

Studiengangsdokumentation

Bachelorstudiengang Mathematik

Teil A

TUM School of Computation, Information and Technology
Technische Universität München

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: TUM School of Computation, Information and Technology
- Bezeichnung: Bachelorstudiengang Mathematik
- Abschluss: Bachelor (B.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 6 Fachsemester und 180 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Studienorientierungsverfahren (SOV)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2007/2008
- Sprache: Deutsch
- Hauptstandort: Garching
- Academic Program Director: Prof. Dr. Rudi Zagst
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:
 - Dr. Kathrin Ruf
 - E-Mailadresse: ruf@tum.de
 - Telefonnummer: +49 89 289 17726
- Stand vom: 18.09.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	4
1.1	Zweck des Studiengangs	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	6
2	Qualifikationsprofil	9
3	Zielgruppen	11
3.1	Adressatenkreis	11
3.2	Vorkenntnisse	11
3.3	Zielzahlen	12
4	Bedarfsanalyse	16
5	Wettbewerbsanalyse	20
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	20
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	24
6	Aufbau des Studiengangs	25
6.1	Grundlagen durch Pflichtmodule (78 Credits aus Prüfungsleistungen und 9 Credits aus Studienleistungen)	28
6.2	Aufbau und Vertiefung durch Wahlmodule (50 – 59 Credits aus Prüfungsleistungen).....	33
6.3	Seminar und Bachelor’s Thesis	36
6.4	Nebenfach (18 – 27 Credits aus Prüfungsleistungen)	38
6.5	Praktische Erfahrung (Studienleistung im Umfang von 6 Credits)	39
6.6	Überfachliche Grundlagen (Studienleistungen im Umfang von 4 Credits)	41
6.7	Module / Veranstaltungen zur Förderung des gesellschaftlichen / kritischen Verantwortungsbewusstseins.....	41
6.8	Mobilität	42
6.9	Begründung kleiner Module im Studienplan.....	42
6.10	Exemplarische Stundenpläne	42
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	44
8	Entwicklungen im Studiengang	47

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Mathematik ist eine traditionsreiche Grundlagenwissenschaft, ohne die Innovationen in Natur- und Ingenieurwissenschaften, Informatik, Medizin und Wirtschaft heutzutage gar nicht denkbar wären. Insbesondere durch die jüngsten technischen Fortschritte in Bereichen wie Datenwissenschaften, künstlicher Intelligenz und Digitalisierung allgemein ist der Bedarf an umfassend ausgebildeten Mathematikerinnen und Mathematikern weiterhin hoch¹:

Gefordert sind in der Mathematik fortgeschrittene abstrakt-logische und kreative Fähigkeiten, um die komplexen Fragestellungen der realen Welt mithilfe mathematischer Modelle zu lösen.

Ein klassisches Anwendungsfeld für Mathematikerinnen und Mathematiker sind Versicherungen, die mithilfe von mathematischen Modellen Wahrscheinlichkeiten von Schadensfällen bei Kundinnen und Kunden beschreiben. Wenn sich die Ausgangslage verändert, wie zum Beispiel durch den Klimawandel, müssen diese Modelle angepasst werden, damit diese Wahrscheinlichkeiten weiterhin korrekt berechnet werden. Solche Anpassungen werden von Mathematikerinnen und Mathematikern durchgeführt, die das nötige tiefgehende Verständnis der zugrundeliegenden Mathematik mitbringen. Wenn diese Anpassungen falsch durchgeführt werden, kann im schlimmsten Fall eine Versicherung zahlungsunfähig werden, sodass ihre Kunden entstandene Schäden (z.B. durch Überflutungen) nicht erstattet bekommen.

Eine andere Anwendung von Mathematik ist der Bereich der Optimierung. Durch die Globalisierung stehen Unternehmen in immer größerer internationaler Konkurrenz. Mathematische Optimierung leistet einen wichtigen Beitrag, um effizienter produzieren zu können und die gegebenen Ressourcen (z.B. Maschinen einer Fabrik oder Lagerplatz in einem Logistikzentrum) optimal zu nutzen. Mathematikerinnen und Mathematiker entwerfen hierfür mathematische Modelle, die zum Beispiel die Produktionsschritte in einer Fabrik beschreiben, damit anschließend ein Computer einen optimalen Produktionsplan berechnen kann. Hierfür ist es nötig, dass die Mathematikerinnen und Mathematiker gut verstehen, welche Sachverhalten mit welchen Modellierungstechniken beschrieben gut werden können, und wie schnell ein Computer dann einen optimalen Plan berechnen kann. Dies trägt dazu bei, dass Firmen weiterhin international wettbewerbsfähig bleiben.

¹ Nach FAZ-Artikel vom 23.03.2017 (geprüft 17.02.2023) „Keine Angst vor Mathe!“ (<http://www.faz.net/-gyq-8uyyv>) herrscht unter Mathematikern Vollbeschäftigung: „Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung schätzt, dass lediglich 0,8 Prozent aller erwerbsfähigen Absolventen mit dem Hauptfach Mathematik arbeitslos sind.“

Über diese Beispiel hinaus gibt es viele weitere Tätigkeitsbereiche für Mathematikerinnen und Mathematiker, beispielsweise beim verantwortungsbewussten Einsatz von künstlicher Intelligenz, beim Umgang mit Dynamiken in Stromnetzen oder bei der Pfadplanung und Hindernisvermeidung im Bereich des Autonomes Fahrens oder die Einzelzell-Analyse zur detaillierten Betrachtung von Zellvorgängen.

Ziel des sechssemestrigen Bachelorstudiengangs Mathematik an der Technischen Universität München ist eine breite, sowohl theoretisch fundierte als auch anwendungsnahe mathematische Grundlagenausbildung, insbesondere in den Kernbereichen der Analysis, Algebra, Geometrie, Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, Numerische Mathematik und Optimierung. Dabei zielt das Studium von Beginn an auf die Förderung von fachspezifischen Schlüsselqualifikationen, wie mathematisches Abstraktionsvermögen, strukturierte, kritisches und logisches Denken sowie Kreativität bei der Lösung von Problemen. Darüber hinaus soll der Bachelorstudiengang Mathematik den Studierenden die Möglichkeit bieten, sowohl ihren Neigungen entsprechend einen ersten Fokus auf Reine oder Angewandte Mathematik legen zu können, als auch das gesamte Spektrum moderner Angewandter Mathematik kennenzulernen. Der Studiengang ist gekennzeichnet durch sein anwendungsorientiertes Profil mit ersten Vertiefungsmöglichkeiten in den Bereichen Bio-, Finanz- und Versicherungsmathematik, Operations Research, Data Science sowie Technomathematik. Da mathematische Anwendungen verstärkt disziplinübergreifend zum Einsatz kommen, ist eine frühzeitige Einbindung von Wissen aus anderen Fachrichtungen (Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik, Wirtschaftswissenschaften, Chemie) ein wichtiger Bestandteil der mathematischen Ausbildung im Bachelor Mathematik. Wesentliches Ziel des Bachelorstudiengangs ist zudem, die Studierenden frühzeitig mit einer selbständigen wissenschaftlichen Arbeitsweise vertraut zu machen. Hierzu gehören sowohl die eigenständige Bearbeitung mathematischer Fragestellungen als auch die konstruktive, lösungsorientierte Teamarbeit mit anderen Studierenden und der wissenschaftliche Austausch.

Der Studiengang vermittelt damit die für einen konsekutiven Masterstudiengang und einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss erforderlichen mathematischen Fach- und Methodenkompetenzen und bietet zudem Gestaltungsspielraum für eine erste fachliche Profilbildung. Knapp 80 Prozent² der Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Mathematik an der TUM wechseln in ein anschließendes mathematisches Masterstudium an der TUM School of Computation, Information and Technology. Zudem wechseln erfahrungsgemäß etwa 10 Prozent unserer

² Datenabfrage TUMonline vom 23.02.2023 bezogen auf Bachelor Mathematik Absolvent*innen mit Abschlussdatum zwischen 01.10.2022 und 30.09.2023

Absolventinnen und Absolventen für ein mathematisches Masterstudium an eine andere Hochschule. Die restlichen etwa 10 Prozent wechseln in ein anderes, fachfremdes Studium oder ins Berufsleben.

Um den Anforderungen der Gesellschaft und des Arbeitsmarktes gerecht zu werden, zielt der Bachelorstudiengang auf die Ausbildung erster berufsfeldbezogener, praktischer Erfahrungen durch ein Berufspraktikum, sowie persönlicher, sozialer und methodischer Kompetenzen („Soft Skills“) ab. Hierfür stehen die Angebote der anderen Schools der TUM, des TUM Sprachenzentrums, der UnternehmerTUM, des Leibniz-Rechenzentrums oder der Kontextlehre WTG zur Verfügung. Durch diesen überfachlichen Kompetenzerwerb sollen die Studierenden dazu befähigt werden, den immer komplexeren und disziplinübergreifenden Fragestellungen begegnen zu können.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Technische Universität München hat sich der Verknüpfung von exzellenter Forschung und Lehre verpflichtet, wie es im universitären Leitbild festgehalten ist. Ganz diesem Leitbild³ entsprechend bietet die School of Computation, Information and Technology (CIT) ihren Studierenden eine exzellente, forschungsnahe Ausbildung in der Mathematik. Dabei schlägt sie Brücken zwischen theoretischem Verständnis und praktischen Anwendungen. Diese beinhalten sowohl klassische Anwendungsfelder der Mathematik wie Versicherungsmathematik, Kryptographie und Statistik, als auch neue Felder wie Datenwissenschaften und künstliche Intelligenz. Es werden dabei höchste Standards in der wissenschaftsgetriebenen Ausbildung sichergestellt, die die Studierenden insbesondere befähigen, theoretisch komplexe Konzepte erfolgreich auf Realweltprobleme anzuwenden. Dies befähigt unsere Studierenden Innovationen für Mensch, Natur und Gesellschaft voranzutreiben, basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung.

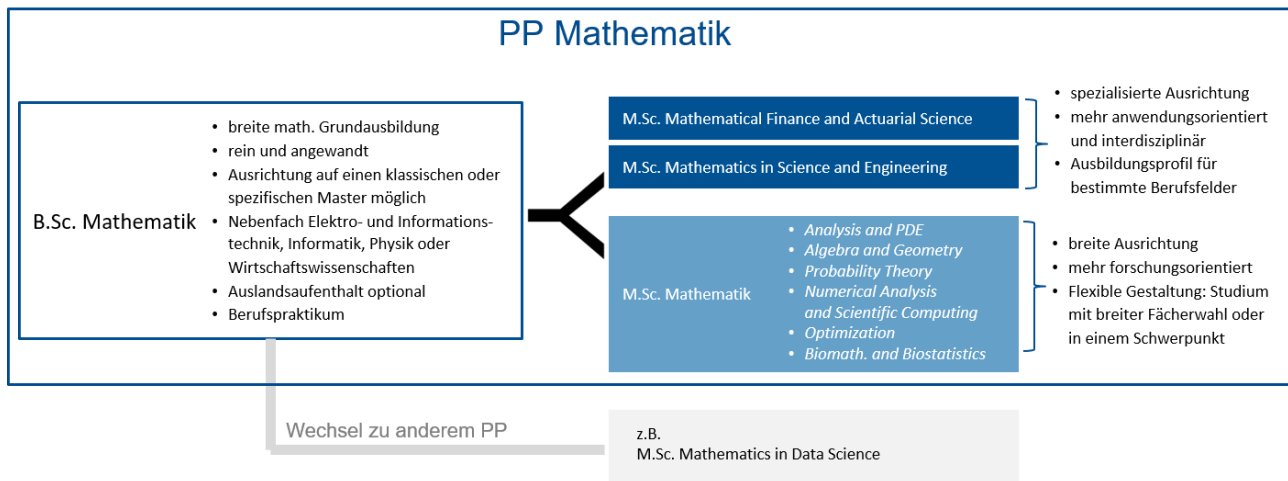
Die Gewährleistung von hochqualifiziert ausgebildeten Absolventinnen und Absolventen ist nur mit moderner und exzellenter Lehre in Kombination mit hervorragender Forschungsleistung der Lehrenden möglich. Das Department für Mathematik der CIT, das als international kompetitives Zentrum insbesondere für angewandte und interdisziplinäre mathematische Lehre und Forschung in Deutschland zur Spitzengruppe gehört, ist hierzu bestens gerüstet.

³ Leitbild der TUM: <https://www.tum.de/ueber-die-tum/ziele-und-werte/leitbild>

Das Y-Modell des Professional Profiles Mathematik

Die TUM School of Computation, Information and Technology verfolgt in ihrer Lehrstrategie im Professional Profile (PP) Mathematik ein Y-Modell (vgl. Abbildung 1), in dem der Bachelorstudiengang Mathematik als Fundament der mathematischen Grundausbildung einen wichtigen und festen Platz einnimmt.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Lehrstrategie des Professional Profiles Mathematik.



Das Y-Modell sieht vor, dass auf den grundständigen Mathematik-Bachelorstudiengang entweder der insgesamt eher breit ausgerichtete Masterstudiengang Mathematik oder einer der spezialisierten Masterstudiengänge mit angewandtem Profil folgt. Letztere können die Masterstudiengänge „Mathematical Finance and Actuarial Science“ und „Mathematics in Science and Engineering“ sein, oder auch ein Masterstudiengang in einem verwandten PP, wie zum Beispiel die Studiengänge „Mathematics in Data Science“, „Finance and Information Management“ oder der „Master in Management“.

Durch die Grundausbildung im Bachelorstudiengang Mathematik sind unsere Studierenden für all diese Masterstudiengänge bestens vorbereitet. Um das zu gewährleisten, ist die Ausbildung im Bachelor fachlich sehr breit ausgerichtet und vermittelt die wesentlichen Grundlagen sowohl aus Kerngebieten der Reinen Mathematik, also auch aus Kerngebieten der Angewandten Mathematik. Die Möglichkeit einer ersten fachlichen Vertiefung im dritten Bachelorstudienjahr soll den Studierenden frühzeitig zur Orientierung bei ihrer Wahl eines geeigneten Masterstudiengangs dienen.

Im Masterstudiengang Mathematik kann zum einen eine insgesamt eher breitere mathematische Ausbildung angestrebt werden (d.h. es muss eine gewisse Breite durch die Fächerwahl in relevanten Bereichen der Mathematik abgedeckt werden bei gleichzeitiger Vertiefung in gewählten Bereichen). Zum anderen können sich Studierende für einen konkreten Schwerpunkt entscheiden und diesen

(ohne notwendige fachliche „Breitenabdeckung“) vertieft studieren. Mögliche Schwerpunkte sind in der schematischen Darstellung des Y-Modells (Abbildung 1, Seite 7) aufgelistet. Im Vergleich zu den spezialisierten Masterstudiengängen liegt im Master Mathematik ein stärkerer Fokus auf der Forschungsbefähigung.

Die spezialisierten Masterstudiengänge „Mathematical Finance and Actuarial Science“ und „Mathematics in Science and Engineering“ zeichnen sich durch die Konzentration auf jeweils einen konkreten, mathematischen Anwendungsbereich sowie durch ein klares Ausbildungsprofil für bestimmte berufliche Tätigkeitsfelder aus. Es wird dabei großer Wert auf eine fachübergreifende Ausbildung in Kooperation mit den jeweiligen Anwendungsfeldern gelegt. Die spezialisierten Masterstudiengänge sind insbesondere für diejenigen Studierenden besonders geeignet, die bereits zu Beginn ihres Studiums wissen, welche berufliche Richtung sie einschlagen wollen.

