangs

### D3) 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)
u	Kontakte und Orientierung zu Personenkreisen und Bereichen außerhalb des eigenen Studiengangs