



Studiengangsdokumentation

Bachelorstudiengang Mathematik

Fakultät für Mathematik,
Technische Universität München

Bezeichnung	Mathematik
Organisatorische Zuordnung	Fakultät für Mathematik
Abschluss	Bachelor of Science (B.Sc.)
Regelstudienzeit & Credits	6 Semester & 180 ECTS-Credits
Studienform	Vollzeit
Zulassung	Studienorientierungsverfahren (SOV)
Starttermin	WS 2007/08
Sprache	Deutsch
Studiengangsverantwortliche/r	Studiendekan
Ggf. ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	
Ansprechperson bei Rückfragen	Dr. Kathrin Ruf Tel.: +49 89 289 17726 E-Mail: bachelor@ma.tum.de
Stand, vom	27. November 2018
Der/Die Studiendekan/in	

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	3
1.1	Zweck des Studiengangs.....	3
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	4
2	Qualifikationsprofil.....	6
3	Zielgruppen	8
3.1	Adressatenkreis	8
3.2	Vorkenntnisse der Studienbewerber	8
3.3	Zielzahlen	9
4	Bedarfsanalyse	11
5	Wettbewerbsanalyse	13
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	13
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse	16
6	Aufbau des Studiengangs	17
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	29
8	Ressourcen	34
8.1	Personelle Ressourcen	34
8.2	Sachausstattung und Räume	34
9	Entwicklungen im Studiengang	35
10	Anhang der Studiengangsdokumentation	37

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Mathematik ist längst nicht mehr nur eine traditionsreiche Grundlagenwissenschaft. Sie ist die Triebfeder hinter vielen Innovationen in allen Bereichen unseres modernen Lebens – von den Natur- und Ingenieurwissenschaften bis zur Medizin, Wirtschaft und digitaler Technologie. Der Bedarf an umfassend ausgebildeten Mathematikerinnen und Mathematikern ist aufgrund der zunehmenden Mathematisierung des Alltags groß¹: Gefordert sind fortgeschrittene abstrakt-logische und kreative Fähigkeiten, um die komplexen Fragestellungen der realen Welt mithilfe mathematischer Modelle zu lösen, beispielsweise für die Erkennung von sich bewegenden Objekten in Filmen, der Analyse und Optimierung von Prozessabläufen oder die Modellierung und Simulation der Bewegungen bei Massenpanik oder Evakuierungen, oder zur Erstellung von Prognosen künftiger Entwicklungen in der Finanz- und Versicherungswirtschaft. Weitere aktuelle Herausforderungen im Bereich der Forschung und Industrie sind zum Beispiel die Analyse großer Datenmengen, Optimierung von Prozessabläufen, Beschreibung und Umgang mit der Dynamik in Stromnetzen, die Pfadplanung und Hindernisvermeidung im Bereich Autonomes Fahren 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 Kerngebieten der Analysis, Algebra, Geometrie, Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, Numerische Mathematik und Optimierung, aufzubauen. Dabei zielt das Studium von Beginn an auf die Förderung von fachspezifischen Schlüsselqualifikationen, wie Abstraktionsvermögen, strukturiertes und logisches Denken und Kreativität bei der Problemlösung. Darüber hinaus soll der Bachelorstudiengang Mathematik den Studierenden die Möglichkeit bieten ihren Neigungen entsprechend einen ersten Fokus auf Reine oder Angewandte Mathematik legen zu können. Des Weiteren sollen sie auch die Möglichkeit haben, das gesamte Spektrum moderner Angewandter Mathematik kennenlernen zu können. 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, Chemie, Wirtschaftswissenschaften) 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. Über 90 Prozent der Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs wechseln in ein anschließendes Masterstudium an der Fakultät für Mathematik.

Um den Anforderungen der Gesellschaft und des Arbeitsmarktes gerecht zu werden, zielt der Bachelorstudiengang auf die Ausbildung erster berufsfeldbezogener, praktischer Erfahrungen

¹ Nach FAZ-Artikel vom 23.03.2017 (geprüft 11.09.2018) „Keine Angst vor Mathe!“ (<http://www.faz.net/-gyq-8uyv>) herrscht unter Mathematikern Vollbeschäftigung: „Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung schätzt, dass lediglich 0,8 Prozent aller erwerbsfähigen Absolventen mit dem Hauptfach Mathematik arbeitslos sind.“

durch ein Berufspraktikum, sowie persönlicher, sozialer und methodischer Kompetenzen („Soft Skills“) ab. Hierfür stehen die Angebote des Sprachenzentrums der TUM, der UnternehmerTUM, der Carl von Linde-Akademie und des Leibniz-Rechenzentrums 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

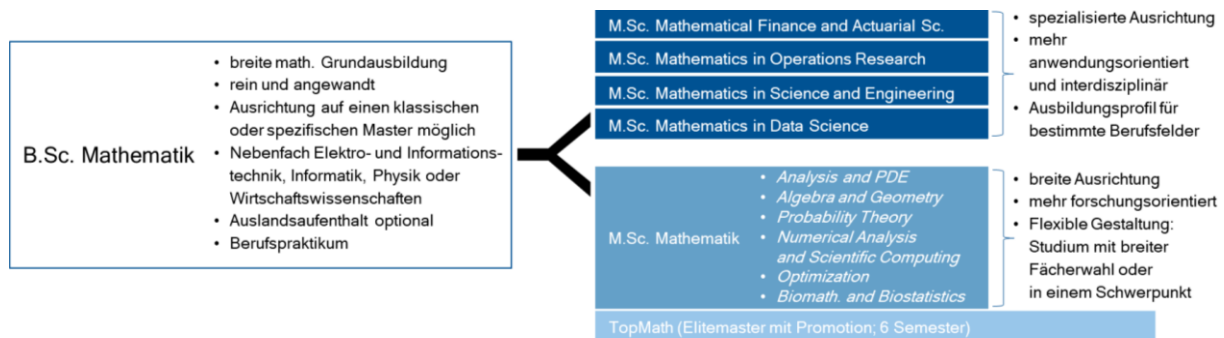
Die Technische Universität München versteht sich in ihrem Leitbild als Dienerin der Innovationsgesellschaft, die sich dem Innovationsfortschritt auf Wissenschaftsgebieten verpflichtet. Entsprechend diesem Leitbild hat sich die Fakultät für Mathematik dazu verpflichtet, ihren Studierenden eine exzellente, forschungsnahe Ausbildung in der Mathematik zu bieten und gleichzeitig Brücken zwischen theoretischem Verständnis und praktischen Anwendungen zu schlagen. Es sollen sowohl die Sicherstellung der höchsten Qualität einer wissenschaftsgetriebenen Ausbildung als auch die Befähigung, theoretisch komplexe Konzepte angemessen auf Realweltprobleme anzuwenden, im Fokus stehen.