Internationale Vernetzung

Sowohl die TUM als auch die TUM School of Computation, Information and Technology legen einen wichtigen Schwerpunkt auf die internationale Vernetzung von Forschung und Lehre. So stehen den Studierenden des Bachelorstudiengangs Mathematik durch die vielen engen universitären Kooperationen weltweit eine große Auswahl an Austauschplätzen zur Verfügung, die sie neben dem Studium auch zum Sammeln interkultureller Erfahrungen nutzen können. Neben der Netzbildung werden im Bachelor Mathematik somit auch Weltoffenheit und kulturelle Toleranz gefördert und der Dialog zwischen jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vorangetrieben.

2 Qualifikationsprofil

Wissen und Verstehen

Am Ende des Bachelorstudiengangs Mathematik verfügen die Absolventinnen und Absolventen über ein breites und integriertes Wissen und Verstehen der wissenschaftlichen Grundlagen der Mathematik sowie weitergehender Theorien und Methoden in ausgewählten Bereichen der Mathematik (z.B. in Bio- oder Technomathematik) sowie anderer Fachdisziplinen (z.B. Informatik, Wirtschaftswissenschaften, Physik, Elektro- und Informationstechnik, Chemie). Des Weiteren haben sie ein kritisches Verständnis der wesentlichen Begriffe, Prinzipien und Methoden, insbesondere in den mathematischen Kerngebieten Analysis, Numerik, Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Optimierung. Außerdem sind sie in der Lage, fachliche und praxisrelevante Aussagen situationsbezogen zu reflektieren und das erlernte Wissen weiter selbständig zu vertiefen. Dazu befähigt sie das Verständnis mathematischer Texte sowie die Beherrschung der eigenständigen Recherche geeigneter Fachliteratur.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Hinsichtlich des Einsatzes, der Anwendung und der Erzeugung von Wissen sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage, ihr mathematisches Wissen auf überschaubare Aufgaben- und Problemstellungen aus unterschiedlichen Bereichen der Naturwissenschaften (z.B. Wärmeausbreitung in Räumen oder Materialien), der Industrie und Wirtschaft (z.B. Robotersteuerung, Kalkulation von Versicherungstarifen, Preisoptimierung ...) anzuwenden. Diesbezüglich können sie reale Problemstellungen analysieren und modellieren, strukturelle Eigenschaften der mathematischen Modelle untersuchen und komplexe Zusammenhänge mit Hilfe von Schemata und graphischen Visualisierungen geeignet darstellen. Sie sind in der Lage, Lösungsansätze für überschaubare mathematische Problemstellungen zielstrebig zu verfolgen und haben außerdem gelernt, Fachwissen aus anderen Disziplinen (z.B. Informatik) lösungsorientiert und sinnvoll bei der Bearbeitung einzusetzen. Den Wahrheitsgehalt von Aussagen und die Gültigkeit von Modellen können sie mit exakten mathematischen Verfahren (z.B. Aussagenlogik) überprüfen. Zudem sind sie geübt im Umgang mit grundlegenden mathematischen Werkzeugen (Beweistechniken, algorithmische Verfahren, Software), beherrschen den Einsatz computergestützter Methoden (u.a. Newton-Verfahren, Interpolation, Fouriertransformation) und sind versiert im Umgang mit einschlägigen Computerprogrammen (z.B. MATLAB, R). Durch das mathematische Textverständnis sind sie in der Lage die Kernaussagen dieser Texte in geeigneter Weise auf verschiedenste Fragestellungen in der Mathematik und der Anwendung anzupassen.

Kommunikation und Kooperation

Im sozialen und personalen Kompetenzbereich haben die Absolventinnen und Absolventen ihre Kompetenzen (z.B. Teamfähigkeit, Kommunikation, Zeitmanagement) ausgebaut, besitzen weitere überfachliche Qualifikationen (z.B. Sprachkenntnisse) und verfügen über eine exakte, genaue, analytische und strukturierte Arbeitsweise. So können sie erste anwendungsorientierte Projekte (wie etwa die Optimierung des Lagerbestands von Apotheken) verantwortungsvoll durchführen. Sie tragen im Team zur Lösung komplexer Probleme bei und können eine übergreifende Sicht auf die jeweiligen Fragestellungen entwickeln und kommunizieren. Sie sind sicher im Umgang mit der exakten mathematischen Sprache und können mathematische Sachverhalte und deren Anwendungen sowohl gegenüber Fachfremden als auch im fachlichen Diskurs mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern formulieren und begründen.

Wissenschaftliches Selbstverständnis und Professionalität

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, Lösungsansätze für überschaubare mathematische Problemstellungen mit der gebotenen Hartnäckigkeit, einem hohen Durchhaltevermögen und einer hohen Toleranz gegenüber Fehlschlägen zu entwickeln. Sie können dem Stand der Wissenschaft entsprechende, kreative Lösungsansätze realisieren. Hierzu gehört auch, Ursachen für mögliche Fehlschläge zu analysieren. Besonders durch die Bachelorarbeit konnten sie dadurch ein erstes wissenschaftliches Selbstverständnis entwickeln.

Sie verfügen über erste praktische Arbeitserfahrungen und Einblicke in die Abläufe von Unternehmen. Außerdem können Sie grundlegende akademische Studieninhalte im Arbeitsalltag praktisch umsetzen, haben Erfahrung im Umgang mit Kritik und Resonanz in Bezug auf ihre Leistung und eine gestärkte Kommunikations- und Teamfähigkeit. Zudem haben sie einen Einblick in das breite und vielseitige Tätigkeitsspektrum von Mathematikerinnen und Mathematikern erhalten und dadurch ein erstes berufliches Selbstbild entwickelt.

Anschlussmöglichkeiten

Nach erfolgreichem Abschluss ihres Studiums sind die Studierenden des Bachelorstudiengangs Mathematik qualifiziert, ein Masterstudium aufzunehmen oder in verschiedenen Berufsfeldern tätig zu werden (siehe Kapitel 4 ab Seite 16).

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Studiengang richtet sich an Studienanfängerinnen und Studienanfänger, die Interesse und Verständnis für Mathematik und Naturwissenschaften mitbringen und sich mit der Lösung von komplexen Problemen auseinandersetzen möchten, welche ein hohes Abstraktionsvermögen und ausgeprägte analytische Fähigkeiten erfordern⁵.

Bereits vor Studienbeginn können interessierte Schülerinnen und Schüler in einer Vielzahl von Veranstaltungen Informationen und Erfahrungen sammeln sowie den Studiengang, Studierende, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und Lehrende kennenlernen. Das Department Mathematik bietet hierzu zahlreiche Aktionen und Programme an, etwa den Open Campus Day, Infocafé, Schnupperstudium Mathefrühling oder TUMMS (ein Programm für besonders begabte Schülerinnen und Schüler)⁶.

3.2 Vorkenntnisse

Dem Department Mathematik ist es wichtig, dass sich alle, die sich für ein Bachelorstudium Mathematik an der TUM entscheiden, eingehend mit diesem im Vorfeld auseinandergesetzt haben. Oft führen leider unzutreffende Vorstellungen von Anforderungen und Zielen eines Mathematikstudiums zum Studienabbruch. Aus diesem Grund gibt es für diesen Studiengang ein verpflichtendes Studienorientierungsverfahren⁷, mit dem Ziel, dass die Bewerberinnen und Bewerber selbst erkennen, ob das angestrebte Studium tatsächlich das für sie passende darstellt, und ob sie über die studiengangspezifischen Kompetenzen und Interessen verfügen, die für ein erfolgreiches Mathematikstudium notwendig sind. Diese sind:

- a) Überdurchschnittliches Verständnis für abstrakte, logische und systemorientierte Fragestellungen und überdurchschnittliches Abstraktionsvermögen;

⁵ Die allgemeinen Zugangsvoraussetzungen regeln das Bayerische Hochschulgesetz (BayHSchG) in Art. 42, 43, 44, 45 und die Verordnung über die Qualifikation für ein Studium an den Hochschulen des Freistaates Bayern und den staatlich anerkannten nichtstaatlichen Hochschulen (Qualifikationsverordnung, QualV).

⁶ Nähere Informationen zu den Angeboten und Veranstaltungen des Departments Mathematik an der TUM School of Computation, Information and Technology:

<https://www.cit.tum.de/cit/studium/interessierte/schulprogramme/>

⁷ Mehr Informationen zum Studienorientierungsverfahren und zur Bewerbung stehen auf den Webseiten des Bachelor Mathematik: <http://www.ma.tum.de/studium/bachelor>

- b) Nachweis eines fundierten mathematischen Grundverständnisses jenseits bloßer Rechenfertigkeiten;
- c) Fähigkeit, Vorgänge des täglichen Lebens, speziell Anwendungen in den Natur- oder Wirtschaftswissenschaften, auf die Anwendbarkeit von Mathematik hin einzuordnen sowie bekannte quantifizierbare Vorgänge mit dem derzeit verfügbaren mathematischen Handwerkszeug beschreiben zu können; z.B. die Anwendung des Schulstoffes in gewissen geometrischen Fragestellungen oder des Ableitungskalküls bei der Beschreibung von Geschwindigkeiten in einfachen physikalischen Bewegungen;
- d) Bereitschaft, Anwendungen der Mathematik im betrieblichen Umfeld innerhalb eines mehrwöchigen Berufspraktikums kennenzulernen und ferner mindestens eine Programmiersprache zu erlernen, da zahlreiche angewandte mathematische Fragestellungen nur durch statistische oder numerische Verfahren sachgerecht behandelt werden können;
- e) Besondere sprachliche Gewandtheit in mündlicher und schriftlicher Form, um mathematische Sachverhalte fachsprachlich einwandfrei in knapper und präziser Form ausdrücken zu können sowie quantifizierbare Anwendungsprobleme mathematisch-analytisch darstellen zu können.

Neben diesen studiengangsspezifischen Kompetenzen und Interessen werden auch Englischkenntnisse auf Abiturniveau dringend empfohlen, um breitere Wahlmöglichkeiten im dritten Studienjahr zu haben.

3.3 Zielzahlen

Die ehemalige Fakultät für Mathematik (Vorläufer des Departments Mathematik an der TUM School of Computation, Information and Technology) stellte ihr Studienangebot im Jahr 2007 auf das konsekutive Modell um. Zum Wintersemester 2007/2008 hat der erste Bachelorjahrgang (217 Erstsemesterstudierende) das Studium aufgenommen. In den folgenden Jahren schwankten die Bewerber- und Anfängerzahlen leicht z.B. aufgrund des doppelten Abiturjahrgangs in Bayern und der Aussetzung der Wehrpflicht⁸ sowie der Aussetzung der Eignungsfeststellung an der Ludwig-

⁸ Um den doppelten Abiturjahrgang zu entzerren wurde im Sommersemester 2011 mit TUM twoinone eine Möglichkeit geschaffen auch im Sommersemester das Studium zu beginnen, was 135 Studierende genutzt haben. Im darauffolgenden Wintersemester 2011/2012 waren dann 305 Studierende im ersten Semester immatrikuliert.

Maximilians-Universität München (LMU)⁹. In Umfragen befürworteten die Studierenden einen grundständigen Bachelor mit späterer Spezialisierung, so dass sich die damalige Fakultät bzw. das jetzige Department Mathematik in diesem Aspekt ihres Konzepts bestätigt sah und sieht.

Das Department Mathematik organisiert verschiedene Veranstaltungen, um Schülerinnen, Schülern und Studieninteressierten die Möglichkeit zu geben, sich gezielt über den Bachelorstudiengang Mathematik und dessen Inhalte zu informieren. Hierfür beteiligt sich das Department Mathematik regelmäßig am Open Campus Day (ehem. Schülertage bzw. Studieninfotag) sowie an der Informationsveranstaltungsreihe „Ran an die TUM: Perspektive Studium“ und steht in engem Kontakt zu Gymnasien in ganz Bayern, um bei Bedarf individuelle Studienberatungen an der Universität anzubieten. Darüber hinaus können Studieninteressierte das Department Mathematik im Rahmen mehrerer Programme aus der Nähe kennenlernen. Mit TUMMS (Technische Universität München Mathematik-Stipendium) beispielsweise bietet das Department Mathematik der TUM seit über 20 Jahren mathematisch begabten Schülerinnen und Schülern der Oberstufe eine knappe Woche lang die Möglichkeit, die Mathematik als interessantes, offenes, lebendiges und vielseitiges Forschungsgebiet zu erfahren. Die ausgewählten Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden durch ein programmspezifisches Stipendium (für Reise, Unterkunft und Verpflegung) gefördert. Ein weiteres Programm, auch speziell für Studieninteressierte, ist das Schnupperstudium Mathefrühling, das seit 2015 die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine Woche lang den Studienalltag mit eigenen Vorlesungen und Übungen wie im regulären Mathematikstudium live erleben lässt. Zusätzlich erhalten sie Informationen zu den später wählbaren mathematischen Schwerpunkten und zu den vielfältigen Berufsmöglichkeiten als Mathematikerin oder Mathematiker.

Diese Veranstaltungen dienen aber nicht nur den Studieninteressierten dazu, sich über das Bachelorstudium Mathematik zu informieren, sondern ermöglichen es auch der TUM School of Computation, Information and Technology diesen Studiengang zu bewerben und zugleich einen Eindruck hinsichtlich der Nachfrage nach diesem Studiengang zu erhalten.

Anhand der gesammelten Erfahrungen wird an der TUM School of Computation, Information and Technology weiterhin eine Berechnung der Lehrkapazität auf der Basis von rund 180 Bachelorstudierenden pro Kohorte angestrebt, damit ein gutes Studierenden-Betreuenden-Verhältnis gewährleistet werden kann.

⁹ Im Wintersemester 2013/2014 hatte der Studiengang nur 131 immatrikulierte Studienanfänger. Nach Änderung des Eignungsfeststellungsverfahrens sowie weiterer Maßnahmen stiegen die Zahlen wieder auf über 200 Studienanfänger an (vgl. Tabelle 1 auf Seite 14)

Für die Durchführung von Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Seminare, Übungen, Kleingruppenübungen etc.) stehen verschiedene Raumgrößen zur Verfügung. Für größere Vorlesungen sind geeignete Räume vorhanden (u.a. Hörsaal mit über 500 Sitzplätzen). Für Übungen, Kleingruppenübungen und Seminare kann auf Räume mit durchschnittlich 30 Sitzplätzen zurückgegriffen werden. Diese Kursgrößen sind sehr gut geeignet, damit Studierende und Lehrende in Interaktion miteinander treten und interaktive, kommunikative Lehr- und Lernformen verwendet werden können. Darüber hinaus können die Studierenden für die Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen, Selbstlernphasen, Prüfungsvorbereitung, Projektbesprechungen etc. die mit Stromanschlüssen aufgerüsteten Arbeitstische in der Magistrale des Mathematik-Informatik-Gebäudes sowie kleinere, ruhige Lernräume nutzen. Die TUM School of Computation, Information and Technology achtet insgesamt darauf, dass die Raumressourcen optimal genutzt werden, um möglichst viele Veranstaltungen unterzubringen.

Des Weiteren können alle Studierenden der TUM auf die Räumlichkeiten in den StudiTUM¹⁰ Häusern zugreifen, die neben Einzel- und Gruppenlernplätzen auch Ruhe- oder Musikräume beherbergen. Am Standort Garching stehen so weitere 265 Lernplätze zur Verfügung.

Zusätzlich zu den Lehr- und Betreuungsangeboten für die Mathematik-Studierenden leistet das Department Mathematik in hohem Umfang Lehrservice für Studiengänge anderer Professional Profiles sowohl an der TUM School of Computation, Information and Technology als auch an fast allen anderen Schools der TUM. Durch die daraus resultierende größere und vielfältigere Zusammensetzung des Lehrpersonals erhalten die Mathematik-Studierenden mehr Spielraum bei der Auswahl mathematischer Fachgebiete im Vergleich zu beispielsweise einer reinen Mathematik-Fakultät ohne Lehrservice für andere Fakultäten oder Schools.