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

Das Y-Modell der Fakultät für Mathematik

Die Fakultät für Mathematik verfolgt mit ihrer Lehrstrategie ein Y-Modell (vgl. Abbildung 1), in dem der Bachelorstudiengang Mathematik als Fundament des „klassischen Mathematikstudiums“ (mit einem anschließenden mathematischen Masterstudium zur Vertiefung und Spezialisierung) einen wesentlichen und somit festen Platz einnimmt.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Lehrstrategie der Fakultät für 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 stärker angewandtem Profil folgt. Um das zu gewährleisten, ist die mathematische Ausbildung im Bachelor fachlich sehr breit ausgerichtet und vermittelt wesentliche Grundlagen sowohl aus Kerngebieten der Reinen Mathematik als 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 Schwer-

punkt entscheiden und diesen (ohne notwendige fachliche „Breitenabdeckung“) vertieft studieren. Im Vergleich zu den spezialisierten Masterstudiengängen liegt im Master Mathematik ein stärkerer Fokus auf der Forschungsbefähigung.

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

Für herausragende Studierende bietet die Fakultät mit dem TopMath-Programm darüber hinaus ein Elitestudienprogramm im Elitenetzwerk Bayern an, das nach dem Abschluss des Bachelorstudiums direkt zur Promotion im Fach Mathematik führt².

Internationale Vernetzung

Sowohl die TUM als auch die Fakultät für Mathematik 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 Netzwerkbildung werden im Bachelor Mathematik somit auch Weltoffenheit und kulturelle Toleranz gefördert und der Dialog zwischen jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vorangetrieben.

² TopMath-Studierende forschen unter Anleitung international renommierter Professorinnen und Professoren verschiedener Forschungsrichtungen in der Reinen und Angewandten Mathematik sowie in verwandten Bereichen der Informatik.

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) und 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 kennengelernt, Fachwissen aus anderen Disziplinen (z.B. Informatik) lösungsorientiert und sinnvoll bei der Bearbeitung einzusetzen. Den Wahrheitsgehalt von Aussagen, Schemata, Simulationen und 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 Fachvertretern und Fachvertreterinnen 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.

Erste praktische Arbeitserfahrungen und Einblicke in die Abläufe in Unternehmen haben die Absolventinnen und Absolventen durch das Berufspraktikum erlangt. Sie können 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 11).

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 erfordern³.

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. Die Fakultät für Mathematik bietet hierzu zahlreiche Aktionen und Programme an, etwa Abi- und Schülertage, Schnupperstudium Mathefrühling oder TUMMS (ein Programm für besonders begabte Studierende)⁴.

3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber

Der Fakultät für 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 Studienorientierungsverfahren⁵, 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;
- 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

³ 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, QualIV).

⁴ Nähere Informationen zu den Angeboten und Veranstaltungen auf den Seiten des Schulportals der Fakultät für Mathematik der TUM: <https://www.ma.tum.de/de/schulportal/programme-schueler.html>

⁵ Mehr Informationen zum Studienorientierungsverfahren und zur Bewerbung stehen auf den Webseiten des Bachelor Mathematik: <http://www.ma.tum.de/Studium/BScMathe>

können sowie quantifizierbare Anwendungsprobleme mathematisch-analytisch darstellen zu können.

3.3 Zielzahlen

Die Fakultät für Mathematik stellte ihr Studienangebot im Jahr 2007 auf das konsekutive Modell um. Zum Wintersemester 2007/2008 hat der erste Bachelorjahrgang das Studium aufgenommen. In den folgenden Jahren schwankten die Bewerber- und Anfängerzahlen leicht z.B. aufgrund des doppelten Abiturjahrgangs in Bayern, der Aussetzung der Wehrpflicht sowie der Aussetzung der Eignungsfeststellung an der LMU. In Umfragen befürworteten die Studierenden einen grundständigen Bachelor mit späterer Spezialisierung, so dass sich die Fakultät in diesem Aspekt ihres Konzepts bestätigt sieht.

Die Fakultät für 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 veranstaltet die Fakultät regelmäßig Studieninfotage (ehem. Schülertage), beteiligt sich an der Informationsveranstaltungsreihe „Ran an die TUM: Perspektive Studium“ und steht in engem Kontakt zu Gymnasien in ganz Bayern, um bei Bedarf individuelle Studienberatungen anzubieten. Darüber hinaus können Studieninteressierte die Fakultät im Rahmen mehrerer Programme aus der Nähe kennenlernen. Mit TUMMS (Technische Universität München Mathematik-Stipendium) beispielsweise bietet die Fakultät für Mathematik der TUM seit knapp 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 Fakultät für Mathematik diesen Studiengang zu bewerben und zugleich einen Eindruck hinsichtlich der Nachfrage nach diesem Studiengang zu erhalten.

Anhand der gesammelten Erfahrungen wird an der Fakultät weiterhin eine Berechnung der Lehrkapazität auf der Basis von rund 180 Bachelorstudierenden pro Kohorte angestrebt, damit ein gutes Studierenden-Betreuenden-Verhältnis gewährleistet werden kann.

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 Fakultätsgebäudes sowie kleinere, ruhige Lernräume nutzen. Die Fakultät achtet insgesamt darauf, dass die Raumressourcen optimal genutzt werden, um möglichst viele Veranstaltungen unterzubringen.

Zusätzlich zu den Lehr- und Betreuungsangeboten für die Mathematik Studierenden leistet die Fakultät für Mathematik in hohem Umfang Lehrservice für andere Fakultäten. Durch die daraus resultierende größere und vielfältigere Zusammensetzung des Lehrpersonals erhalten

die Mathematik Studierenden mehr Spielraum bei der Auswahl mathematischer Fachgebiete im Vergleich zu einer reinen Mathematik-Fakultät ohne Lehrservice für andere Fakultäten.

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. 70% aufrechtzuerhalten.

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

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Bewerbungen	433	244	234	385	490	484	471	278
Immatrikulationen	294	148	131	161	210	223	206	173

Die etwas über der Lehrkapazität liegenden Zahlen (vgl. Tabelle 1) resultieren aus einer Änderung im Eignungsfeststellungsverfahren (s. Kapitel 9), die eine etwas geringere Erfolgsquote im Vergleich zu früheren Kohorten nach sich zog. Diese Änderung wurde mit dem neuen Studienorientierungsverfahren (Start Wintersemester 2018/2019) wieder rückgängig gemacht, sodass die erwarteten Anfängerzahlen mit 180 Studierenden wieder realistisch sind. Durch den doppelten Abiturjahrgang 2011 wurden für 5 Jahre die Kapazitäten im Lehrpersonal aufgestockt, sodass die höhere Lehrbelastung in diesem und den folgenden Jahren ausgeglichen werden konnte.

4 Bedarfsanalyse

Die Beschäftigungsaussichten sind für Absolventinnen und Absolventen der Mathematik sehr gut, wobei den Studierenden nicht nur die klassischen mathematischen 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% aus⁶. Ein ähnliches Bild ergaben die Ergebnisse einer Studie von M. Dieter und G. Törner, die bundesweite, statistischer Erhebungen ausgewertet haben und die Ergebnisse 2014 veröffentlichten⁷: Demnach gab es im Jahr 2012 schätzungsweise nur ca. 2.000 „Arbeitslose mit einer mathematischen Qualifikation“; zeitgleich waren aber „rund 90.000 akademisch mathematisch qualifizierte“ Erwerbstätige auf dem deutschen Arbeitsmarkt.

Diese Ergebnisse werden durch die Auswertungen der fakultätsinternen Absolventenumfragen bestätigt und zeigen zudem die große Nachfrage am Arbeitsmarkt: 80% unserer Absolventinnen und Absolventen zwischen 2013 und 2016 haben innerhalb von drei Monaten nach ihrem Abschluss eine Stelle gefunden, 50% sogar schon davor. Bei der Befragung der Absolventinnen und Absolventen seit 2016 im Sommer 2018 gaben 92% an innerhalb eines halben Jahres nach ihrem Abschluss eine Stelle gefunden zu haben, 56% sogar bereits nach 1 Monat. Diese Angaben beziehen sich hauptsächlich auf die Jobsuche nach einem Masterabschluss, 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) der Fakultät engagieren wollen oder es bereits tun⁸.

Mathematikerinnen und Mathematiker finden insbesondere Anstellungen im Banken-, Versicherungs- und Finanzsektor, in der IT- und Unternehmensberatung, in der Logistik/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.

Durch 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, einem hohen Durchhaltevermögen und der 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.

⁶ FAZ-Artikel vom 23.03.2017 (geprüft 11.09.2018): „Keine Angst vor Mathe!“ (<http://www.faz.net/-gyq-8uyv>)

⁷ Dieter, M., Törner, G.: Der Arbeitsmarkt für Mathematiker – Teil 1., *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **22** (2014) 3, S. 154-157.

⁸ Nähere Informationen zu den Kooperationsmöglichkeiten der Fakultät für Mathematik: <https://www.ma.tum.de/de/fakultaet/firmen-kooperationen.html>

Der direkte Berufseinstieg nach dem Bachelor Mathematik ist aber nicht üblich. Das bestätigt auch die bereits oben erwähnte Studie von M. Dieter und G. Törner⁹: demnach lag Ende Juni 2013 der Prozentsatz an in Deutschland sozialversicherungspflichtig beschäftigten Personen mit mathematischen Qualifikationen, deren höchster Studienabschluss der Bachelor war, bei nur ca. 3,4%. Auch an der TUM wird die Möglichkeit des Direkteinstiegs ins Berufsleben derzeit nur von schätzungsweise etwa 5 - 10 Prozent der Absolventinnen und Absolventen wahrgenommen. Rund 90 Prozent¹⁰ unserer Studierenden entscheiden sich nach dem Bachelor für ein Masterstudium und rund ein Drittel für eine spätere Promotion.

Die explizite Nachfrage von Unternehmen nach Absolventinnen und Absolventen des Bachelors Mathematik fällt daher im Gegensatz zur Nachfrage nach Absolventinnen und Absolventen mit Masterabschluss eher gering aus. Sie ist allerdings im Laufe der letzten Jahre gewachsen. Einige Firmen schreiben mittlerweile gezielt auch für Mathematik Bachelorabsolventinnen und Bachelorabsolventen Stellen aus¹¹, bei anderen ist ein Hochschulabschluss gewünscht aber vom Anforderungsprofil ein Masterabschluss nicht zwingend erforderlich¹²

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 (das wiederum eine sehr hohe Nachfrage an Mathematik Bachelor Absolventinnen und Absolventen mit sich bringt) werden in Industrie und Wirtschaft sehr stark nachgefragt.

⁹ Dieter, M., Törner, G.: Der Arbeitsmarkt für Mathematiker – Teil 1., *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **22** (2014) 3, S. 154-157.

¹⁰ Diese Zahl wird auch durch eine Studie von Britta Berndtsen und Günter Törner bestätigt: Übergangszahlen Bachelor-Master, *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **25** (2017) 2, S. 118 – 128.

¹¹ Exemplarische Anzeigen aus einer Stellensuche (Stepstone, 31.10.2018): „Junior-Software-Ingenieur (w/m)* für Bachelor- und Masterabsolventen“ (Capgemini Deutschland GmbH), „(Wirtschafts-)Mathematiker (m/w) mit Schwerpunkt Kapitalmodell“ (hannover re), „Trainee (m/w) als (Wirtschafts-) Informatiker/Mathematiker im Bereich Digitalisierung und Zukunftstechnologie der IT mit Schwerpunkt RPA-Entwicklung“ (Union Investment Gruppe), „Wirtschaftswissenschaftler / Ingenieur / Mathematiker (m/w) als Consultant Logistics Solutions für die Prozessoptimierung in Logistik und Produktion“ (Logivations GmbH)

¹² Exemplarische Anzeigen aus einer Stellensuche (Stepstone, 31.10.2018): „Projektingenieure (m/w) für die Bestandskundenbetreuung“ (IVU Traffic Technologies AG), „Data Scientist (m/w) - Informatik/Physik/Mathematik“ (Vodafone GmbH), „Hochschulabsolvent (m/w) der Mathematik oder Wirtschaftsmathematik für das Aktuariat Kompositversicherung“ (Württembergische Versicherung Aktiengesellschaft), „Hochschulabsolventen (m/w) der (Wirtschafts-) Mathematik“ (Willis Towers Watson), „Associate (m/w) – Inhouse Consulting“ (P3 group GmbH)

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 31 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 etwa 80 Studienorten ein Bachelorstudium der Mathematik begonnen werden¹³.

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 und Abbildung 1, Seite 4) mit nur einem grundständigen Bachelor und der anschließenden Wahl zwischen einem breit ausgerichteten Masterstudiengang Mathematik oder einem der spezialisierten Masterstudiengänge (Mathematical Finance and Actuarial Science, Mathematics in Science and Engineering, Mathematics in Data Science, Mathematics in Operations Research) 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 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 2018¹⁴, die deutschen Top Universitäten die Universität Bonn (weltweit Platz 42, europaweit Platz 10), die TU Berlin (weltweit Platz 48, europaweit Platz 11) und die TUM (weltweit Platz 50, europaweit Platz 12).

Die deutschen Bachelorstudiengänge Mathematik sind sich insofern ähnlich, als dass sie alle – im Gegensatz zu spezialisierten Bachelorstudiengängen wie der Wirtschaftsmathematik –

¹³ Diese Angaben sind Ergebnisse einer Suche am 31.10.2018 nach entsprechenden Studiengängen im Portal der HRK Hochschulrektorenkonferenz (<https://www.hochschulkompass.de>)

¹⁴ Ergebnisse des QS Subject Rankings 2018 für das Fach Mathematik:
<https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2018/mathematics>

eine breite mathematische Grundausbildung anbieten. Insbesondere hinsichtlich der Basis-kompetenzen 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. Die Fakultät für 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 Universität Bologna zu nennen, die eine solide Grundausbildung in Mathematik auf vergleichbar hohem 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 2018 darlegen: ETH Zürich (weltweit Platz 8, europaweit Platz 3), EPFL Lausanne (weltweit Platz 24, europaweit Platz 5), École Polytechnique Paris (weltweit Platz 31, europaweit Platz 6), Universität Bologna (weltweit Platz 51-100).