Ziel ist es, die Anfängerzahl von 180 immatrikulierten Studierenden pro Jahrgang bei gleichbleibend hoher Erfolgsquote (Studienanfängerinnen und Studienanfänger, die das Studium erfolgreich abgeschlossen haben) von ca. 60% aufrechtzuerhalten.

Tabelle 1: Entwicklung der Bewerbungs- und Immatrikulationszahlen für den Studiengang Bachelor Mathematik.

	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23
Bewerbungen	493	331	308	278	296	317	320	330
Immatrikulationen	226	235	212	171	178	173	185	180

¹⁰ Informationen zu den StudiTUM Häusern: <https://www.sv.tum.de/sv/studium/>

Die etwas über der Lehrkapazität liegenden Zahlen (vgl. Tabelle 1 vorherige Seite) resultieren aus einer Änderung im Eignungsfeststellungsverfahren (s. Kapitel 8, Seite 47), die eine etwas geringere Erfolgsquote im Vergleich zu früheren Kohorten nach sich zog. Diese Änderung wurde mit dem neuen Studienorientierungsverfahren wieder rückgängig gemacht, wodurch sich auch die Anfängerzahlen wieder um die 180 Studierenden eingependelt haben.

4 Bedarfsanalyse

Die Beschäftigungsaussichten sind für Absolventinnen und Absolventen der Mathematik sehr gut, wobei den Studierenden nicht nur klassische mathematische Berufe offenstehen. Nach den Aussagen der Deutschen Mathematiker Vereinigung (DMV) gegenüber der FAZ herrscht unter Mathematikerinnen und Mathematikern Vollbeschäftigung; sie gehen von einer Arbeitslosenquote von nur 0,8% aus¹¹. Ein ähnliches Bild ergaben die Ergebnisse einer Studie von G. Törner, B. Berndtsen und J. Peters-Dasdemir die bundesweite, statistischer Erhebungen ausgewertet haben und die Ergebnisse 2019 veröffentlichten¹²: Demnach ist die Zahl der erwerbslosen Mathematikerinnen und Mathematikern im Jahr 2016 so gering, dass diese nicht vom Mikrozensus ermittelt werden kann und daher auch nicht in den Tabellen des Statistischen Bundesamtes ausgewiesen ist. Die Autoren sehen aber Indizien, dass man in diesem Jahr von ca. 2.000 „Arbeitslose mit einer mathematischen Qualifikation“ ausgehen kann; zeitgleich befanden sich aber „rund 107.000 akademisch mathematisch qualifizierte Personen im bundesdeutschen Arbeitsmarkt“. Anhand dieser Zahlen errechneten die Autoren eine Quote von 2,5%. Auch die neuesten Zahlen für die Jahre 2021 und 2022 ergaben eine Arbeitslosenquote von nur 2,3%¹³.

Diese Ergebnisse werden durch die Auswertung der von der TUM durchgeführten Absolventenbefragung 2022/2023 bestätigt und zeigt zudem die große Nachfrage am Arbeitsmarkt. Befragt wurden Absolventinnen und Absolventen der Mathematischen Masterstudiengänge, die Ihren Abschluss zwischen 2017 und 2022 gemacht haben. Von diesen gaben 83,7% an innerhalb eines halben Jahres nach Bewerbungsbeginn eine Stelle gefunden zu haben, 51,5% sogar bereits nach 1 Monat. Für Absolventinnen und Absolventen des Mathematikbachelors wurde keine entsprechende Befragung durchgeführt, da die meisten Bachelorstudierenden nach ihrem Abschluss ein weiterführendes Masterstudium beginnen. Auf diese Tatsache wird im weiteren Verlauf noch näher eingegangen.

Diese große Nachfrage nach unseren Absolventinnen und Absolventen spiegelt auch das starke Kooperationsinteresse zahlreicher Firmen wider, die sich in diversen Programmen (Meet My Company, Fit for TUMorrow, Data Innovation Lab, Mathematische Fallstudien) im Rahmen des

¹¹ FAZ-Artikel vom 23.03.2017 (geprüft 05.07.2023): „Keine Angst vor Mathe!“ (<http://www.faz.net/-gyq-8uyvv>)

¹² Törner, G., Berndtsen, B., Peters-Dasdemir, J.: Arbeitsmarkt für Mathematiker/innen, *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **22** (2019) 1, S. 26-31.

¹³ Törner, G., Reiter, V. Berndtsen, B.: Informationen über den Arbeitsmarkt für Mathematiker und Mathematikerinnen. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **31** (2023) 2, S. 84-93.

Professional Profiles Mathematik an der TUM School of Computation, Information and Technology engagieren wollen oder es bereits tun¹⁴.

Mathematikerinnen und Mathematiker finden insbesondere Anstellungen im Banken-, Versicherungs- und Finanzsektor, in der IT- und Unternehmensberatung, in der Logistik bzw. Optimierung, in der Automobil- und Zuliefererindustrie sowie in Forschungseinrichtungen und im öffentlichen Sektor. In Banken und Versicherungen werden Mathematikerinnen und Mathematiker eingesetzt, um z. B. Risiken, Beitragssätze oder Prämien zu errechnen und Klimamodelle zu erstellen. In der Biologie modellieren sie Moleküle, bei Logistikunternehmen und Fluglinien optimieren sie Routen und Frachtgrößen.

Die theoretisch fundierte und anwendungsnahe mathematische Grundlagenausbildung, die auch grundlegende Programmierkenntnisse und die Fähigkeit zum algorithmischen Denken beinhaltet, sowie die im Mathematikstudium erworbenen Soft Skills, wie eine analytische, strukturierte und genaue Arbeitsweise, ein hohes Durchhaltevermögen und die Bereitschaft, nach kreativen Lösungen bei Problemen zu suchen, ermöglichen auch den Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiums Mathematik einen direkten Berufseinstieg. Diese Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen werden z.B. im Consulting Bereich oder in der Softwareentwicklung sehr geschätzt.

Der direkte Berufseinstieg nach dem Bachelor Mathematik ist aber nicht üblich, wenngleich in den letzten Jahren ein leichter Anstieg der Zahlen festzustellen ist. Ende Juni 2013 lag laut einer Studie von M. Dieter und G. Törner¹⁵ der Prozentsatz an in Deutschland sozialversicherungspflichtig beschäftigten Personen mit mathematischen Qualifikationen, deren höchster Studienabschluss der Bachelor war, bei nur ca. 3,4%. Für die Jahre 2013 bis 2015 haben B. Berndtsen und G. Törner Daten aus den Jahrbüchern von Destatis ausgewertet¹⁶ und errechnet, dass in einer Größenordnung von rund 10% Bachelor Absolventinnen und Absolventen in den Arbeitsmarkt eintreten; das sind 250 bis 350 Personen pro Abschlussjahrgang. In der bereits oben erwähnten Studie von G. Törner, B. Berndtsen und J. Peters-Dasdemir¹⁷ gehen die Autoren davon aus, dass „sicherlich eine mittlere dreistellige Zahl von Bachelor-Absolventen in den Arbeitsmarkt wechselt, stärker von

¹⁴ Nähere Informationen zu den Kooperationsmöglichkeiten des Departments Mathematik:

<https://www.ma.tum.de/de/fakultaet/firmen-kooperationen.html>

¹⁵ Dieter, M., Törner, G.: Der Arbeitsmarkt für Mathematiker – Teil 1., *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **22** (2014) 3, S. 154-157.

¹⁶ Berndtsen, B., Törner, G.: Übergangszahlen Bachelor–Master beim Mathematikstudium, *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **25** (2017) 2, S. 118-129.

¹⁷ Törner, G., Berndtsen, B., Peters-Dasdemir, J.: Arbeitsmarkt für Mathematiker/innen, *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **22** (2019) 1, S. 26-31.

Fachhochschulen als den Universitäten kommend“. Neuere Daten, die sich ausschließlich auf Bachelor Mathematik Absolventinnen und Absolventen beziehen liegen nicht vor¹⁸.

Die oben erwähnten Übertrittsquoten in den Arbeitsmarkt und auch die leicht ansteigende Tendenz deckt sich mit den Erfahrungen für den Bachelor Mathematik Studiengang an der TUM. An der TUM wird die Möglichkeit des Direkteinstiegs ins Berufsleben derzeit nur von schätzungsweise etwa 5 - 10 Prozent der Absolventinnen und Absolventen wahrgenommen. Etwa 90 Prozent¹⁹ unserer Studierenden entscheiden sich nach dem Bachelor für ein Masterstudium und rund ein Drittel für eine spätere Promotion.

Die Nachfrage von Unternehmen nach Mathematik Absolventinnen und Absolventen ist, wie bereits oben erwähnt, hoch. Im Zuge des Fachkräftemangels scheint sich derzeit ein eigener Stellenmarkt²⁰ für Bachelor Absolventinnen und Absolventen zu entwickeln. Unternehmen scheinen hier durchaus dazu bereit zu sein, die eher theoretische Universitätsausbildung mit einer Praxisausbildung im Unternehmen zu komplementieren.

Für Einstiegspositionen, die eine höhere fachliche Qualifikation oder stärkere Spezialisierung benötigen, oder deren Tätigkeitsprofil konzeptionelles Arbeiten oder innovative Lösungsstrategien erfordern, beispielsweise in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, wird weiterhin mindestens einen Masterabschluss benötigt²¹.

¹⁸ Törner, G., Reiter, V. Berndtsen, B.: Informationen über den Arbeitsmarkt für Mathematiker und Mathematikerinnen. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **31** (2023) 2, S. 84-93. Die Autoren des Papers arbeiten mit Zahlen des statistischen Bundesamts, die für die Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften mit Hilfe eines Algorithmus eine Übergangsquote vom Bachelor in den Arbeitsmarkt von 20% Prozent errechnet hat. Die Autoren weisen aber darauf hin, dass diese Fächergruppe sehr heterogen und auch die Ausbildungskultur sehr unterschiedlich ist. Das Statistische Bundesamt hatte den Autoren weiters mitgeteilt, dass sich die verwendeten Algorithmen nicht eignen, um auf noch kleinere Gruppen, wie etwas nur den Fachbereich Mathematik, angewendet zu werden.

¹⁹ Diese Zahl wird auch durch die oben erwähnte Studie von B. Berndtsen und G. Törner „Übergangszahlen Bachelor-Master beim Mathematikstudium“ bestätigt.

²⁰ Exemplarische Anzeigen aus einer Stellensuche (Stepstone, 05.07.2023): „Junior Mathematiker*in (Versicherung/Produktmathematik)“ (Proxalto Service Management GmbH), „Data Analyst Business Intelligence, gern Absolvent:in der Wirtschaftsinformatik oder Mathematik“ (GKC Dr. Öttl & Partner), „Junior Expert Simulationssysteme Mathematik (m/w/d)“ (HAPEKO Hanseatisches Personalkontor GmbH), „Consultant (Versicherungs-) Mathematik / Aktuar (m/w/d)“ (Deloitte), „Mathematiker (m/w/d) für die Rechenkernentwicklung“ (AXA Konzern AG), „Mathematiker/Mathematikerin/Physiker/Physikerin für die Unternehmensberatung (w/m/d)“ (KPMG), „(Junior) Mathematiker (m/w/d) als Global Projekt Manager“ (Willis Towers Watson GmbH)

²¹ Exemplarische Anzeigen aus einer Stellensuche (Stepstone, 05.07.2023): „Informatiker, Physiker, Mathematiker – AI / Machine Learning (m/w/d)“ (TWT GmbH), „Aktuar / Mathematiker (m/w/d) im Aktuariat Industrie- und Firmengeschäft“ (AXA Konzern AG), „Mathematiker:in in Financial Lines“ (Hannover Rück SE), „Consultant Quantitative Risk – Mathe, Physik, Informatik – Consulting (Financial Services) (w/m/d)“ (EY), „Mathematiker – Schwerpunkt Data Science m/w/d“ (statmath GmbH)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Bedarf an gut ausgebildeten Mathematikerinnen und Mathematikern deutschlandweit (und darüber hinaus) sehr hoch ist. Bachelor Absolventinnen und Absolventen, aber in besonderem Maße hoch qualifizierte und teils spezialisierte Absolventinnen und Absolventen eines mathematischen Masterstudiums, werden in Industrie und Wirtschaft sehr stark nachgefragt.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Der zunehmende Einsatz mathematischer Methoden zur Lösung komplexer, realer Probleme in praktisch allen Branchen in Technik und Wirtschaft führt dazu, dass der nationale und internationale Bedarf an Mathematikerinnen und Mathematikern flächendeckend weiterhin groß ist. Daher ist auch das Angebot an grundständigen mathematischen Studiengängen entsprechend attraktiv. An Hochschulen und Universitäten reicht das Angebot daher vom klassischen mathematischen Studiengang bis hin zu spezialisierten Studiengängen wie Wirtschaftsmathematik, und es werden teilweise sogar mehrere Studiengänge an ein und derselben Hochschule angeboten.

Allein in Bayern werden 39 grundständige Studiengänge im Studienbereich Mathematik angeboten; bayerische Universitäten, die den (nicht spezialisierten) Bachelorstudiengang „Mathematik“ anbieten sind, nach Universitätsstandort sortiert: Universität Augsburg, Universität Bayreuth, Katholische Universität Eichstätt – Ingolstadt, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Ludwig-Maximilians-Universität München, Technische Universität München, Universität Passau, Universität Regensburg und Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Deutschlandweit kann an knapp 90 Studienorten ein Bachelorstudium der Mathematik begonnen werden²⁴.

An der TUM gehört die Mathematik zu den Kernkompetenzen und der Studiengang Mathematik zum traditionellen Repertoire der TUM-Studiengänge. Der hier angebotene grundständige Bachelorstudiengang Mathematik stellt gemeinsam mit dem Masterstudiengang Mathematik das „klassische Mathematikstudium“ an der TUM dar. Das Y-Modell (vgl. dazu auch Kapitel 1.2, Seite 6 und Abbildung 1, Seite 7) mit nur einem grundständigen Bachelor und der anschließenden Wahl zwischen einem breit ausgerichteten Masterstudiengang Mathematik oder einem spezialisierten Masterstudiengang mit angewandtem Profil ist hierbei regional eine Besonderheit der TUM.

Vergleichbare Bachelorstudiengänge in Mathematik (mit Abschluss Bachelor of Science) gibt es in Bayern unter anderem an der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) wie auch an der Universität Augsburg. Beide Universitäten bieten aber auch noch jeweils einen spezialisierten Bachelorstudiengang in Wirtschaftsmathematik an.

In Deutschland gehören zu den vielen namhaften Universitäten, die einen Bachelorstudiengang Mathematik anbieten, neben der TUM u.a. die Technische Universität Kaiserslautern (TU

²⁴ Diese Angaben sind Ergebnisse einer Suche am 19.02.2023 nach entsprechenden Studiengängen im Portal der HRK Hochschulrektorenkonferenz (<https://www.hochschulkompass.de>)

Kaiserslautern), die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen), das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Technische Universität Darmstadt (TU Darmstadt), die Technische Universität Berlin (TU Berlin), die Universität Stuttgart, die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Universität Bonn) oder die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Wissenschaftlich gesehen sind, basierend auf das QS Subject Ranking 2023²⁵, die deutschen Top Universitäten die Universität Bonn (weltweit Platz 39, europaweit Platz 14), die TUM (weltweit Platz 43, europaweit Platz 16) und die TU Berlin (weltweit Platz 53, europaweit Platz 19).