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 Universität Bologna werden einzelne Module (ohne 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 8) und die Vielzahl an angebotenen mathematischen Studiengängen, sowohl bayernweit, als auch deutschland- und europaweit, machen den hoch kompetitiven Wettbewerb um Studienbewerberinnen und Studienbewerber deutlich. Eine Gegenüberstellung der Studienanfängerzahlen 2017, aber auch der Zahl der Absolventinnen und Absolventen 2017 an den oben genannten Universitäten, ist in Tabelle 2 auf Seite 15 zu sehen. Wegen der Studiendauer beziehen sich die Absolventenzahlen überwiegend auf Studierende der Kohorte mit Studienbeginn 2014. 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 2018¹⁵ bzw. auf Statistiken,

¹⁵ Webseite des CHE Hochschulrankings: <https://ranking.zeit.de/>

die auf den Seiten der Universitäten öffentlich zur Verfügung gestellt werden; Zahlen zur LMU und der École Polytechnique Paris liegen nicht vor und werden daher nicht aufgelistet.

Tabelle 2: Vergleich der Studienanfänger und Absolventinnen- und Absolventenzahlen des Jahres 2017.

Universität	Studierende im 1. Semester (Beginn 2017)	Absolventinnen und Absolventen (v.a. Kohorte 2014)
Technische Universität München	213	107
Universität Augsburg	112	34
Technische Universität Kaiserslautern	69	54
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	212	64
Karlsruher Institut für Technologie	110	72
Technische Universität Darmstadt	114	78
Technische Universität Berlin	329	70
Universität Stuttgart	72	42
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	214	100
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg Heidelberg	202	52
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ¹⁶	167	67
École Polytechnique Fédérale de Lausanne ¹⁷	145	55
Università di Bologna (Zahlen aus dem Jahr 2016) ¹⁸	208	ca. 130

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 10), belegen die große Nachfrage nach Studienplätzen in demselben. Diese hohe Zahl an Studienanfängerinnen und Studienanfängern deutet demnach 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 Fakultät. Dieses Angebot wird bereits jetzt von einem großen Teil der Studierenden wahrgenommen. Über alle Studiengänge der Fakultät verteilt ergibt sich zurzeit eine Quote von etwa 60%. Besonders eindrucksvoll zeigt sich das im Vergleich mit anderen deutschen Mathematik-Fakultäten (vgl. Abbildung 2) und den aktuellen Outgoing-Zahlen der Fakultät (vgl. Abbildung 3).

¹⁶ Die Zahlen der ETH Zürich: <https://www.ethz.ch/services/de/finanzen-und-controlling/zahlen-und-fakten.html>

¹⁷ Informationen zu Zahlen und Fakten der EPFL: <https://information.epfl.ch/facts>

¹⁸ Die Zahlen des Jahres 2016 der Universität Bologna stammen aus dem Jahresbericht 2017: <https://www.unibo.it/qualityassuranceen/Reports2017/Report-8010-2017.pdf>

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

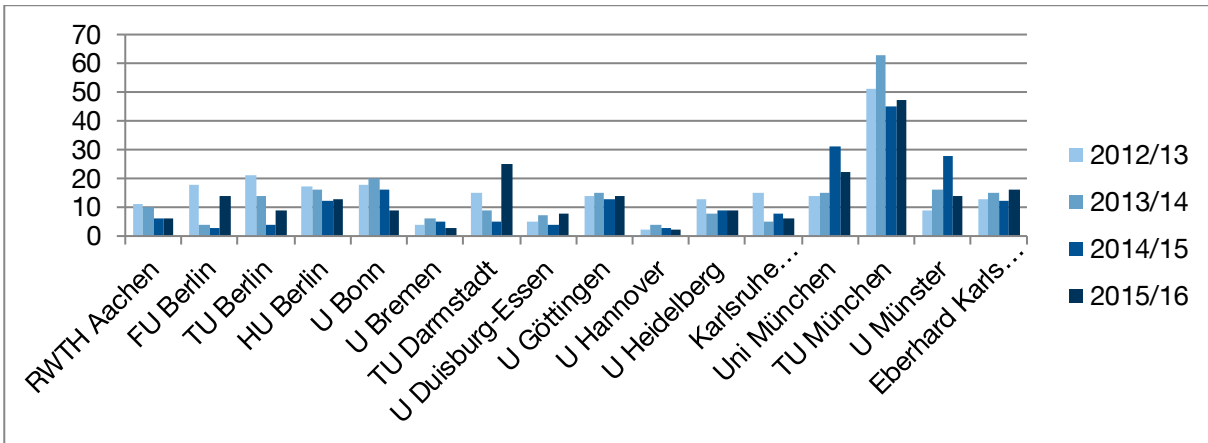
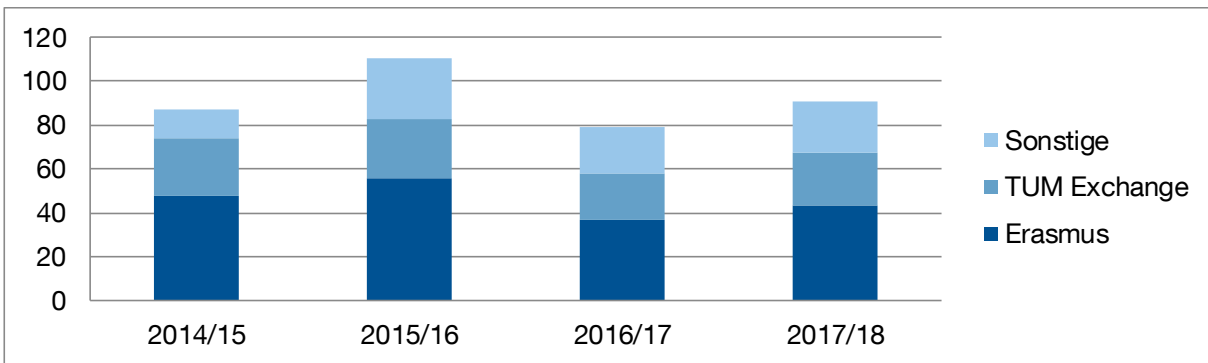


Abbildung 3: Outgoing-Zahlen der Fakultät für Mathematik der TUM.



5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

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

Die TUM School of Education, welche die Lehrerbildung an der TUM durchführt, bietet verschiedene Studiengänge mit dem Erst- oder Zweitfach Mathematik an. Zu diesen Studiengängen besteht kein Wettbewerb, da sie eine andere Zielsetzung verfolgen und somit 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, der *Bachelor's Thesis*, zusammen. (Studienleistungen (gehen unbenotet ins Studium ein) 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 eines exemplarischen Studienplans in Tabelle 3 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 lässt sich der Bachelorstudiengang Mathematik an der TUM nur mit Studienbeginn zum Wintersemester innerhalb der Regelstudienzeit von sechs Semestern durchlaufen.

Von diesem Studienbeginn im Wintersemester ausgehend wird in Tabelle 3 anhand eines exemplarisch erstellten, möglichen Studienplans 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.

Tabelle 3: Exemplarische Darstellung eines Studienplans für den sechssemestrigen Mathematik Bachelorstudien-
gang mit Nebenfach Wirtschaftswissenschaften.