Die deutschen Bachelorstudiengänge Mathematik sind sich insofern ähnlich, als dass sie alle – im Gegensatz zu spezialisierten Bachelorstudiengängen wie der Wirtschaftsmathematik – eine breite mathematische Grundausbildung anbieten. Insbesondere hinsichtlich der Basiskompetenzen in Analysis, Lineare Algebra, Numerik und Stochastik unterscheiden sich die Studiengänge nur gering. Gleich ist zudem, dass erste mathematische Erweiterungs- und Vertiefungsmodule bereits während des Bachelorstudiums eingebracht werden sollen. An einigen Universitäten (z.B. Universität Bonn, Freie Universität Berlin) wählt man vorwiegend aus den klassischen Bereichen der Reinen Mathematik, andere Universitäten (z.B. KIT, TU Kaiserslautern, RWTH Aachen) nehmen verstärkt Bereiche der Angewandten Mathematik in ihre Bachelor-Kataloge auf. Ein besonderes Merkmal der TUM-Ausbildung ist mit Sicherheit, dass im Bachelor sowohl die aktuellen Anwendungsbereiche der Mathematik (Wahrscheinlichkeitstheorie, Numerik und Wissenschaftliches Rechnen, Optimierung, Biomathematik und Biostatistik) als auch die klassischen Bereiche der Reinen Mathematik (wie etwa Analysis, Algebra und Geometrie) in die Ausbildung eingebunden werden können. Das Department Mathematik stellt hierzu ein vergleichsweise vielseitiges, theoretisch fundiertes und zugleich anwendungs- und forschungsnahes Lehrangebot bereit – stets mit dem Ziel der Brückenbildung zwischen theoretischem Verständnis und praktischen Anwendungen.

An den meisten Universitäten (z.B. TUM, LMU, TU Berlin, RWTH Aachen, TU Darmstadt) wird das Studium zudem um die freie Wahl eines nicht-mathematischen Nebenfachs (wie etwa Chemie, Wirtschaftswissenschaften, Informatik, Physik) ergänzt. Die TUM zeichnet sich auch hier durch ihr besonders abwechslungsreiches und zugleich anspruchsvolles Angebot (z.B. in Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, Elektro- und Informationstechnik oder einem naturwissenschaftlichen oder technischen Sondernebenfach der TUM) aus.

Im europäischen Vergleich sind etwa die ETH Zürich, die EPFL in Lausanne, die École Polytechnique Paris oder die KTH Stockholm zu nennen, die eine solide Grundausbildung in

²⁵ Ergebnisse des QS Subject Rankings 2023 für das Fach Mathematik:
<https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2023/mathematics>

Mathematik auf vergleichbarem hohen fachlichen Niveau anbieten. Zudem besteht ein intensiver Austausch zwischen der TUM und den genannten Universitäten, sowohl auf wissenschaftlicher Ebene als auch auf der Ebene des studentischen Austauschs. Diese Universitäten zeichnen sich auch durch ihr wissenschaftliches Renommee aus, was die Ergebnisse des bereits erwähnten QS Subject Ranking 2023 darlegen: ETH Zürich (weltweit Platz 8, europaweit Platz 3), EPFL Lausanne (weltweit Platz 18, europaweit Platz 9), École Polytechnique Paris als Teil des Institut Polytechnique de Paris (weltweit Platz 14, europaweit Platz 6), KTH Stockholm (weltweit Platz 48, europaweit Platz 17).

Im Gegensatz zu diesen vier Universitäten haben die Studierenden an der TUM die Möglichkeit der freien Wahl eines individuellen Nebenfaches ab dem ersten Semester. Diese Möglichkeit gibt es an den anderen genannten Universitäten in dieser Form nicht. An der ETH Zürich, der EPFL Lausanne und der KTH Stockholm werden einzelne Module (ohne oder mit nur sehr eingeschränkter Wahlmöglichkeit), wie einführende Veranstaltungen der Physik oder Informatik, fest im Studienplan verankert. An der École Polytechnique Paris hat das erste Studienjahr den Charakter eines naturwissenschaftlichen Studium Generale; erst ab dem zweiten Jahr ist die Wahl eines zweiten (Haupt-)Fachs parallel zur Mathematik möglich.

Die speziellen Anforderungen an Mathematik-Studierende (vgl. Kapitel 3.2, Seite 11) und die Vielzahl an angebotenen mathematischen Studiengängen, sowohl bayernweit, als auch deutschland- und europaweit, machen den hoch kompetitiven Wettbewerb um Studienbewerberinnen und Studienbewerber deutlich. Für die oben genannten deutschen Universitäten ist eine Gegenüberstellung der Studienanfängerzahlen 2020/21, der gesamten Studierendenzahlen im Studiengang des Jahres 2021, sowie der Zahl der Absolventinnen und Absolventen 2021 in Tabelle 2, Seite 23 zu sehen. Wegen der Studiendauer beziehen sich die Absolventenzahlen überwiegend auf Studierende der Kohorte mit Studienbeginn 2018. Da die Größe der Kohorten Schwankungen unterliegen, können in der Regel mit den beiden angegebenen Werten keine Rückschlüsse auf die Erfolgsquote getroffen werden. Die Daten basieren auf den Angaben des CHE Hochschulrankings 2021²⁶; Zahlen zur LMU liegen nicht vor und werden daher nicht aufgelistet.

²⁶ Webseite des CHE Hochschulrankings: <https://ranking.zeit.de/>

Tabelle 2: Vergleich der Studienanfänger, Studierendenzahlen und Absolventinnen- und Absolventenzahlen des Studienjahres 2020/21.

Universität	Studierende im 1. Semester (Beginn 2020/21)	Immatrikulierte Studierende 2021	Absolventinnen und Absolventen (v.a. Kohorte 2018)
Technische Universität München	173	560	111
Universität Augsburg	87	228	29
Technische Universität Kaiserslautern	48	179	39
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	172	558	76
Karlsruher Institut für Technologie	103	323	58
Technische Universität Darmstadt	110	366	64
Technische Universität Berlin	253	876	69
Universität Stuttgart	68	237	50
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	196	559	113
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg Heidelberg	148	433	52

Die insgesamt hohen Anfängerzahlen im Bachelorstudiengang Mathematik der TUM, die in den vergangenen Jahren bei durchschnittlich ca. 190 pro Wintersemester lagen (vgl. Tabelle 1 in Kapitel 3.3, Seite 14), belegen die große Nachfrage nach Studienplätzen in demselben. Diese hohe Zahl an Studienanfängerinnen und Studienanfängern deutet auch auf ein gutes und etabliertes Renommee des TUM Bachelorstudiengangs Mathematik sowie der TUM insgesamt hin.

Zu den Besonderheiten des Bachelorstudiengangs Mathematik gehört auch die intensive Unterstützung der Studierenden bei der Planung und Durchführung eines Auslandsaufenthalts als Teil des Studiums. Die große Flexibilität bei der Studienplangestaltung macht einen solchen Aufenthalt ohne Verlängerung der Studienzeit problemlos möglich. Unterstützt werden die Studierenden dabei von der Auslandsbeauftragten der Mathematik. Dieses Angebot wird bereits jetzt von einem großen Teil der Studierenden wahrgenommen. Besonders eindrucksvoll zeigt sich das im Vergleich mit

anderen deutschen Mathematik-Fakultäten (vgl. Abbildung 2) und den aktuellen Outgoing-Zahlen der mathematischen Studiengänge an der TUM (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 2: Outgoing-Zahlen deutscher Mathematik-Fakultäten (Zahlen: DAAD, aktuellster verfügbarer Stand).

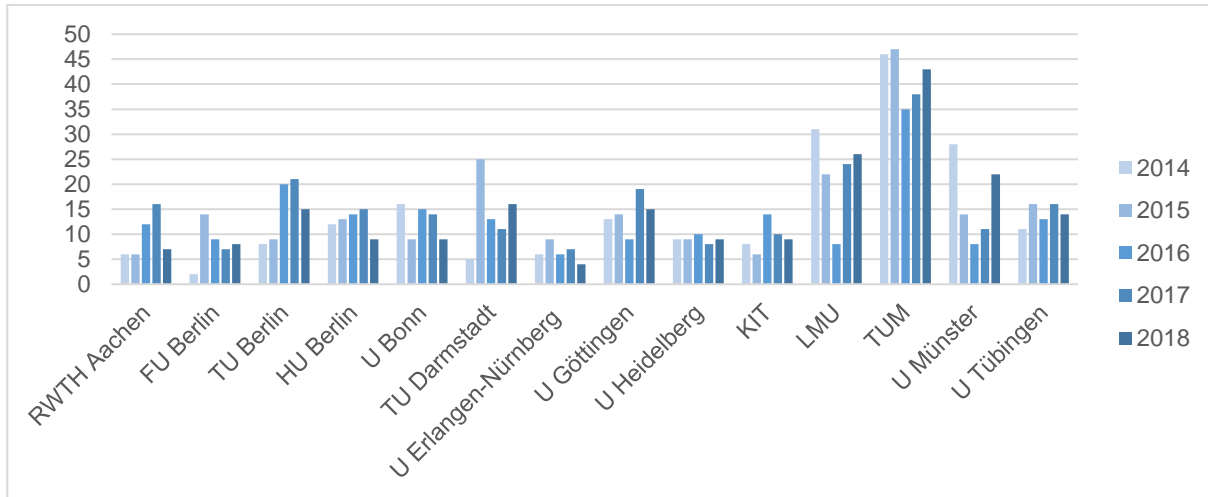
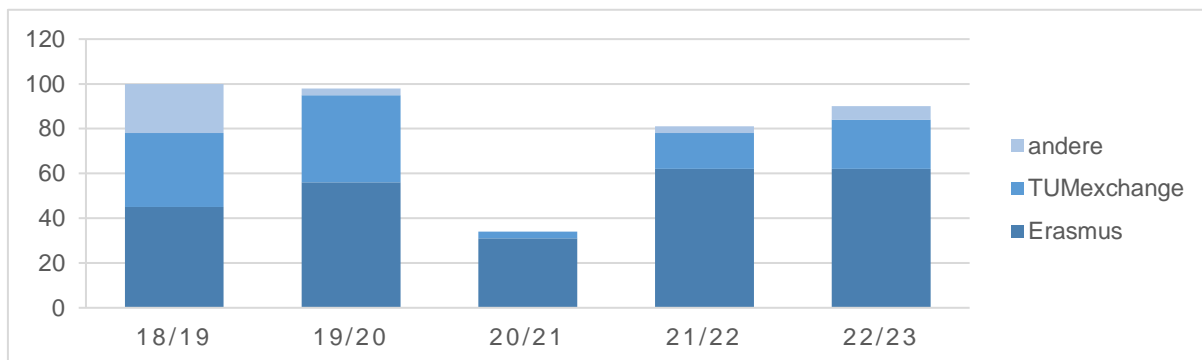


Abbildung 3: Outgoing-Zahlen nach Austausch Programmen über alle mathematischen Studiengänge der TUM..



Die Zahlen im Studienjahr 2020/2021 sind auf Grund der Corona-Pandemie nicht repräsentativ, da viele Austausche nicht stattfinden konnten.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der Technischen Universität München gibt es keinen Bachelorstudiengang mit vergleichbarem Profil.

An der TUM School of Social Sciences an Technology ist das Department of Educational Sciences für die Lehrerbildung an der TUM zuständig und bietet verschiedene Studiengänge mit dem Erst- oder Zweitfach Mathematik an. Zu diesen Studiengängen besteht kein Wettbewerb, da sie eine andere Zielsetzung verfolgen und außerdem eine andere Zielgruppe ansprechen.

6 Aufbau des Studiengangs

Der Studiengang verfolgt das Ziel, eine breite grundständige Ausbildung in Mathematik bereitzustellen, wobei in den höheren Semestern bereits erweiterte und vertiefte Fachkenntnisse vermittelt werden, indem von den Studierenden je nach individueller Neigung und Vorliebe eine erste spezialisierende Vertiefung vorgenommen wird. Diese Spezialisierung ist sowohl für die Wahl eines auf den Bachelorstudiengang aufbauenden Masterstudiengangs, als auch für einen direkten Berufseinstieg nach dem Bachelorstudium von Belang. Zudem sollen die Studierenden mögliche Anwendungen im Rahmen eines Nebenfaches sowie eines Berufspraktikums kennenlernen und spätere Einsatzgebiete für sich identifizieren. Abgerundet wird das Bachelorstudium Mathematik durch eine interessens- und bedarfsgeleitete Schärfung des individuellen Persönlichkeits- und Kompetenzprofils im überfachlichen Bereich.

Demnach setzt sich das Curriculum aus den Blöcken mathematische Grundlagen-, Aufbau- und Vertiefungsmodule, Nebenfachmodule, einem Berufspraktikum, Modulen der „Überfachlichen Grundlagen“, sowie einem Seminar und einer Abschlussarbeit zusammen. Studienleistungen (welche unbenotet ins Studium eingehen) werden hier im jeweils passenden Block integriert, erscheinen in der Fachprüfungs- und Studienordnung aber in einem gemeinsamen, eigenen Block. Diese Blöcke sind durch unterschiedliche Farben in der graphischen Darstellung anhand exemplarischer Studienpläne in Tabellen 3a und 3b auf den nächsten beiden Seite erkennbar. Der Aufbau der einzelnen Blöcke wird dann in den folgenden Kapiteln 6.1 bis 6.6 näher erläutert.

Schematischer Aufbau anhand eines exemplarischen Studienplans

Speziell zu Anfang eines Mathematikstudiums bauen die Module stark auf den in vorausgehenden Modulen (bzw. im ersten Semester auf die in der schulischen Vorbildung) vermittelten Vorkenntnissen und Kompetenzen auf. Dies wird in den folgenden Abschnitten deutlich. Daher ist der Studienbeginn im Bachelorstudiengang Mathematik an der TUM nur im Wintersemester möglich. Zudem kann auch nur mit Studienbeginn zum Wintersemester das Studium innerhalb der Regelstudienzeit von sechs Semestern durchlaufen werden.

Von diesem Studienbeginn im Wintersemester ausgehend werden in Tabellen 3a und 3b auf Seiten 26 und 27 anhand exemplarisch erstellter, möglicher Studienpläne der Aufbau des Studiums schematisch dargestellt. Bei den in diesem Beispiel gewählten Modulen wurde bewusst auf die Setzung eines mathematischen Schwerpunkts verzichtet. Dies würde erst durch eine konkrete Auswahl von Modulen abhängig von der jeweiligen Vertiefungsrichtung erfolgen. Bei den zweisemestrigen Modulen *Mathematische Grundlagen* und *Mathematisches Studieren* kann der Workload je nach individueller Studienplangestaltung (z.B. Nebenfachwahl) oder individuell präferierter Arbeitseinteilung weitgehend flexibel über beide Semester verteilt werden. Hierauf wird

im Kapitel 6.1 bei den Modulen noch einmal näher eingegangen. In den exemplarischen Studienplänen wird jeweils eine beispielhafte Aufteilung des Workloads je Semester in Credits für diese Module angegeben.

Tabelle 3a: Exemplarische Darstellung eines Studienplans für den sechssemestrigen Mathematik Bachelorstudiengang mit Nebenfach Wirtschaftswissenschaften.