Semester	Module					Credits
1.	Analysis 1 (Pflicht) Klausur 9 CP	Lineare Algebra 1 (Pflicht) Klausur 9 CP	Math. Grundlagen (Pflicht) Mündl. Prüfung 5 CP	Math. Studieren (Pflicht) Übungs- leistungen 6 CP	Grundz. VWL (Wahl) Klausur 6 CP	30
2.	Analysis 2 (Pflicht) Klausur 9 CP	Lin. Alg. 2 und DS (Pflicht) Klausur 10 CP			Kostenrechn. f. NF (Wahl) Klausur 6 CP	30
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.	Einführung in die Optimierung (Wahl) Klausur 9 CP	Algebra (Wahl) Klausur 9 CP	Berufspraktikum (Pflicht) Bericht 6 CP	Marketing und Innov. Manag. (Wahl) Klausur 6 CP		30
5. Mobilitäts- fenster	Lineare und Konvexe Optimierung (Wahl) Klausur 9 CP	Numerik der Gewöhnl. Diffgl. (Wahl) Klausur 9 CP	Wahrscheinlichkeits- theorie (Wahl) Klausur 9 CP	Seminar * (Pflicht) Vortrag 3 CP		30
6.	Geometrie (Wahl) Klausur 9 CP	Computerge- stützte Statistik (Wahl) Klausur 5 CP	Überfachl. Grundlagen (Wahl) 4 CP	Bachelor's Thesis 12 CP		30

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

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* und *Lineare Algebra und Diskrete Strukturen* aus *Numerik* und der *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*¹⁹. Auch auf ein nachhaltiges und vernetztes Lernen, das Erkennen von Querverbindungen zwischen einzelnen Fachgebieten, sowie die gezielte und intensive Einführung

¹⁹ Nach 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>)

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 Kerngebieten der *Analysis* und der *Linearen Algebra und Diskreten Strukturen* 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 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.

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* und der *Diskreten Strukturen* lernen sie grundlegende Strukturen dieser Teilgebiete und deren 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 Modulinhalte 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 dieser 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 *Lineare Algebra 2* und *Diskrete Strukturen*) 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.

Mathematisches Studieren

Parallel zu den Veranstaltungen der *Analysis* und *Linearen Algebra und Diskrete Strukturen* findet das Modul *Mathematisches Studieren* statt, das als Studienleistung in den Bachelor Mathematik einfließt. Dieses Modul wurde neu entwickelt mit dem Ziel, 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 und Diskreten Strukturen* an, wobei die einzelnen Aufgabenstellungen sehr vielfältig sein können. Sie reichen von der Erstellung und Bearbeitung kleiner mathematischer Texte (handschriftlich und maschinell mit speziellen, für Formeln geeigneten Textsatzprogrammen), eigenständig oder in der Gruppe zu lösenden Hausaufgaben, Kurzvorträgen bis hin zu intensiven fachlichen Diskussionsrunden. Dadurch werden das vorhandene Fachwissen und die vorhandenen fachlichen Fertigkeiten und Kompetenzen weiter eingeübt und vertieft sowie der korrekte Umgang mit der mathematischen „Sprache“ geschult.

Bei der Bearbeitung der Übungsaufgaben fördert die Gruppenarbeit nicht nur die Teamfähigkeit, sie schult auch die fachliche Kommunikation und ermöglicht den Studierenden, andere Lösungsstrategien kennenzulernen. Leichtere Aufgaben ermöglichen das Einüben von Arbeitstechniken und Standardverfahren, schwerere und komplexere Aufgaben regen zur intensiven fachlichen Diskussion und detaillierten Auseinandersetzung mit den zu Grunde liegenden mathematischen Texten an, fördern das für die Mathematik wichtige abstrakte Denken, stärken das Durchhaltevermögen bei der Lösung komplexer Probleme und die Toleranz gegenüber Fehlschlägen.

Der Lernerfolg der einzelnen Studierenden wird dabei kontinuierlich anhand kleiner Übungsleistungen (z.B. schriftlich sorgfältig ausgearbeitete Hausaufgaben, Nachweise über aufgedeckte Lücken oder Unklarheiten in gegebenen mathematischen Beweisen und Texten, kurze Vorträge, ...) geprüft. Die Bewertung dieser Übungsleistungen 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.

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* und zur *Linearen Algebra und Diskrete Strukturen* 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* und *Linearen Algebra und Diskreten Strukturen* (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* 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 den beiden reinen Gebieten *Algebra* und *Geometrie* und dem angewandten Gebiet der *Optimierung*. Durch diese Wahl können sie erstmals eigene Interessen verstärken.

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 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 auch im exemplarischen Studienplan (s. Tabelle 3 auf Seite 18) 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 *Funktionalanalysis* (Verknüpfung von Analysis, Topologie und Algebra, Beschäftigung mit speziellen Abbildungen, die z.B. Funktionen auf Zahlenwerte abbilden), die *Partiellen Differentialgleichungen* (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 *Wahrscheinlichkeitstheorie* (Fortsetzung des Einführungsmoduls, u.a. Beschäftigung mit spezielleren Theorien, wie der Martingaltheorie) oder die *Computergestützte Statistik* (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 typischer Vertreter der Module der Wirtschaftsmathematik ist die *Lineare und Konvexe Optimierung*, die auf die einführende Veranstaltung *Einführung in die Optimierung* aufbaut und u.a. dort erlernte Konzepte und Methoden verallgemeinert. Konvexe Optimierungsprobleme treten auch häufig in der Praxis auf, sodass die Modellierung und Geometrie solcher Probleme behandelt wird.

Und die *Numerik der Gewöhnlichen Differentialgleichungen* ist für angehende Technomathematiker und Technomathematikerinnen empfehlenswert. Hier geht es um den Umgang mit

Basialgorithmen zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen, wie Bewegungsgleichungen, sowie deren Implementierung und Abschätzung von Fehlern.

Für die Biomathematik möchten wir das Modul *Mathematische Modelle in der Biologie* 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 oder Präsentationen 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* 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 krönende 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 jeder und jede 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 Betreuern und Dozenten wer-

den 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 diesem Studiengang 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 (Chemie, Life Sciences, Maschinenwesen). 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 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 Informatik oder 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 Informatik sind die beiden Module *Einführung in die Informatik 1* und das parallel zu belegende *Praktikum: Grundlagen der Programmierung* verpflichtend. Hier lernen die Studierenden wesentliche Grundlagen in der Programmierung und üben das eigenständige Programmieren anhand vielfältiger Aufgaben intensiv im Praktikum; daher entfällt das Pflichtmodul *Einführung in die Programmierung* für das Nebenfach Informatik. Um den Workload im ersten Studienjahr, das der intensiven Grundlagenaneignung in der Mathematik gewidmet ist, auf einem zumutbaren Maß zu halten, sind diese Module für das dritte Semester geplant. Auf der Basis der in beiden Modulen erlernten Kompetenzen bauen alle weiterführenden Informatikmodule auf, was den Pflichtcharakter dieser Module begründet.

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 Berührungspunkte 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 Berufspraktikum (Studienleistung im Umfang von 6 Credits)

Wesentlicher Bestandteil einer anwendungsorientierten Ausbildung, sowie des Ziels mit dem Bachelor Mathematikstudium auch einen vollwertigen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss zu bieten 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 sollen.