Semester	Module					Credits (Prüfungen)	
1.	Analysis 1 (Pflicht) Klausur 9 CP	Lineare Algebra 1 (Pflicht) Klausur 9 CP		Math. Grundlagen (Pflicht) Mündl. Prüfung 5 CP	Math. Studieren (Pflicht) Übungsleistung und Präsentation 6 CP	Princ. of. Econ. (Wahl) Klausur 6 CP	30 (4)
2.	Analysis 2 (Pflicht) Klausur 9 CP	Lin. Alg. 2 (Pflicht) Klausur 6 CP	Diskrete Mathe. (Pflicht) Klausur 4 CP	5 CP (2+3 CP)	6 CP (4+2 CP)	Cost Accounting (Wahl) Klausur 6 CP	30 (6)
3.	Analysis 3 (Pflicht) Klausur 9 CP	Numerik (Pflicht) Klausur 9 CP		Einf. in die Wahrsch. und Statistik (Pflicht) Klausur 9 CP	Einf. in die Programmierung (Pflicht) Klausur 3 CP		30 (4)
4.	Einführung in die Optimierung (Wahl) Klausur 9 CP	Geometrie (Wahl) Klausur 9 CP		Berufspraktikum (Pflicht) Bericht 6 CP	Marketing und Innov. Manag. (Wahl) Klausur 6 CP		30 (4)
5.	Discrete Optimization (Wahl) Klausur 9 CP	Numerics of Differential Equations (Wahl) Klausur 9 CP		Probability Theory (Wahl) Klausur 9 CP	Seminar * (Pflicht) Vortrag 3 CP		30 (4)
	Mobilitätsfenster						
6.	Algebra (Wahl) Klausur 9 CP	Statistical Computing (Wahl) Klausur 5 CP		Daten-Politik, Recht, Ethik- (Wahl) Referat 3 CP	Ringvorlesung Umwelt (Wahl) Präsentation 1 CP	Bachelor's Thesis 12 CP	30 (5)

Legende: Graue: Pflichtmodule aus dem Grundlagenbereich
 Hellblau: Wahlmodule aus Aufbau- und Vertiefungsbereich
 Dunkelblau: Bachelorarbeit, Seminar und Berufspraktikum
 Hellgrün: Nebenfachmodulbereich
 Orange: Modulbereich Überfachliche Grundlagen
 * Studierende im Auslandssemester können das Seminar im Ausland oder im 4. oder 6. Semester an der TUM belegen

Tabelle 4b: Exemplarische Darstellung eines Studienplans für den sechssemestrigen Mathematik Bachelorstudiengang mit Nebenfach Informatik.

Semester	Module					Credits (Prüfungen)	
1.	Analysis 1 (Pflicht) Klausur 9 CP	Lineare Algebra 1 (Pflicht) Klausur 9 CP		Math. Grundlagen (Pflicht) Mündl. Prüfung 5 CP (1+4 CP)	Math. Studieren (Pflicht) Übungs- leistung und Präsentation 6 CP (2+4 CP)	Einf. i.d. Informatik f. Stud. d. MA (Wahl) Klausur 9 CP	30 (4)
2.	Analysis 2 (Pflicht) Klausur 9 CP	Lin. Alg. 2 (Pflicht) Klausur 6 CP	Diskrete Mathe. (Pflicht) Klausur 4 CP			Daten-Politik, Recht, Ethik- (Wahl) Referat 3 CP	30 (6)
3.	Analysis 3 (Pflicht) Klausur 9 CP	Numerik (Pflicht) Klausur 9 CP		Einf. in die Wahrsch. und Statistik (Pflicht) Klausur 9 CP		Einf. in die Pro- grammierung (Pflicht) Klausur 3 CP	30 (4)
4.	Einführung in die Optimierung (Wahl) Klausur 9 CP	Geometrie (Wahl) Klausur 9 CP		Berufspraktikum (Pflicht) Bericht 6 CP		Grundlagen: Algorithmen und Datenstrukturen (Wahl) Klausur 6 CP	30 (4)
5.	Discrete Optimization (Wahl) Klausur 9 CP	Funktionalanalysis (Wahl) Klausur 9 CP		Applied Regression (Wahl) Klausur 5 CP	Grundlagen: Datenbanken (Wahl) Klausur 6 CP	Ringvor- lesung Umwelt (Wahl) Präsen- tation 1 CP	30 (5)
	Mobilitäts- fenster						
6.	Markovketen (Wahl) Klausur 5 CP	Statistical Computing (Wahl) Klausur 5 CP	Funktionen- theorie (Wahl) Klausur 5 CP	Seminar (Pflicht) Vortrag 3 CP	Bachelor's Thesis 12 CP		30 (5)
Legende:	Grau: Pflichtmodule aus dem Grundlagenbereich Hellblau: Wahlmodule aus Aufbau- und Vertiefungsbereich Dunkelblau: Bachelorarbeit, Seminar und Berufspraktikum Hellgrün: Nebenfachmodulbereich Orange: Modulbereich Überfachliche Grundlagen						

6.1 Grundlagen durch Pflichtmodule (78 Credits aus Prüfungsleistungen und 9 Credits aus Studienleistungen)

Basierend auf den Kenntnissen, Fähigkeiten und Kompetenzen, die die Studierenden aus ihrer Vorbildung, in der Regel einer deutschen allgemeinen Hochschulreife, mitbringen, werden in den ersten drei Semestern des Studiums die Grundlagen für ein erfolgreiches Mathematikstudium gelegt. Insbesondere wird auf eine breit angelegte Grundlagenausbildung geachtet. Die Grundlagenmodule bestehen neben den Einführungsmodulen *Analysis*, *Lineare Algebra* und *Diskrete Mathematik* aus *Numerik* sowie der *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*²⁷. Auch auf ein nachhaltiges und vernetztes Lernen, das Erkennen von Querverbindungen zwischen einzelnen Fachgebieten, sowie die gezielte und intensive Einführung in die der Mathematik eigenen Arbeits- und Denkweise wird in der Studieneingangsphase ein besonderes Augenmerk gerichtet. Damit erwerben die Studierenden die für das weitere Studium notwendige Basis an mathematischem Fachwissen und erlernen zentrale Methoden für die Lösung mathematischer Probleme und Fragestellungen.

Erstes Studienjahr mit Grundlagen- und Orientierungsprüfung

Im ersten Studienjahr sind die Module aus den Kernbereichen der *Analysis*, der *Linearen Algebra* und der *Diskreten Mathematik* zentral für die wissenschaftliche Mathematikausbildung. Hier lernen die Studierenden neben den eigentlichen Lernergebnissen der beiden Gebiete vor allem die exakte mathematische „Sprache“ und den sorgfältigen Umgang mit ihr kennen. Mit dieser „Sprache“ können komplexe Zusammenhänge sehr knapp, aber exakt dargestellt werden.

Üblicherweise werden mathematische Aussagen in der Schule anschaulich erläutert oder hinsichtlich eines grundsätzlichen Verständnisses argumentativ geprüft. Ziel ist es nun, auf eine stichhaltige, lückenlose und widerspruchsfreie Beweiskette, die auf exakten Definitionen oder bereits bewiesenen Aussagen basiert, überzugehen und dabei auch alle nötigen Voraussetzungen und Einzelfälle zu berücksichtigen. Auch eine korrekte Aussagenlogik ist hier unerlässlich. Definitionen, Regeln, Algorithmen, Formeln und Konzepte werden nun nicht mehr nur angewandt, vielmehr geht es nun darum, warum diese gelten, ob sich diese verallgemeinern lassen (z.B. Abstraktion von ein- auf mehrdimensional) und welche neuen Schlüsse daraus gezogen werden können. Das erfordert

²⁷ Laut der Deutschen Mathematiker-Vereinigung gehören die *Analysis*, *Lineare Algebra* und die *Computerorientierte Mathematik (Numerik)* zur Grundausbildung aller Mathematik-Studiengänge. (<https://www.mathematik.de/mathe-studieren>)

auch eine systematische und strukturierte Einführung aufeinander aufbauender Begriffe und Bereiche, sowie die Vermittlung grundlegender Beweistechniken in den Vorlesungen, sowie regelmäßige und intensive Übungen, um das wissenschaftliche, mathematische Verständnis zu fördern.

Grundlagenmodule Analysis und Lineare Algebra

In der *Analysis* lernen die Studierenden neben der Handhabung dieser Beweistechniken auch den Umgang mit dem Grenzwertbegriff, können diesen dann auf Folgen und Reihen anwenden, und verfügen dann über Rechenfertigkeiten im Reellen und Komplexen. Zudem verfügen sie danach über eine anschauliche Vorstellung, sowie über ein theoretisches Verständnis der Grundbegriffe reeller Funktionen im Ein- und Mehrdimensionalen und können diese in Beispielsituationen sicher handhaben.

Im Zuge der *Linearen Algebra* lernen sie grundlegende Strukturen dieses Teilgebietes und dessen Verwendung kennen, sammeln Erfahrungen mit Abstraktion und exakter Argumentation und stellen Verbindungen zwischen diesen Strukturen und den Anschauungen her. Sie können dann zwischen Algebra, Geometrie und Matrixkalkül übersetzen, wissen, wann die Methoden der *Linearen Algebra* anwendbar sind und können die Konzepte dieser Module zur Modellierung geeigneter Praxisprobleme einsetzen.

Die Modul Inhalte werden jeweils in den Vorlesungen im Vortrag vermittelt und durch anschauliche Beispiele unterstützt sowie in Diskussionen mit den Studierenden hergeleitet. Dadurch sollen die Studierenden motiviert werden, sich auch eigenständig mit den inhaltlichen Themen und der Fachliteratur auseinanderzusetzen. Zusätzlich werden in den wöchentlichen Übungen die Diskussionsaufgaben des aktuellen Übungsblatts gemeinsam bearbeitet, um so den Umgang mit den Begriffen, Konzepten, Methoden und Rechentechniken aus dem aktuellen Vorlesungsstoff zu schulen und so auch das Verständnis in diesen Grundlagen zu fördern.

Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP)

Ein umfassendes Verständnis der oben beschriebenen mathematischen Grundlagen ist unerlässlich für die weitere mathematische Fachausbildung und kann erst nach dem Besuch der vier Module (*Analysis 1* und *2*, sowie *Lineare Algebra 1* und *2*) erreicht werden. Ein ausreichendes Verständnis ist im Rahmen der Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) nachzuweisen. Hierfür müssen zwei dieser vier Module nach dem zweiten Semester bestanden sein.

Um den Studierenden die notwendige Zeit einzuräumen, die für das nachhaltige und vernetzte Verständnis erforderlichen Querverbindungen zwischen diesen beiden Kerngebieten aufzubauen, wurde nach den Erfahrungen der letzten Jahre ein neues Modul *Mathematische Grundlagen* als Pflichtmodul im Curriculum aufgenommen. Dieses Selbststudiumsmodul erstreckt sich über die

ersten beiden Semester. Da dieses tiefere Verständnis der mathematischen Grundlagen und ihrer Interdependenzen, sowie die Fähigkeit mathematische Begriffe und Sachverhalte verständlich in einem Gespräch kommunizieren zu können, unverzichtbar für das weitere Studium ist, ist dieses Modul ebenfalls Bestandteil der GOP, wird zum Ende des zweiten Semesters geprüft und muss erfolgreich bestanden werden.

Als reines Selbststudiumsmodul können sich die Studierenden ihre Arbeitszeit für dieses Modul frei einteilen (s. Modulbeschreibung). Beispielsweise können Sie schon ab Studienbeginn gleichmäßig die wiederholenden und vertiefenden Lerneinheiten mit einplanen oder dies überwiegend oder ausschließlich im zweiten Semester machen. Ein Schwerpunkt des Workloads wird jedoch sicherlich im zweiten Semester liegen. Im ersten Semester ist demnach ein Workload von ca. 1-2 CP und im zweiten Semester ein Workload von ca. 3-4 CP anzusetzen.

Mathematisches Studieren

Parallel zu den Veranstaltungen der *Analysis* und *Linearen Algebra* findet das Modul *Mathematisches Studieren* statt, das als Studienleistung in den Bachelor Mathematik einfließt. Das Ziel dieses Moduls ist es, die Studierenden in Kleingruppen schrittweise und zielgerichtet in die der Mathematik eigenen Arbeits- und Denkweise einzuführen, die für das weitere Mathematikstudium wesentlich ist und eine fachliche Schlüsselqualifikation darstellt. Zudem wird in diesem Modul die Fähigkeit, über Mathematik zu kommunizieren, geschult. Die Studierenden werden so frühzeitig an das selbständige wissenschaftliche Arbeiten herangeführt, etwa durch Recherche nach geeigneter Fachliteratur bei der Vor- oder Nachbereitung der Vorlesungen und Übungen.

Inhaltlich knüpft das Modul *Mathematisches Studieren* dabei an das Erlernte aus den Veranstaltungen der *Analysis* und der *Linearen Algebra* an.

Das Modul selbst besteht im ersten Semester aus einer Kleingruppenübung zum Thema "Mathematik richtig aufschreiben". Ergänzt wird diese Kleingruppenübung durch Angebote, welche die Studierenden nach Bedarf besuchen können. Diese umfassen Fragestunden und Hausaufgabenhilfen, die im ersten Studienjahr angeboten werden. Zudem präsentieren die Studierenden am Ende des ersten Semesters in Workshops ein kleines ausgearbeitetes mathematisches Thema (s.u.)

In der Kleingruppenübung werden individuell oder in kleinen Gruppen unter Anleitung durch die Betreuenden Übungsaufgaben (z.B. Beweise, Bestimmung und Charakterisierung von mathematischen Strukturen, Berechnung von mathematischen Ausdrücken) bearbeitet. Dabei finden Interaktionen mit anderen Studierenden und den Dozierenden zu Inhalt und Präsentation statt. Bei der Bearbeitung der Übungsaufgaben fördert die Gruppenarbeit nicht nur die

Teamfähigkeit, sie schult auch die fachliche Kommunikation und ermöglicht den Studierenden, alternative Lösungsstrategien kennenzulernen.

Leichtere Aufgaben ermöglichen das Einüben von Arbeitstechniken und Standardverfahren, komplexere Aufgaben regen zur intensiven fachlichen Diskussion und detaillierten Auseinandersetzung mit den zu Grunde liegenden mathematischen Inhalten an, fördern das für die Mathematik wichtige abstrakte Denken, stärken das Durchhaltevermögen bei der Lösung komplexer Probleme und die Toleranz gegenüber Fehlschlägen. Der Betreuende vermittelt dabei anhand der interaktiven Besprechung konkreter Aufgaben, wie Beweistechniken (z.B. Induktion, direkter Beweis, Kontraposition und Widerspruchsbeweis) und mathematische Fachsprache (z.B. mathematischen Symbole) korrekt im richtigen Kontext angewendet werden.

Der Lernerfolg der einzelnen Studierenden wird in Form einer Übungsleistung geprüft. Hierfür sind kontinuierlich wöchentlich schriftlich sorgfältig ausgearbeitete Hausaufgaben abzugeben. Dadurch verteilt sich die Prüfungsbelastung durch diese Übungsleistung gleichmäßig über die gesamte Vorlesungszeit der ersten beiden Studiensemester. Die Bewertung dieser Übungsleistung durch das betreuende Lehrpersonal erfolgt dabei nicht nur durch eine schriftliche Korrektur, sondern wird gegebenenfalls auch um mündliche Kommentare ergänzt, sodass der individuelle Lernerfolg beispielsweise bei der Analyse von Fehlern und Schwierigkeiten in der Formulierung unterstützt wird. Durch vielfältige Aufgabenstellungen werden zudem Strategien aufgezeigt, um auch nicht-standardisierte Aufgaben lösen zu können. Dabei werden zentrale Fähigkeiten zum Auseinandersetzen mit mathematischen Inhalten vermittelt und geübt, wie z.B. kritisches Hinterfragen von Beweisen, Nutzung von Fachliteratur und Formalismus in der Mathematik. Auch wenn ein kontinuierliches und gleichmäßiges Üben in den Hausaufgaben wünschenswert ist, haben die Studierenden die Möglichkeit die Anforderungen dieser Übungsleistung auch schwerpunktmäßig in einem der beiden Semester zu erbringen, was eine zusätzliche Flexibilität bei der individuellen Studienplangestaltung ermöglicht (s. Modulbeschreibung).