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 einen inhaltlichen Bezug zum Mathematikstudium mit konkretem Anwendungsbezug (beispielsweise der Optimierung von asphärischen Linsen, Berechnung von Rückstellungen für Versicherungen oder Banken, 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 und berichten darüber im Rahmen des Praktikumsseminars. Dieses Seminar findet dreimal wöchentlich in der Vorlesungszeit statt; die Teilnahme an einzelnen Terminen ist jederzeit für alle interessierten Studierenden möglich. Es dient den Studierenden zum wechselseitigen Austausch von Information und Erfahrungen über die beruflichen Tätigkeiten und Karrieremöglichkeiten und gibt ihnen die Möglichkeit, persönliches Feedback und Anregungen von ihren Kommilitonen zu Praktikum und ihrem Bericht darüber zu erhalten.

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. Dazu informieren sie sich gezielt im Praktikumsseminar über Praktika- und Karrieremöglichkeiten von Mathematikern in Unternehmen und Forschungseinrichtungen und können auf dieser Basis ein für sich geeignetes Berufspraktikum suchen. Bei Fragen und Problemen rund um ihre Bewerbung selbst können sie auf das Angebot und die Beratung durch den Career Service der Fakultät oder dem TUM Career Service zurückgreifen.

Das Berufspraktikum gewährt den Studierenden nicht nur erste Einblicke in das Berufsleben und die Tätigkeitsfelder 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.

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 2 und 4 Credits) werden häufig in Blockveranstaltungen angeboten und können individuell passend im Studienplan integriert werden.

6.7 Mobilität

Der Fakultät für Mathematik der TUM 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 Fakultät 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 16 belegen dies eindrucksvoll.

6.8 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 mit einem Umfang von unter 5 Credits sind im Studium vorgesehen, wenn diese den Studienplan sinnvoll ergänzen oder die in diesen Modulen vermittelten Kompetenzen erforderlich sind aber keinen größeren Zeitumfang benötigen. 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.

Das Modul *Einführung in die Programmierung* sowie das Modul *Seminar* umfassen jeweils 3 Credits. Darüber hinaus gibt es in den Wahlbereichen des Nebenfachs (Wirtschaft, Physik, Informatik, Elektro- und Informationstechnik) vereinzelt kleine Module. Zudem sind im Block der Überfachlichen Grundlagen überwiegend Module unter 5 Credits wählbar. Die Integration dieser Module in den Studienplan wird im Folgenden begründet.

Einführung in die Programmierung und Seminar

Das Modul *Einführung in die Programmierung* ist für alle Studierenden im dritten Semester verpflichtend (s. Kapitel 6.1, Abschnitt Drittes Semester auf Seite 20 und 21). Am Ende des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, die für das Mathematikstudium notwendigen grundlegenden Programmierparadigmen zu verstehen, damit einfache Programmieraufgabenstellungen lösen sowie graphische Darstellungen von Ergebnissen interpretieren zu können. Für die bei diesem Modul angestrebten Lernergebnisse ist ein Modulumfang von 3 Credits ausreichend und der hierfür erforderliche Workload (Eigenstudiumszeit 10 Stunden, Präsenzzeit 80 Stunden) angemessen. Bei der Wahl der verwendeten Umgebungen und Programmiersprachen wird auf die Bedürfnisse mehrerer Fachbereiche eingegangen. Daher ist eine Erweiterung des Moduls um eine Lehrveranstaltung oder die Zusammenlegung mit einem

anderen Modul fachlich nicht geboten. Zudem sind im dritten Semester neben diesem Modul nur noch drei weitere Module mit jeweils 9 Credits vorgesehen, sodass es in diesem Semester lediglich vier Prüfungen gibt.

Das Modul *Seminar* ist für alle Studierenden verpflichtend (s. Kapitel 6.3, Seite 23). Auch bei diesem Modul ist der Umfang von 3 Credits ausreichend und der erforderliche Workload (Eigenstudiumszeit 60 Stunden, Präsenzzeit 30 Stunden) angemessen, um die dem Modul zugeordneten Lernergebnisse sowie die Qualifikationsziele des Studiengangs zu erreichen. Die Erweiterung des Moduls um eine Lehrveranstaltung oder die Zusammenlegung mit einem anderen Modul ist auch hier fachlich nicht geboten.

Kleine Module im Nebenfach

Im Wahlkatalog der Nebenfächer (Wirtschaftswissenschaften, Physik, Informatik, Elektro- und Informationstechnik) werden neben großen Wahlmodulen auch vereinzelt kleine Module mit einem Umfang von unter 5 Credits angeboten, deren Lernergebnisse sich fachlich gut in den Studiengang einfügen. Diese Module vermitteln den Mathematik Studierenden ergänzende und teils spezialisierte Fach- und Anwendungskompetenzen in der jeweils anderen Fachdisziplin. Allgemein gilt, dass die Studierenden im Nebenfach – wie auch in den übrigen Wahlbereichen des Studiengangs – frei nach ihren Interessen und Neigungen wählen sollen und so ihr individuelles Profil schärfen können. So obliegt es den Studierenden, neben großen Wahlmodulen auch kleinere Module wählen zu können. Prinzipiell ist aber sichergestellt, dass im Angebot des Nebenfachs ausreichend Wahlmodule im Umfang mindestens 5 Credits vorhanden sind und im Rahmen der vorgesehenen Prüfungslast von maximal sechs Prüfungen je Semester studiert werden kann.

Kleine Module im Block Überfachliche Grundlagen

Die allgemeinbildenden Module im Block Überfachliche Grundlagen (vgl. Kapitel 6.6, Seite 26) werden in der Regel mit einem Umfang von 2 bis 4 Credits angeboten. Diese Module, wie etwa Präsentationstraining, Konfliktmanagement, wissenschaftliches Schreiben oder bestimmte Problemlösungsstrategien, sind fokussiert auf das Vermitteln bestimmter, praktisch wertvoller Fähigkeiten und werden oft in Form von Blockveranstaltungen als ein- bis zweitägige Kurse während des Semesters mit direkt anschließender Prüfung abgehalten. In den angebotenen Wahlmodulen dieses Blocks ist daher der angegebene Modulumfang von in der Regel 2 bis 4 Credits ausreichend und dem erforderlichen Arbeitsaufwand angemessen, um die dem Modul zugeordneten Lernergebnisse zu erreichen. Der oben erwähnte zeitlich konzentrierte Ablauf der Module wirkt sich zudem positiv auf die in der Regel ansteigende Prüfungsbelastung am Ende des Semesters aus. Es werden auch während der vorlesungsfreien Zeiten „Überfachliche Grundlagen“-Module angeboten.

6.9 Exemplarische Stundenpläne

Basierend auf dem exemplarischen Studienplan in Tabelle 3, Seite 18, erläutern die folgenden Stundenpläne exemplarisch, wie sich der wöchentliche Aufbau des Studiums je Semester gestalten könnte. Diese Beispiele gehen, wie auch schon der exemplarische Studienplan in Tabelle 3, von einem Beginn im Wintersemester aus.