Zudem lernen die Studierenden in Workshops durch kurze Vorträge frühzeitig, über Mathematik in der richtigen Fachsprache zu kommunizieren. Hierfür ist jeweils ein klar umrissenes mathematisches, fachliches Thema oder Problem (z.B. ein komplexer mathematischer Beweis) in der vorlesungsfreien Zeit nach dem ersten Semester auszuarbeiten und anschließend im Workshop einer fachlichen Öffentlichkeit (d.h. den anderen Workshop-Teilnehmerinnen und Teilnehmern sowie den fachlichen Betreuenden des Workshops) in einer angemessenen Form zu präsentieren. Wichtig ist hierbei, den fachlichen Inhalt und die relevanten Strukturen in der korrekten mathematischen Sprache wiederzugeben. Die Studierenden sammeln so erste Erfahrungen, in einer Gruppe mathematische Inhalte zu diskutieren und mathematische Fragestellungen aus verschiedenen Sichtweisen betrachten. Sie erhalten dabei Feedback zu Inhalt und Präsentation durch die

Betreuenden. Je nach individueller Einteilung der Arbeitszeit in diesem Modul kann der Workload in beiden Semestern jeweils mit ca. 2-4 CP angesetzt werden. Um gut ins Studium zu starten, wird empfohlen mindestens 3 CP, besser 4 CP für das erste Semester einzuplanen.

Diskrete Mathematik

Abgerundet wird das erste Studienjahr mit dem Modul *Diskrete Mathematik* im zweiten Semester, das zwar verpflichtend im Studium zu belegen ist, allerdings nicht Bestandteil der Grundlagen- und Orientierungsprüfungen ist. Dieses Modul soll die Studierenden möglichst früh mit den Grundlagen der diskreten Mathematik vertraut machen. Dieses vergleichsweise junge Teilgebiet der Mathematik beschäftigt sich vorrangig mit endlichen Strukturen, die gerade in Verbindung zur Informatik eine große Rolle spielen. Zentrale Themen sind etwa elementare Zahlentheorie und ihre Anwendungen in der Kryptografie sowie Graphentheorie und ihre Anwendungen bei der Analyse von (sozialen) Netzwerken.

Drittes Semester

Nach erfolgreicher GOP bauen im dritten Semester die Module *Analysis 3*, *Numerik* und *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* (Stochastik) auf dem mathematischen Fundament des ersten Studienjahres auf. Sie dienen der Vermittlung von mathematischem Basiswissen ergänzend zur *Analysis*, zur *Linearen Algebra* und zur *Diskreten Mathematik* und erschließen so die Grundlagen der mathematischen Kerngebiete Numerik und Stochastik.

Die *Analysis 3* baut das Wissen und die Fertigkeiten innerhalb des Kerngebiets Analysis weiter aus. Unter anderem werden Begrifflichkeiten wie „Messen“ oder „Integrieren“ in einen allgemeineren, abstrakteren Kontext gesetzt, die im weiteren Studienverlauf und auch in der *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* benötigt werden.

Die *Numerik* beschäftigt sich mit der Konstruktion und Analyse von Algorithmen für mathematische Probleme. Die Studierenden lernen hier unter anderem, wie sie mit computerunterstützten Methoden Konzepte aus der *Analysis*, *Linearen Algebra* und *Diskreten Mathematik* (z.B. die Bestimmung von Fixpunkten oder die Lösung linearer Gleichungssysteme) effizient in geeigneten Programmen implementieren können. Auch Voraussagen über die Genauigkeit dieser numerischen Lösungen werden getroffen.

Die Stochastik beschäftigt sich mit der Beschreibung und Untersuchung von Zufallsexperimenten sowie vom Zufall beeinflussten zeitlichen Entwicklungen und räumlichen Strukturen. Das einführende Modul *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* im dritten Semester baut dabei nicht nur auf die Kenntnisse und Fähigkeiten des ersten Studienjahres auf, sondern auch auf bereits erlerntes Wissen aus der parallel stattfindenden *Analysis 3*.

Sowohl in der Numerik, als auch in der Stochastik, sowie in weiteren mathematischen Kerngebieten wird immer häufiger der Einsatz von Computern und damit auch algorithmisches Denken erforderlich. Deshalb eignen sich im dritten Semester die Studierenden im Rahmen des Moduls *Einführung in die Programmierung* und in den praktischen Vorlesungsergänzungen der *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* grundlegende Programmierkenntnisse und den sicheren Umgang mit Computeranwendungen für die Bearbeitung mathematischer Fragestellungen an. Zudem setzen sie sich mit der Visualisierung von Ergebnissen und deren Interpretation auseinander. Die Wahl der Programmierumgebungen wird in Abstimmung mit der *Numerik* und der *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* getroffen. Besonderer Fokus wird auf das eigenständige Programmieren gelegt. Hierfür bearbeiten die Studierenden in den Übungsveranstaltungen selbständig oder in Kleingruppen Aufgaben, die jeweils passend zu den Vorlesungsinhalten gestellt wurden, wodurch eine Vertiefung der gelernten Methoden und Konzepte erreicht wird. Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung kennen die Studierenden grundlegende Befehle und Operatoren und sind in der Lage, Programme in geeigneten Umgebungen (z.B. MATLAB oder R) zu verstehen, zu analysieren und einfache Programmieraufgaben selbst zu lösen. Das Modul *Einführung in die Programmierung* geht als Studienleistung in das Studium ein.

6.2 Aufbau und Vertiefung durch Wahlmodule (50 – 59 Credits aus Prüfungsleistungen)

Dieser Block im Studium bezweckt sowohl den weiteren Ausbau der mathematischen Grundlagen, als auch die Möglichkeit der ersten fachlichen Vertiefung. Dabei sollen hier auch die individuellen Vorlieben und Interessen der Studierenden berücksichtigt werden. Vor allem die vielfältigen Wahlmöglichkeiten im dritten Studienjahr aus einem breiten Spektrum der Mathematik tragen dem Rechnung.

Aufbau im vierten Semester (mind. 18 Credits)

Um eine breite mathematische Ausbildung gewährleisten zu können, sollen sich die Studierenden im vierten Semester zwei weitere Kerngebiete erschließen und darin ausreichend Grundlagen aneignen. Sie haben hierbei die Wahl zwischen Algebra und Geometrie (zwei Gebieten der Reinen Mathematik) und dem angewandten Gebiet der Optimierung. Durch diese Wahl können sie erstmals eigene Interessen vertiefen.

Sie können etwa einen größeren Fokus auf die reine Mathematik mit der Wahl der beiden Module *Algebra* und *Geometrie* legen. Ein Grundstock zu diesen Modulen wurde bereits in der Schule und in den ersten beiden Semestern gelegt. Diese Kenntnisse werden nun weiter abstrahiert und um neue Theorien und Kalküle erweitert. In der *Algebra* beschäftigt man sich etwa mit der Theorie der

Gruppen, Ringe und Körper und anderer abstrakter Gebilde. Dabei liegt hier ein besonderes Augenmerk auf der exakten Argumentation in Beweisen und der korrekten Verwendung der modernen algebraischen Sprechweise. Im Modul *Geometrie* lernen die Studierenden, wie sie beispielsweise mit homogenen Koordinaten oder Transformationen geeignet geometrische Berechnungen anstellen können, oder wie sie mit gekrümmten Objekten, wie Kurven (etwa die Kurve, die eine Passstraße in den Bergen beschreibt) oder Flächen (beispielsweise das Zeltdach des Münchner Olympiastadions) in der Ebene und im Raum, umgehen, diese beschreiben und charakteristische Kenngrößen wie Krümmung und Torsion berechnen können.

Die Studierenden haben aber auch die Möglichkeit, ihre Kenntnisse in der angewandten Mathematik zu erweitern, und beziehen das Modul *Einführung in die Optimierung* in ihre Wahl mit ein. In diesem Modul werden die grundlegenden Konzepte und Methoden der beschränkungsfreien Optimierung (ein einfaches Beispiel aus der Schule hierfür ist das Bestimmen von Minima und Maxima einer Funktion über *alle* reellen Zahlen), sowie der Konvexität und der linearen Optimierung (mit linearen Nebenbedingungen) vermittelt. Zur Lösung von Optimierungsproblemen ist auch eine geometrische Anschauung wichtig, sowie die Berücksichtigung von möglichen Einschränkungen. Da es eine Vielzahl von Optimierungsproblemen in der Realität gibt, werden auch anschauliche und praxisnahe Beispiele behandelt und modelliert.

Studierenden wird empfohlen, das verbleibende dieser Kerngebiete im sechsten Semester zu belegen, damit sie auf keine grundlegenden Kenntnisse in einem der Kerngebiete verzichten müssen und so die volle Breite der mathematischen Grundlagen besitzen. Diese Empfehlung ist beispielsweise auch im ersten exemplarischen Studienplan (s. Tabelle 3a auf Seite 26) ersichtlich.

Vertiefung im dritten Studienjahr (mind. 23 Credits)

In den letzten beiden Semestern ist eine fachliche Vertiefung vorgesehen. Hierfür können die Studierenden Module aus den Bereichen Reine Mathematik, Finanz-, Bio-, Wirtschafts- und Technomathematik je nach Interesse wählen, die auf den Grundlagen der ersten vier Semester aufbauen. Infolgedessen kennen und verstehen sie weitergehende Theorien und Methoden in den von ihnen ausgewählten mathematischen Bereichen. Dadurch wird eine individuelle Profilschärfung erreicht, welche sich im Masterstudium fortsetzen kann.

An dieser Stelle möchten wir nur ein paar exemplarische Module aus den einzelnen Bereichen erwähnen. Der tatsächliche Wahlkatalog ist bedeutend umfangreicher; alle Module zu nennen, würde den Rahmen hier sprengen.

Im Bereich Reine Mathematik stehen etwa die *Functional Analysis* (Verknüpfung von Analysis, Topologie und Algebra, Beschäftigung mit speziellen Abbildungen, die z.B. Funktionen auf Zahlen-

werte abbilden), die *Partial Differential Equations* (viele reale Phänomene, z.B. die Wärmeausbreitung in Materialien oder das Strömungsverhalten von Flüssigkeiten und Gasen lassen sich durch partielle Differentialgleichungen beschreiben – Eigenschaften, Lösbarkeit und Lösungseigenschaften werden hier behandelt) oder die *Algebra 2* (u.a. grundlegende Konzepte und Methoden der kommutativen Algebra) zur Wahl.

Für die Finanzmathematik kommen beispielsweise die Module *Probability Theory* (Fortsetzung des Einführungsmoduls, u.a. Beschäftigung mit spezielleren Theorien, wie der Martingaltheorie) oder die *Statistical Computing* (Herleitung und Implementierung statistischer Algorithmen). Aus diesem Bereich können einige Module für die Ausbildung zum Aktuar DAV anerkannt werden. Aktuare sind speziell ausgebildete und geprüfte Personen, die sich mit der Modellierung, Bewertung und Steuerung von Risiken in der Finanz- und Versicherungsbranche befassen.

Ein typisches Modul für den Bereich Wirtschaftsmathematik ist die *Discrete Optimization*, die auf die einführende Veranstaltung *Einführung in die Optimierung* aufbaut. Auf Grundlage der dort erlernten Konzepte und Methoden werden Verfahren zur Modellierung, Analyse und Lösung ganzzahliger Optimierungsprobleme entwickelt und Einsichten in die Geometrie dieser Fragestellungen gewonnen. Inhaltlich beschäftigt sich dieses Modul unter anderem mit ganzzahligen Optimierungsproblemen, die in der Praxis sehr häufig auftreten, beispielsweise in der Personal-Einsatzplanung, in der Personen- und Güterlogistik oder bei der Erstellung von Produktionsplänen.

Und die *Numerics of Differential Equations* ist unter anderem für angehende Technomathematikerinnen und Technomathematiker empfehlenswert. Hier geht es beispielsweise um den Umgang mit Basisalgorithmen zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen, wie Bewegungsgleichungen, sowie deren Implementierung und Abschätzung von Fehlern.

Für die Biomathematik möchten wir das Modul *Mathematical Models in Biology* erwähnen, das ein gutes Beispiel für die Möglichkeit einer disziplinübergreifenden und anwendungsnahen Ausbildung ist. Hier lernen die Studierenden unterschiedliche Modellierungsansätze (stochastisch oder deterministisch, kontinuierlich oder diskret) für biologische Vorgänge (z.B. Kommunikation zwischen Zellen, Populationswachstum, ...) kennen, diese zu bewerten, sie beschäftigen sich mit der Wahl geeigneter Abstraktionslevel (z.B. Betrachtung des Gruppenverhaltens oder des Verhaltens der Individuen) und können dann Modelle für solche biologischen Systeme auf Basis analytischer und stochastischer und diskreter Mathematik aufstellen. Sie sind dadurch in der Lage, situationsbezogen reflektiert richtige Modelle für praxisrelevante biologische Probleme auszuwählen oder vorhandene Modelle hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Plausibilität zu bewerten.

Zudem wird durch spezielle Lehrformate wie z.B. die der mathematischen Fallstudien, in denen theoretisches Fachwissen in Form von kleineren Projekten mit Firmen Anwendung in der Praxis findet, das anwendungsorientierte Profil gestärkt.

Außerdem können Studierende ab dem fünften Semester bereits Module aus den Masterprogrammen belegen und sich die zusätzlichen Leistungen später im Masterstudium anerkennen lassen. Diese Möglichkeit dient vor allem der Förderung exzellenter Studierender und gibt gleichzeitig einen Einblick in die Masterstudiengänge.

6.3 Seminar und Bachelor's Thesis

Ziel des *Seminars* und der *Bachelor's Thesis* (Bachelorarbeit) ist es die fachliche Vertiefung der Studierenden weiter voran zu treiben, sowie die selbständige Bearbeitung wissenschaftlicher Themen. In beiden Modulen beschäftigen sie sich jeweils mit einem individuellen und speziellen mathematischen Thema. Dabei bereiten die Lern- und Qualifikationsziele des *Seminars* und in der Regel auch der fachliche Inhalt die Studierenden optimal auf die *Bachelor's Thesis* vor, die in der Regel der Abschluss des Bachelorstudiums ist.

Seminar (Studienleistung im Umfang von 3 Credits)

Im fünften Semester ist ein *Seminar* vorgesehen. Dieses Modul führt die Studierenden einerseits in ausgewählte Themen tiefergehend ein, andererseits sollen die Studierenden dadurch schrittweise an eine selbstständige Bearbeitung von wissenschaftlichen Themen herangeführt werden, sodass sie nach dem Besuch des *Seminars* in der Lage sind, sich unter Anleitung in ein klar umrissenes, mathematisches Themengebiet einzuarbeiten, mit mathematischen Texten zu arbeiten und hierüber mathematische Vorträge vorzubereiten und zu präsentieren.

Dazu wählen die Studierenden im Laufe der Vorlesungszeit des vorangehenden Semesters aus den jeweiligen Angebot ein Seminar aus, dessen Thema aus einem der mathematischen Kerngebiete und Bereiche stammt und fachlich auf den Grundlagen der ersten vier Semester aufbaut. Bei Seminaren, die im fünften Semester stattfinden, erfolgt diese Wahl also während des vierten Semesters. Im Rahmen einer Vorbesprechung, die in der Regel gegen Ende dieser Vorlesungszeit des vorangehenden Semesters stattfindet, wählt jede und jeder Studierende aus diesem mathematischen Oberthema ein angebotenes, spezielles, klar umrissenes Thema aus und erhält hierfür die zugehörige Fachliteratur.

Da die Präsentationen in der Vorlesungszeit des gewählten Seminars stattfinden (also in der Regel das fünfte Semester), beginnt die Vorbereitung hierauf bereits in der vorausgehenden vorlesungsfreien Zeit. Dazu arbeiten sich die Studierenden intensiv in die Literatur ein und besprechen mit den Betreuern und Dozenten erreichte Zwischenstände und mögliche Probleme die in dieser Phase aufgetreten sind. Gemeinsam mit den Betreuenden und Dozierenden werden dann jeweils weitere Arbeitsschritte für eine zielorientierte Bearbeitung des Themas festgelegt, an dessen

Ende jeweils ein ausgearbeiteter Vortrag (inklusive einem kurzen Handout) steht, dessen Struktur und Inhalt ebenfalls mit den Dozierenden besprochen werden.

Während und nach den 90-minütigen Präsentationen wird anhand von Fragen und Diskussionen mit den anderen teilnehmenden Studierenden und den Lehrenden auf den Inhalt und die Präsentationen eingegangen und so der fachliche, wissenschaftliche Austausch gefördert. Durch die vorangehenden Besprechungen und die Fragen und Diskussionen rund um die Präsentation bekommen dabei die Studierenden direktes Feedback zu ihren fachlichen Leistungen.

Durch das *Seminar* sind die Studierenden optimal (in der Regel auch inhaltlich) auf die Erstellung ihrer Abschlussarbeit, der Bachelor's Thesis, vorbereitet, welche im sechsten Semester geschrieben werden soll.

Bachelor's Thesis (Abschlussarbeit im Umfang von 12 Credits)

Basierend auf dem im Studium erlangten mathematischen Fachwissen und Kompetenzen und auf die im Seminar eingeführte Bearbeitungsweise wissenschaftlicher Themen, weisen die Studierenden mit der *Bachelor's Thesis* (Bachelorarbeit) nach, dass sie in der Lage sind, sich eigenständig in ein mathematisches Themengebiet einzuarbeiten, mit mathematischen Texten eigenständig zu arbeiten, Literatur-Recherchen eigenständig durchzuführen und mathematische Gedankengänge eigenständig zu formulieren. Das versetzt sie in die Lage kreative Lösungsansätze, die dem Stand der Wissenschaft entsprechen, zu realisieren und ein erstes wissenschaftliches Selbstverständnis zu entwickeln.

Dabei stehen in diesem Modul das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten und die schriftliche Ausarbeitung im Fokus. Die Studierenden lernen die wissenschaftliche Arbeitsweise und Arbeitstechniken im Rahmen der Bearbeitung einer vorgegebenen, klar abgesteckten wissenschaftlichen Fragestellung kennen. Dies erfolgt vor allem im Eigenstudium. In Gesprächen mit den Dozentinnen und Dozenten können sie ihre Zwischenstände diskutieren. Sie weisen dabei nach, dass sie die vorgegebene Fragestellung auf Grundlage vorgegebener mathematischer Literatur und anhand des zugrundeliegenden mathematischen Fachwissens lösungsorientiert analysieren und strukturieren können.

Neben der mathematischen Grundausbildung wird in im Bachelorstudiengang Mathematik auch Wert auf eine praktische und fachübergreifende Ausbildung gelegt. Hierzu gehört die Wahl eines Nebenfachs, sowie das Sammeln erster Erfahrung in der Arbeitswelt im Rahmen des

Berufspraktikums, als auch individuell wählbare Module aus dem allgemeinbildenden, überfachlichen Bereich. Auf diese Bestandteile des Studiums wird im weiteren Verlauf eingegangen.

6.4 Nebenfach (18 – 27 Credits aus Prüfungsleistungen)

Die breite mathematische Ausbildung wird ab dem ersten Semester durch die Ausbildung in den Grundlagen eines Nebenfachs erweitert. Dabei haben die Studierenden die Wahl zwischen den Wirtschaftswissenschaften, der Informatik, der Physik, der Elektro- und Informationstechnik oder, mit Antrag, einem naturwissenschaftlichen oder technischen Sondernebenfach (z.B. Chemie oder Ingenieurwissenschaften). Die Entscheidung für eines dieser Fächer treffen die Studierenden während des ersten Studienjahres.

Durch das Nebenfach bekommen Mathematik-Studierende einen Einblick in die entsprechende Fachdisziplin und lernen so auch deren fachspezifische Arbeitsweise und Sprache kennen. Dies ist im späteren Berufsleben für den fachlichen Diskurs und die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Vorteil. Außerdem werden in den zur Wahl stehenden Disziplinen mathematische Methoden und Konzepte angewandt, um lösungsorientiert Probleme im jeweiligen Fachbereich angehen zu können. Dadurch bekommen die Studierenden ein tieferes Verständnis für die interdisziplinäre Bedeutung dieser Methoden und Konzepte, und sie sind dann in der Lage, eine fachübergreifende Sicht einnehmen zu können und mit Fachvertretern dieser Disziplin sowohl zu kommunizieren, als auch mathematische Sachverhalte fachlich fundiert formuliert und begründet mit ihnen zu erörtern. Dadurch können sie kooperativ Aufgaben verantwortungsvoll lösen. Zudem ermöglicht die Wahl eines Nebenfachs den Studierenden auch ihren individuellen Interessen und Neigungen im Anwendungsbereich nachzugehen und so ihr Profil, etwa durch die Wahl spezieller, ergänzender Module in diesem Bereich, zu schärfen.

Pflichtmodule im Nebenfach

Bei der Wahl des Nebenfachs Elektrotechnik und Informationstechnik sind neben Wahlmodulen auch Pflichtmodule zu belegen. Die Kenntnisse und Kompetenzen aus diesen Modulen sind für das jeweilige Nebenfach essenziell, sodass die Belegung dieser Module sichergestellt werden muss.

Im Nebenfach Elektrotechnik und Informationstechnik handelt es sich bei den Pflichtmodulen um die *Messsystem- und Sensortechnik für Mathematiker*, die *Grundlagen der Informationstechnik* und um die *Ingenieurspraxis für Mathematiker*. Wie der Name schon verrät, ist das erste dieser Module speziell auf die Bedürfnisse der Mathematikstudierenden ausgelegt, auch das zweite Modul richtet sich speziell an Nebenfachstudierende. Den Studierenden wird dadurch ermöglicht, mit wenigen Modulen und in sehr kompakter Form die wesentlichen Grundlagen in den Themenbereichen der Informationstechnik und der Messtechnik, zweier Kerngebiete der Ingenieursdisziplin Elektro- und

Informationstechnik, zu erlernen und grundlegende Aufgaben in diesen Bereichen zu bewältigen. Neben diesem essenziellen Basiswissen ist der direkte Bezug zur Praxis wesentlicher Bestandteil einer Ingenieurausbildung und somit auch für die Nebenfachausbildung im Ingenieursbereich. Im Modul *Ingenieurspraxis für Mathematiker* lernen sie, in einer Ingenieursumgebung zu diskutieren und ingenieurähnlichen Tätigkeiten nachzugehen. Bei diesen Tätigkeiten gibt es häufig mathematische Berührungs- und Anwendungspunkte. Daher ist eine Kombination mit dem mathematischen *Berufspraktikum* häufig möglich und zu empfehlen. Dieses kombinierte, verlängerte Praktikum besitzt einen stark interdisziplinären Charakter, wodurch die Studierenden einen intensiven Einblick in die Arbeitswelt an der Schnittstelle Ingenieurwesen-Mathematik erhalten und mit Aufgaben betraut werden, deren Lösung sowohl ihre mathematischen Fähigkeiten als auch die Kenntnisse und Fähigkeiten erfordern, die sie in den Elektro- und Informationstechnikmodulen erworben haben.

6.5 Praktische Erfahrung (Studienleistung im Umfang von 6 Credits)

Ziel ist es, mit dem Bachelor Mathematikstudium auch einen vollwertigen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss zu bieten. Wesentlicher Bestandteil einer anwendungsorientierten Ausbildung ist das verpflichtende Modul *Berufspraktikum*, bei dem die Studierenden das erlernte Fachwissen auf überschaubare reale Aufgaben und Probleme anwenden und ein eigenes berufliches Selbstbild entwickeln.

Die berufspraktische Tätigkeit selbst sollte in der vorlesungsfreien Zeit im Anschluss an das vierte Semester in einem Unternehmen oder einer angewandten Forschungseinrichtung durchgeführt werden und einem Beschäftigungsverhältnis von mindestens vier Wochen in Vollzeit entsprechen. Nach dem vierten Semester verfügen die Studierenden zum einen über ausreichend breite und grundlegende akademische Kenntnisse und Fähigkeiten in der Mathematik und im gewählten Nebenfach, um diese im Arbeitsalltag praktisch umsetzen zu können, sowie über einen genügend großen Zeitraum außerhalb der Prüfungsphase, um dieser Beschäftigung nachkommen zu können. In Ausnahmefällen ist auch eine Tätigkeit zu einem früheren Zeitpunkt möglich; auch eine äquivalente längere Beschäftigung in Teilzeit während der Vorlesungszeit ist möglich.

Die im Rahmen des Berufspraktikums ausgeübten Tätigkeiten sollen in den Betriebsablauf eingebunden sein und können inhaltlich je nach gewähltem Unternehmen bzw. angewandter Forschungseinrichtung und Branche stark variieren. Sie müssen/sollen einen inhaltlichen Bezug zum Mathematikstudium mit konkretem Anwendungsbezug (beispielsweise der Optimierung von asphärischen Linsen, Berechnung von Rückstellungen für Versicherungen, Erstellung eines

statistischen Reifenmodells, ...) aufweisen, sodass die Studierenden praktische Arbeitserfahrung als angehende Mathematikerinnen und Mathematiker sammeln können. Denkbar sind insbesondere Anwendungen aus den Bereichen Numerik, Stochastik, Optimierung, Geometrie, Computeralgebra oder in verwandten Gebieten, sowie Tätigkeiten im Bereich der Unternehmensberatung, die auf die fachspezifischen, analytischen Fähigkeiten von Mathematikern aufbauen.

In der Regel wird im Praktikum eine selbständige und verantwortungsbewusste Arbeitsweise gefordert. Dabei übernehmen die Studierenden häufig kleine Projekte, deren Ergebnisse zur Lösung komplexer Probleme im Team beitragen. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, müssen sie lösungsorientiert und zielstrebig Probleme angehen und sich teils in neue Konzepte und Methoden einlesen und diese anwenden. Hilfestellungen erhalten sie in der Regel durch die Betreuer und das Team. Dafür müssen sie in der Lage sein, den jeweiligen Sachverhalt adäquat sowohl gegenüber Fachvertretern als auch Fachfremden zu kommunizieren, und lernen, mit Kritik und Resonanz auf ihre Leistung umzugehen, sowie bei möglichen Fehlschlägen gezielt Ursachenforschung zu betreiben. Dadurch werden ihre Kompetenzen im Bereich Kommunikation, Team- und Projektarbeit und auch professionellem Zeitmanagement gefördert.

Nach dem Praktikum reflektieren die Studierenden über die ausgeübten Tätigkeiten und die gemachten Erfahrungen im Rahmen eines schriftlichen Berichts. Dieser legt den Inhalt des Praktikums und den Bezug zum Studium ausführlich dar. Er wird in der Regel denjenigen Studierenden, die aktuell auf der Suche nach einer Praktikumsstelle sind, zur Verfügung gestellt und soll eine Orientierungshilfe bieten.

Um eigenständig eine auf die persönlichen Fähigkeiten, Neigungen und Interessen zugeschnittene angemessene Stelle zu finden, müssen sich die Studierenden selbständig einen Überblick über das vielfältige Tätigkeitsspektrum von Mathematikerinnen und Mathematikern in den unterschiedlichen Branchen und Betrieben verschaffen und sich dann auf entsprechende Stellen bewerben. Die Erfahrungsberichte sind dabei ein wichtiger Anhaltspunkt um sich gezielt über Praktika- und Karrieremöglichkeiten von Mathematikern in Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu informieren.

Das Berufspraktikum gewährt den Studierenden nicht nur erste Einblicke in das Berufsleben von Mathematikerinnen und Mathematikern, sondern sie können auch die gemachten Erfahrungen bei der Entscheidung für ihre Vertiefung und Spezialisierung (z.B. bei einem anschließenden Masterstudium) einsetzen.

Alternativ zum Modul *Berufspraktikum* kann in Einzelfällen (z.B. wenn ein Studierender sich nachweislich vergeblich um einen Praktikumsplatz bemüht hat) das Modul *Projekt mit Kolloquium* belegt werden. Hier haben die Studierenden die Möglichkeit im Rahmen einer Art Forschungspraktikum in einem mathematischen Themengebiet in die Forschung einzutauchen. Zu Beginn des

Projekts erhalten hierfür die Studierenden noch etwas Hilfestellung, sollen aber dann weitestgehend selbständig in diesem Projekt arbeiten. Das beinhaltet unter anderem die Einarbeitung in mathematische Themengebiete, das Arbeiten mit mathematischen Texten, Literatur-Recherche und die Verschriftlichung von mathematischen Gedankengängen. Letzteres ist insbesondere für den zu verfassenden Abschlussbericht wesentlich. Im Kolloquium wird dieser dann vorgestellt und die Ergebnisse diskutiert.

Im Sinne einer berufsqualifizierenden Ausbildung empfiehlt das Department Mathematik dennoch nachdrücklich eine berufspraktische Tätigkeit in einem Unternehmen.

6.6 Überfachliche Grundlagen (Studienleistungen im Umfang von 4 Credits)

Im Curriculum sind über die fachlichen Fertigkeiten und Kompetenzen hinaus mindestens 4 Credits aus allgemeinbildenden Fächern des Blocks „Überfachliche Grundlagen“ vorgesehen. Hier können die Studierenden interessengeleitet aus einem großen Angebot an Soft Skills-Lehrveranstaltungen der Technischen Universität München wählen, um ihr Profil abzurunden und somit ihre vorwiegend naturwissenschaftlichen Kernkompetenzen um fachübergreifende Schlüsselkompetenzen zum Zwecke der weiteren Persönlichkeitsentwicklung zu ergänzen, die für den Erfolg im Studium und insbesondere für die späteren Berufstätigkeiten förderlich sind. Beispielsweise können Module aus den Bereichen Präsentationstraining, Konfliktmanagement, wissenschaftliches Schreiben, Ethik oder Politik und Technik, oder bestimmte Problemlösestrategien belegt werden, aber auch Sprachkurse, die auf einen möglichen Auslandsaufenthalt vorbereiten. Die meist kleinen Module (in der Regel zwischen 1 und 4 Credits) werden häufig in Blockveranstaltungen angeboten und können individuell passend im Studienplan integriert werden.

6.7 Module / Veranstaltungen zur Förderung des gesellschaftlichen / kritischen Verantwortungsbewusstseins

In mathematischen Arbeitsbereichen, wie der Datenanalyse, sollte Ethik und kritisches Verantwortungsbewusstsein berücksichtigt werden und auch Themen wie Nachhaltigkeit und Gesellschaftsrelevanz werden für Mathematik Studierende immer wichtiger.

Das Bachelor Mathematik Studium hat zwar als überwiegendes Ausbildungsziel eine fundierte mathematische Grundausbildung, allerdings können auch in diesem Studium Module und Veranstaltungen belegt werden, die diese Themen abdecken.

Speziell im Bereich der Überfachlichen Grundlagen gibt es eine große Bandbreite an Modulen, die je nach individuellen Vorlieben belegt und auch ins Studium eingebracht werden können. Exemplarisch seien hier zu erwähnen Vortragsreihen wie *Perspektiven der Technikfolgenabschätzung*, *Strategien für die Zukunft* oder die *Ringvorlesung Umwelt: Politik und Gesellschaft*, Vorlesungen wie *Technik, Wirtschaft und Gesellschaft*, *Digital Sustainability Transformation of, by and for the TUM* oder *Unternehmensethik* oder Seminare wie *Datenpolitik. Datenrecht. Datenethik.*, *Philosophie in der Mensch-Maschine-Beziehung* oder *Ethics in Technology*.