Tabelle 4: Exemplarischer Stundenplan 1. Semester.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
08-10			Lineare Algebra 1 (Vorlesung)	Mathematisches Studieren (Übung)	Analysis 1 (Vorlesung)
	Grundzüge der VWL (Vorlesung)				
10-12		Analysis 1 / Lineare Algebra 1 im Wechsel (Vorlesung)	Analysis 1 (Übung)	Grundzüge der VWL (Vorlesung)	
12-14			Math. Studieren (Übung)		Lineare Algebra 1 (Vorlesung)
14-16	Analysis 1 (Übung)	Lineare Algebra 1 (Übung)		Analysis 1 (Vorlesung)	
16-18				Lineare Algebra 1 (Übung)	
	Math. Studieren (Übung)				

Legende: Hellblau: Mathematik Vorlesungen und Zentralübungen
 Grau: Mathematik Übungen (mehrere Gruppen zur Auswahl)
 Hellgrün: Veranstaltungen im Nebenfach
 Zeiten für Selbststudium (z.B. Vor-/Nachbereitung, Hausaufgaben, ...) sind nicht im Plan enthalten!

Tabelle 5: Exemplarischer Stundenplan 2. Semester.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
08-10	Mathematisches Studieren (Übung)		Kostenrechnung für Nebenfach (Online-Vorlesung)	Lineare Algebra 2 und Diskrete Strukturen (Übung)	Mathematisches Studieren (Übung)
10-12		Analysis 2 (Vorlesung)			Analysis 2 (Vorlesung)
12-14	Lineare Algebra 2 und Diskrete Strukturen (Vorlesung)		Lineare Algebra 2 und Diskrete Strukturen (Vorlesung)	Analysis 2 / Lin. Alg. 2 und DS im Wechsel (Vorlesung)	Kostenrechnung für Nebenfach (Übung)
14-16	Lineare Algebra 2 und Diskrete Strukturen (Übung)	Analysis 2 (Übung)			
16-18				Analysis 2 (Übung)	

Legende: Hellblau: Mathematik Vorlesungen und Zentralübungen
 Grau: Mathematik Übungen (mehrere Gruppen zur Auswahl)
 Hellgrün: Veranstaltungen im Nebenfach
 Zeiten für Selbststudium (z.B. Vor-/Nachbereitung, Hausaufgaben, ...) sind nicht im Plan enthalten!

Tabelle 6: Exemplarischer Stundenplan 3. Semester.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
08-10	Numerik (Übung)	Einführung in die Programmierung (Vorlesung/Übung)		Numerik (Vorlesung)	
10-12			Einf. i. d. Wahrsch. und Statistik (Übung)	Numerik (Übung)	Numerik (Vorlesung)
12-14		Einf. i. d. Wahrsch. und Statistik (Übung)			Einf. i. d. Wahrsch. und Statistik (Vorlesung)
14-16	Analysis 3 (Vorlesung)		Analysis 3 (Übung)	Analysis 3 (Vorlesung)	
16-18	Einf. i. d. Wahrsch. und Statistik (Vorlesung)			Analysis 3 (Übung)	

Legende: Hellblau: Mathematik Vorlesungen und Zentralübungen
 Grau: Mathematik Übungen (mehrere Gruppen zur Auswahl)
 Zeiten für Selbststudium (z.B. Vor-/Nachbereitung, Hausaufgaben, ...) sind nicht im Plan enthalten!

Tabelle 7: Exemplarischer Stundenplan 4. Semester.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
08-10		Algebra (Vorlesung)	Algebra (Übung)	Einführung in die Optimierung (Übung)	Algebra (Vorlesung)
10-12	Einführung in die Optimierung (Übung)				
12-14			Einführung in die Optimierung (Vorlesung)		
14-16					Einführung in die Optimierung (Vorlesung)
16-18	Marketing u. Innov. Management (Vorlesung)		Berufspraktikum* (Seminar)		
18-20				Marketing u. Innov. Management (Vorlesung)	

Legende: Hellblau: Mathematik Vorlesungen und Zentralübungen
 Grau: Mathematik Übungen (mehrere Gruppen zur Auswahl)
 Hellgrün: Veranstaltungen im Nebenfach
 Dunkelblau: Seminar zum Berufspraktikum
 Zeiten für Selbststudium (z.B. Vor-/Nachbereitung, Hausaufgaben, ...) sind nicht im Plan enthalten!
 * Besuch einzelner Vorträge und Termine zur selbständigen Berufsinformation

Tabelle 8: Exemplarischer Stundenplan 5. Semester.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
08-10			Lineare und Konvexe Optimierung (Vorlesung)	Wahrscheinlichkeitstheorie (Übung)	Lineare und Konvexe Optimierung (Vorlesung)
10-12			Lineare und Konvexe Optimierung (Übung)		
12-14	Numerik gewöhnl. Differentialgleichungen (Vorlesung)	Wahrscheinlichkeitstheorie (Vorlesung)			Numerik gewöhnl. Differentialgleichungen (Vorlesung)
14-16	Numerik gewöhnl. Differentialgleichungen (Übung)			Seminar	
16-18			Wahrscheinlichkeitstheorie (Vorlesung)		

Legende: Hellblau: Mathematik Vorlesungen und Zentralübungen
 Grau: Mathematik Übungen (mehrere Gruppen zur Auswahl)
 Dunkelblau: Seminar
 Zeiten für Selbststudium (z.B. Vor-/Nachbereitung, Hausaufgaben, ...) sind nicht im Plan enthalten!

Tabelle 9: Exemplarischer Stundenplan 6. Semester.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
10-12		Geometrie (Vorlesung)		Geometrie (Vorlesung)	
12-14					
14-16	Überfachliche Grundlagen	Geometrie (Übung)		Comptergestützte Statistik (Übung, 2-wöchig)	
16-18			Computer-gestützte Statistik (Vorlesung)		

Legende: Hellblau: Mathematik Vorlesungen und Zentralübungen
 Grau: Mathematik Übungen (mehrere Gruppen zur Auswahl)
 Orange: Veranstaltungen aus dem Bereich Überfachliche Grundlagen
 Zeiten für die Bachelorarbeit sowie das Selbststudium (z.B. Vor-/Nachbereitung, Hausaufgaben, ...) sind nicht im Plan enthalten!

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Die Fakultät für Mathematik ist für den Bachelorstudiengang Mathematik verantwortlich, innerhalb der Fakultät ist es der Studiendekan bzw. die Studiendekanin. An der Durchführung des Studiengangs beteiligen sich alle Lehr- und Forschungseinrichtungen der Fakultät für Mathematik sowie einzelne Lehrstühle aus der Fakultät für Informatik, für Physik, für Elektrotechnik und Informationstechnik, für Wirtschaftswissenschaften und ggf. anderer Fakultäten der TUM (im Bereich Sondernebenfach).