Zudem können sich Studierende in individuellen Berufspraktika oder in einzelnen Projekten im Rahmen von Fallstudien mit diesen Themen auseinandersetzen.

6.8 Mobilität

Dem Department Mathematik ist es ein besonderes Anliegen, den Studierenden einen freiwilligen Auslandsaufenthalt im dritten Studienjahr zu ermöglichen. Deshalb sind die dafür notwendigen Freiräume zur fachlichen Vertiefung und die spätere Anerkennung der im Ausland erbrachten Leistungen im Studiengangskonzept verankert. Zudem berät und unterstützt die Mathematik die Studierenden intensiv bei der Bewerbung und Durchführung ihres Auslandsaufenthalts. Durch die vielen engen universitären Kooperationen weltweit steht den Studierenden eine große Auswahl an Austauschplätzen zur Verfügung, die sie neben dem Studium auch zum Sammeln interkultureller Erfahrungen und zum Aufbau eines individuellen Netzwerks nutzen können. Außerdem trägt der Auslandsaufenthalt zur Verfeinerung ihrer sozialen und personalen Kompetenzen bei. Diese Möglichkeit wird von einem großen Teil der Mathematik Studierenden wahrgenommen. Die Zahlen in Abbildung 2 und Abbildung 3 auf Seite 24 belegen dies eindrucksvoll.

6.9 Begründung kleiner Module im Studienplan

In Bezug auf die Studierbarkeit und um eine adäquate und belastungsangemessene Prüfungsdichte zu gewährleisten, werden überwiegend Module mit mindestens 5 Credits angeboten. Einige wenige Module (siehe Teil B) mit einem Umfang von weniger als 5 Credits sind im Studium vorgesehen, wenn es hinsichtlich der zu vermittelnden Kompetenzen (wie Grundlagen der Programmierung) sinnvoll erscheint und kein größerer Workload notwendig ist. Dabei wurde darauf geachtet, dass sowohl die für das Modul vorgesehene Creditzahl dem tatsächlichen Arbeitsaufwand entspricht, als auch die Anzahl der Prüfungen je Semester trotzdem zumutbar bleibt.

6.10 Exemplarische Stundenpläne

Basierend auf dem exemplarischen Studienplan in Tabellen 3a, Seite 26 erläutern die Stundenpläne (siehe Teil B) exemplarisch, wie sich der wöchentliche Aufbau des Studiums je Semester gestalten könnte. Diese Beispiele gehen, wie auch schon der exemplarische Studienplan in Tabellen 3a, Seite 26, von einem Beginn im Wintersemester aus.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Organisatorisch ist der Studiengang an der TUM School of Computation, Information and Technology und im Professional Profile Mathematik verortet.

Für administrative Aspekte der Studienorganisation sind teils die zentralen Arbeitsbereiche des TUM Center for Study and Teaching (TUM CST), teils Einrichtungen der School zuständig (s. folgende Übersicht):

- Allgemeine Studienberatung:
 - zentral:
 - Studienberatung und -information (TUM CST)
 - E-Mailadresse: studium@tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
 - bietet Informationen und Beratung für:
 - Studieninteressierte und Studierende
 - (über Hotline/Service Desk)

- Fachstudienberatung:
 - TUM School of Computation, Information and Technology
 - Für Studieninteressierte:
 - Dr. Carl-Friedrich Kreiner, bsc-app@ma.tum.de
 - Für Studierende:
 - Dr. Kathrin Ruf, bachelor@ma.tum.de

- Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:
 - zentral: TUM Global & Alumni Office
 - internationalcenter@tum.de

 - dezentral:
 - Julia Cyllok
 - E-Mailadresse: cyllok@ma.tum.de
 - Telefonnummer: + 49 (0)89 289 17596
 - Carola Jumpertz
 - E-Mailadresse: jumpertz@ma.tum.de
 - Telefonnummer: + 49 (0)89 289 17552

- Frauenbeauftragte:
 - Talent Management & Diversity (CIT)
 - Prof. Dr. Felix Kraemer (Vorsitz)
 - E-Mailadresse: Felix.Kraemer@ma.tum.de
 - Telefonnummer: +49 (0)89 289 17461

- Beratung barrierefreies Studium: zentral: Servicestelle für behinderte und chronisch kranke Studierende und Studieninteressierte (TUM CST)
E-Mailadresse: Handicap@zv.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22737

dezentral: Dr. Kathrin Ruf
E-Mailadresse: ruf@tum.de
- Bewerbung und Immatrikulation: zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
E-Mailadresse: studium@tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
Bewerbung, Immatrikulation, Student Card, Beurlaubung, Rückmeldung, Exmatrikulation
- Studienorientierungsverfahren: zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)

dezentral: TUM School of Computation, Information and Technology
Dr. Carl-Friedrich Kreiner
E-Mailadresse: bsc-app@ma.tum.de
- Beiträge und Stipendien: zentral: Beiträge und Stipendien (TUM CST)
E-Mailadresse: beitragsmanagement@zv.tum.de
Stipendien und Semesterbeiträge
- Zentrale Prüfungsangelegenheiten: zentral: Zentrale Prüfungsangelegenheiten (TUM CST), Campus Garching
Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide, Studienabschlussbescheinigungen
- Dezentrale Prüfungsverwaltung: Silke Brandenburg
E-Mailadresse: bachelor@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 17588
- Prüfungsausschuss: Prof. Dr. Johannes Müller (Vorsitzender)
Dr. Kathrin Ruf (Schriftführerin)

- Qualitätsmanagement Studium und Lehre:

zentral: Studium und Lehre -

Qualitätsmanagement (TUM CST)

www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/

dezentral:

Vice Dean of Study and Teaching

Prof. Dr. Oliver Hayden

QM-Beauftragte, Evaluationsbeauftragte

Dipl.-Math. Angela Puchert

E-Mailadresse: puchert@ma.tum.de

Telefonnummer: +49 (0)89 289 17046

Koordinatorin Modulmanagement

Jana Graul

E-Mailadresse: module@ma.tum.de

8 Entwicklungen im Studiengang

Der Studiengang Bachelor Mathematik startete zum Wintersemester 2007/2008. Bis 2018 gab es keine wesentlichen Änderungen am Aufbau des Studiengangs. Kleinere Änderungen ergaben sich jedoch durch die fortlaufende Überprüfung der Studierbarkeit und des Studienerfolges.

So wurde erstmals 2009 der Workload der Studierenden anhand von Befragungen überprüft und in diesem Zusammenhang sind die Credits einzelner Module angepasst worden, um so die tatsächliche Arbeitsbelastung für die Studierenden auch korrekt abzubilden. Dies wurde von den Studierenden positiv aufgenommen. Daher wird bei der Neugestaltung von Modulen auch weiterhin darauf geachtet den Workload präzise anzusetzen.

Nachdem in den Folgejahren die Professorenschaft des Departments bei der Erstellung der Bachelorarbeit Schwächen im übergreifenden Grundlagenwissen (bezogen auf mathematische Kerngebiete), und dem eigenständigen mathematischen Arbeiten sowie der eigenständigen Arbeit mit Lehrbüchern und Fachliteratur feststellten, wurde 2013 eine verpflichtende, mündliche Prüfung *Mathematische Grundlagen* eingeführt. Ziel dieser ist es, dass die Studierenden im Anschluss über einen vertieften und verbreiterten Überblick über die Grundlagen der *Analysis* sowie der *Linearen Algebra und Diskreten Strukturen* verfügen, und sie auch in der Lage sind, Interferenzen zwischen Gebieten der Linearen Algebra und Diskreten Strukturen sowie der Analysis zu erkennen (vgl. Kapitel 6.1, Abschnitt Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP), Seite 29). Die Prüfungen werden von der gesamten Professorenschaft des Departments Mathematik abgenommen. Insbesondere können durch diese Prüfung Wissenslücken bei den Studierenden zeitnah identifiziert und geeignete Maßnahmen ergriffen werden können.

2014 wurde auf die anhaltend fallenden Bewerber- und Studienanfängerzahlen (siehe Kapitel 3.3, Seite 12) reagiert. Zu einigen Marketingmaßnahmen, wie zum Beispiel der Teilnahme an Studieninformations-Messen (Einstieg München und Köln, sowie diverse Informationsmessen von Schulen und Schulverbänden), wurde in der FPSO das Eignungsfeststellungsverfahren überarbeitet. Das Verfahren ist dahingehend vereinfacht worden, dass von den Studienbewerberinnen und Studienbewerbern kein Motivationsschreiben und kein mathematisches Essay mehr verlangt wurde. Daraufhin konnte ein deutlicher Anstieg der Bewerber- und Immatrikulationszahlen festgestellt werden (siehe Tabelle 1 in Kapitel 3.3 auf Seite 14). Es hat sich allerdings gezeigt, dass sich vor dieser Änderung die Studienbewerberinnen und Studienbewerber durch das Verfassen des Motivationsschreibens und des Essays intensiver mit ihrer Studienwahl auseinandergesetzt haben, vor allem auch mit den fachspezifischen Voraussetzungen und mit den Anforderungen, die sie in einem mathematischen Studium erwarten.

Daher stellen das Motivationsschreiben und der Essay im verpflichtenden Studienorientierungsverfahren seit 2018 neben der Abiturnote und einem Orientierungsgespräch wieder eine wichtige Basis zur Einschätzung der fachspezifischen Voraussetzungen der Studienbewerberinnen und Studienbewerber dar, da sie entscheidende Anhaltspunkte liefern, um den Studienbewerberinnen und Studienbewerbern eine realistische und fundierte Empfehlung hinsichtlich eines mathematischen Studiums geben zu können.

Außerdem haben sich im Zuge der Lehrplanumstellungen in der gymnasialen Ausbildung, insbesondere durch den Wegfall der Leistungskurse und des verkürzten Gymnasiums, geänderte Rahmenbedingungen hinsichtlich der Vorbildung der Studienanfängerinnen und Studienanfänger und den damit einhergehenden Schwierigkeiten in der Studieneingangsphase ergeben. Dies bestätigte auch eine Studierendenbefragung im Jahr 2014. Daraufhin wurden 2014 die Module in der Studieneingangsphase hinsichtlich der Voraussetzungen, Inhalte, Lernziele und Lehrformen überprüft und angepasst.²⁸ Die hier angestoßenen Reformen fließen auch in die neuesten Änderungen im Bachelorstudiengang weiter mit ein.

Bei der Überarbeitung der Lehrstrategie im Jahr 2017 als Y-Modell standen die aktuellen Rahmenbedingungen im Fokus: In der Forschung nehmen immer mehr interdisziplinäre und anwendungsnahe Richtungen (z.B. Data Science) Raum ein, zugleich sind die Ansprüche des Arbeitsmarktes unterschiedlich. Zum einen werden für bestimmte Anwendungsbereiche spezialisierte, interdisziplinär ausgebildete Mathematiker gesucht, z.B. für die Versicherungs- und Wirtschaftsbranche. Zum anderen gibt es aber weiterhin einen Bedarf an breit ausgebildeten Absolventinnen und Absolventen (etwa seitens des Mittelstands), die solide Kenntnisse in mehreren mathematischen Gebieten vorweisen können, so auch in den angewandten Gebieten wie der Stochastik, Numerik und Optimierung. Aus diesem Grund wurde das Modulkonzept angepasst. Die bisherigen verpflichtenden angewandten Module Numerische Lineare Algebra und Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie wurden zu den Modulen *Numerik* und *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* umstrukturiert und inhaltlich erweitert und ein weiteres Grundlagenmodul *Analysis 3* eingeführt. Darüber hinaus ergaben Studiengangsbefragungen sowie eine Evaluation der belegten und geprüften Credits je Semester eine Überfrachtung des dritten und vierten Semesters. Die Studierenden hatten Probleme, eine geeignete Anzahl an Wahlfächern auszusuchen und belegten dann deutlich mehr Module als im Studienplan vorgesehen sind. Hierfür wurde das vierte Semester in der Wahl eingeschränkt und auf wenige Aufbaufächer eingeschränkt. Der erste Jahrgang dieses überarbeiteten Bachelors startet zum Wintersemester 2019/2020.

²⁸ Vgl. Artikel in TUMCampus 2/2014, S. 27 (<https://www.tum.de/die-tum/magazine/tumcampus/archiv/>)

Die einzige wesentliche Änderung seit 2007 betrifft die oben schon angesprochene Einführung einer Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) am Ende des zweiten Semesters, die für Bachelorstudierende ab einem Studienstart zum Wintersemester 2019/2020 gültig ist. Durch sie wird gewährleistet, dass die Studierenden über ausreichende mathematische Grundlagen und Kenntnisse über deren Interdependenzen verfügen, auf die das weitere Studium aufbaut (siehe Kapitel 6.1, Abschnitt Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP), Seite 29).

Basierend auf den Erfahrungen seit 2019 wurde im Rahmen einer Kommission, bei der auch Studierendenvertreter beteiligt waren, die aktuelle Struktur des Studiengangs überprüft und mit Start zum Wintersemester 2023/2024 wie folgt angepasst:

Beim Modul *Lineare Algebra 2 und Diskrete Strukturen* hat sich erwiesen, dass sich die Lernergebnisse aus den an sich eigenständigen Teilbereichen der Linearen Algebra und der Diskreten Mathematik nicht optimal zu übergeordneten Lernergebnissen kombinieren lassen. Da die Studierenden möglichst früh mit den Grundlagen der Diskreten Mathematik vertraut gemacht werden sollen ist eine Verortung im ersten Studienjahr erforderlich. Auf Grund der thematischen Eigenständigkeit dieses Gebiets scheint eine Kombination mit einem anderen, größeren Modul und dessen Lernergebnissen wenig sinnvoll. Als Konsequenz wurde das Modul in zwei kleinere Module aufgeteilt: *Lineare Algebra 2* und *Diskrete Mathematik*. Beide Module sind weiterhin Pflichtmodule des zweiten Semesters, allerdings ist künftig nur noch die *Lineare Algebra 2* Bestandteil der Grundlagen- und Orientierungsprüfungen.

Um eine Überbelastung der Studierenden zu vermeiden wurden diese in Studiengangsbefragungen auch nach einer Diskrepanz von tatsächlichem Workload und für die Module vorgesehenen Credits befragt. Bei den Modulen der ersten drei Fachsemester wurden zudem die Angaben der Studierenden aus den Lehrevaluationen, in denen die Studierenden auch nach der wöchentlichen Arbeitsbelastung im jeweiligen Modul gefragt wurden, ausgewertet und mit den Angaben der Studierendenbefragung verglichen. Als Ergebnis wurden in der Kommission vor allem Module des dritten Semesters und der Modulkatalog des Nebenfachs Informatik näher betrachtet und überarbeitet.

Da in den ersten zwei Jahren des Bachelors überwiegend die Grundlagen der Mathematik vermittelt werden, die als Basis für eine vertiefende Ausrichtung und ggf. eines Masterstudiums notwendig sind, ist nach den Ergebnissen der Studierendenbefragungen für Studierende in dieser Studiumsphase die Berufsfeldrelevanz noch wenig erkennbar. Um die Sichtbarkeit der Berufsfeldrelevanz zu erhöhen wurde im Wintersemester 2021/2022 in Moodle ein Career-Forum eingerichtet, bei dem neben der Ankündigung von Veranstaltungen wie Meet My Company oder Fit for TUMorrow auch der Karriere-Newsletter der TUM allen interessierten Studierenden verschickt wird. Zudem werden einschlägige Dozentinnen und Dozenten gebeten, in ihren Vorlesungen und Übungen stärker auf die Erkennbarkeit der Berufsrelevanz stärker zu achten.