In der folgenden Tabelle sind die Professorinnen und Professoren der Fakultät für Mathematik aufgelistet:

Lehr- und Forschungseinheit	Verantwortliche
M1 Mathematische Optimierung	Prof. Dr. Michael Ulbrich
M2 Numerische Mathematik	Prof. Dr. Barbara Wohlmuth, Prof. Dr.-Ing. Rainer Callies, Prof. Dr. Elisabeth Ullmann
M3 Wissenschaftliches Rechnen	Prof. Dr. Folkmar Bornemann, Prof. Dr. Oliver Junge, Prof. Dr. Caroline Lasser
M4 Mathematische Statistik	Prof. Dr. Claudia Klüppelberg, Prof. Dr. Claudia Czado
M5 Mathematische Physik	Prof. Dr. Michael M. Wolf, Prof. Dr. Silke Rolles, Prof. Dr. Robert König
M6 Mathematische Modellbildung	Prof. Dr. Christina Kuttler
M7 Analysis	Prof. Dr. Gero Friesecke, Prof. Dr. Simone Warzel, Prof. Dr. Marco Cicalese
M8 Dynamische Systeme	Prof. Dr. Daniel Matthes, Prof. Dr. Christian Kühn
M9 Angewandte Geometrie und Diskrete Mathematik	Prof. Dr. Peter Gritzmann, Prof. Dr. Andreas S. Schulz (assoziiert), Prof. Dr. Stefan Weltge
M10 Geometrie und Visualisierung	Prof. Dr. Dr. Jürgen Richter-Gebert, Prof. Dr. Tim Hoffmann, Prof. Dr. Ulrich Bauer
M11 Algebra	Prof. Dr. Gregor Kemper, Prof. Dr. Christian Liedtke, Prof. Dr. Eva Viehmann, Prof. Dr. Christian Karpfinger
M12 Biomathematik	Prof. Dr. Dr. Fabian Theis, Prof. Dr. Johannes Müller, Prof. Dr. Donna Ankerst
M13 Finanzmathematik	Prof. Dr. Rudi Zagst, Prof. Dr. Matthias Scherer
M14 Wahrscheinlichkeitstheorie	Prof. Dr. Nina Gantert, Prof. Dr. Noam Berger Steiger

M15 Angewandte Numerische Prof. Dr. Massimo Fornasier, Prof. Dr. Felix Kraemer
Analysis

M16 Numerische Methoden der Prof. Dr. Eric Sonnendrücker
Plasmaphysik

M17 Optimalsteuerung Prof. Dr. Boris Vexler

Andere Fakultäten und Einrichtungen der TUM sind am Bachelorstudiengang Mathematik durch Module in den Nebenfächern oder den „Überfachlichen Grundlagen“ beteiligt, die in Absprache (Letter of Intent im Anhang, Kapitel 10) mit diesen im Studienplan integriert wurden. Die Verantwortung über diese Module liegt bei den jeweiligen Modulverantwortlichen und den jeweiligen Fakultäten und Einrichtungen.

Administrative Zuständigkeiten

Aufgaben	Verantwortliche
Studiengangsverantwortliche	Studiendekanin oder Studiendekan
Fachstudienberatung	Dr. Kathrin Ruf
Schriftführer	Dr. Thomas Stolte
Studienorientierungsverfahren	Dr. Carl-Friedrich Kreiner
Prüfungsmanagement	Maria Präßl
Berufspraktikum	Dr. Kathrin Ruf
Auslandsbeauftragte	Angela Puchert, Julia Cyllok, Carola Jumpertz
Studienkoordination	Jana Graul
Studienreferentin	Angela Puchert

8 Ressourcen

8.1 Personelle Ressourcen

Das Lehrangebot an der Fakultät wird durch das Zentrum Mathematik (39 Professoren), ca. 160 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie studentische Hilfskräfte sichergestellt. Die Übungsleiterinnen und Übungsleiter werden aus dem wissenschaftlichen Personal gestellt. Kleinübungsgruppen werden auch von studentischen Hilfskräften betreut.

Die Zuordnung der Dozentinnen und Dozenten zu den einzelnen Lehrveranstaltungen unterliegt einem jährlichen Wechsel. In der Ressourcentabelle im Anhang, Kapitel 10 sind daher exemplarisch die Lehrenden der einzelnen Lehrveranstaltungen des letzten, aktuellen und kommenden Semesters oder die Modulverantwortlichen aufgelistet.

8.2 Sachausstattung und Räume

Für den Bachelorstudiengang sind derzeit ausreichend Räume vorhanden, um den Studiengang für alle eingeschriebenen Studierenden angemessen anbieten zu können. Die Lehrveranstaltungen und Prüfungen finden vor allem am Standort Garching-Forschungszentrum statt. Sowohl bei den Lehrveranstaltungen als auch bei den Prüfungen muss jedoch auf Räumlichkeiten anderer Fakultäten zurückgegriffen werden. Dank einer zentralen Prüfungs- und Raumplanung konnte dies bisher gut geregelt werden. Zudem sind in den letzten Jahren zusätzliche Hörsäle am Campus Garching-Forschungszentrum (Interims Hörsaalgebäude, Jürgen Manchot-Hörsaalgebäude, Neubau Kongresszentrum Galileo), entstanden bzw. entstehen, um den steigenden Studierendenzahlen gerecht zu werden. Ressourcen wie die Rechnerhalle, Netzzugang oder Computer-Ressourcen für Studierendenprojekte werden gemeinsam mit der Fakultät für Informatik genutzt. Die Lehrveranstaltungen und Prüfungen für das Nebenfach Wirtschaftswissenschaften sowie Elektrotechnik und Informationstechnik finden teilweise am Campus Innenstadt, für das Sondernebenfach Biologie am Campus Weihenstephan in Freising statt. Weiterhin stehen in allen Standorten Bibliotheken mit u.a. aktuellen Semesterapparaten zur Verfügung.

Aufgrund der steigenden Studierendenzahlen (doppelter Abiturjahrgang, Aussetzung der Wehrpflicht) hat die TUM in Garching-Hochbrück neue Räume inkl. Hörsäle angemietet und am Standort Garching-Forschungszentrum das Interims-Hörsaalgebäude errichtet.

9 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 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 erhöht worden, um so die tatsächliche Arbeitsbelastung für die Studierenden auch abzubilden. Dies wurde von den Studierenden positiv aufgenommen. Daher wird bei der Neugestaltung von Modulen auch weiterhin darauf geachtet den Workload entsprechend anzusetzen.

Nachdem in den Folgejahren die Professorenschaft bei der Erstellung der Bachelorthesis 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 dann 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 19). Die Prüfungen werden von der gesamten Professorenschaft abgenommen, so dass Wissenslücken bei den Studierenden zeitnah identifiziert und Maßnahmen ergriffen werden können.

2014 wurde auf die anhaltend fallenden Bewerber- und Studienanfängerzahlen (siehe Kapitel 3.3, Seite 9) 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 10). 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 Jahre 2014. Daraufhin wurden 2014 die Module in der Studieneingangsphase hinsichtlich der Voraussetzungen, Inhalte,

Lernziele und Lehrformen überprüft und angepasst.²⁰ Die hier angestoßenen Reformen fließen auch in die neuesten Änderungen im Bachelorstudiengang weiter mit ein.

Bei der Überarbeitung der Lehrstrategie im Jahre 2017 (Y-Modell, siehe Kapitel 1.2, Seite 4) 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.

Die einzige wesentliche Änderung seit 2007 betrifft die 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 mathematischen Grundlagen und ihrer Interdependenzen verfügen, auf die das weitere Studium vollständig aufbaut (siehe Kapitel 6.1, Abschnitt Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP), Seite 19).

²⁰ Vgl. Artikel in TUMCampus 2/2014, S. 27 (<https://www.tum.de/die-tum/magazine/tumcampus/archiv/>)

10 Anhang der Studiengangsdokumentation

Ressourcentabelle

Letter of Intent