

Studiengangsdokumentation Studienprogramm TopMath: Elite- Masterstudiengang Mathematik mit zusätzlichem Promotionsstudiengang Mathematik

Teil A

School of Computation, Information and Technology
Technische Universität München

U. Faust

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: School of Computation, Information and Technology
- Bezeichnung: TopMath – Elitemasterstudiengang Mathematik mit zusätzlichem Promotionsstudiengang Mathematik
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
- Regelstudienzeit und Credits: 8 Fachsemester und 240 Credit Points (CP), davon
 - 4 Semester im Elite-Masterstudiengang Mathematik (120 CP)
 - 6 Semester im Promotionsstudiengang Mathematik (180 CP, davon 60 CP aus dem Elite-Masterstudiengang Mathematik)
 - (2 Semester werden parallel im Elite-Masterstudiengang und im Promotionsstudiengang Mathematik absolviert)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV – Master)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2004/05,
Neueinrichtung Wintersemester (WiSe) 2018/19
- Sprache: Deutsch/Englisch
- Hauptstandort: Garching
- Ergänzende Angaben: Elitestudienprogramm bestehend aus zwei ineinander verzahnten Studiengängen
- Studiengangsverantwortlicher: Prof. Dr. Marco Cicalese
- Ansprechpersonen bei Rückfragen zu diesem Dokument: Prof. Dr. Marco Cicalese, Dr. Katja Kröss
E-Mailadresse: topmath@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 89 289 17495
- Stand vom: 19.10.2022

TopMath = Studienprogramm TopMath des Elitenetzwerks Bayern

ENB = Elitenetzwerk Bayern

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	5
1.1	Zweck des Studiengangs	5
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	6
2	Qualifikationsprofil	8
2.1.	Elite-Masterstudiengang.....	8
2.2.	Promotion.....	10
3	Zielgruppen	11
3.1	Adressatenkreis	11
3.2	Vorkenntnisse	11
3.3	Zielzahlen	12
4	Bedarfsanalyse	14
5	Wettbewerbsanalyse	16
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	16
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	17
6	Aufbau des Studiengangs.....	18
6.1	Paralleles Studienmodell und PreDoc-Phase	18
	Mentoring	19
	Independent Studies	20
	Flexibilität in der Studienplangestaltung und Mobilität	20
	Vielfältiges Modul- und Veranstaltungsangebot.....	21
6.2	Elite-Masterstudiengang.....	21
6.3.	Aufbau Promotionsstudiengang	26
	Integration in die TUM Graduate School	28
6.4.	Studierbarkeit.....	28
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	30
8	Entwicklungen im Studiengang	32

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

In einer auf effizienten Einsatz von Ressourcen ausgerichteten Gesellschaft nimmt die qualitative und quantitative Erfassung von technischen und wirtschaftlichen Prozessen eine Schlüsselrolle ein. Der methodische Kern entsprechender Modellierungen, Analysen und Algorithmen ist mathematischer Art, wodurch die Mathematik zu einem zentralen (wenn auch auf der „Oberfläche“ oft nicht mehr direkt wahrnehmbaren) innovativen Faktor wird. Der Präsenz mathematischer Denkweisen auf der gesamten Stufenleiter solcher Prozesse – von Forschung und Innovation bis zum Einsatz wohlerprobter Verfahren – entspricht ein gesellschaftlicher Bedarf an in unterschiedlicher Ausrichtung und Tiefe ausgebildeten Mathematiker*innen.

Leitidee des Studienprogramms TopMath ist es, besonders begabte, leistungsfähige und leistungswillige Studierende der Mathematik innerhalb einer Studiendauer von vier Jahren vom Abschluss des Bachelor zur Promotion im Fach Mathematik zu führen und dabei motivierte Nachwuchskräfte für die wissenschaftliche Forschungstätigkeit und für Führungsaufgaben in Forschung und Wirtschaft auf Spitzenniveau auszubilden. Wesentliche Elemente zur Erreichung dieses Ziels in vergleichsweise kürzerer Zeit sind eine möglichst frühzeitige Identifikation mit einer forschungsaktiven Umgebung und Integration in eine solche, verbunden mit intensiver individueller Betreuung bei möglichst hoher Eigenverantwortlichkeit, sowie die Bereitstellung von Zeit, Geld und Raum für kreatives Studieren und Forschen. Insbesondere durch umfangreiche Forschungskomponenten werden die Studierenden zügig zu selbständiger wissenschaftlicher Arbeit auf dem Niveau einer Promotion geführt und dabei intensiv in die scientific community vernetzt, etwa durch Teilnahme an überregionalen Kursen, durch Vorträge auf nationalen und internationalen Tagungen und durch eigene Publikationen.

Hierzu bedarf es einer besonders zugeschnittenen Studienstruktur, die sich von der Standardabfolge unterscheidet, nach der gewöhnlich nach Abschluss eines Bachelorstudiengangs zunächst ein Masterstudiengang durchlaufen und anschließend ein Promotionsvorhaben – in der Regel außerhalb eines Studiengangs – durchgeführt wird; die besondere Studienstruktur wird in Kapitel 6 im Einzelnen beschrieben. Das Studienprogramm TopMath besteht aus einem Elite-Masterstudiengang mit forschungsorientiertem Charakter und einem Promotionsstudiengang. Das erste Jahr des Elite-Masterstudiengangs (die PreDoc-Phase) hat die Funktion, einen möglichen Übergang in den Promotionsstudiengang vorzubereiten. Falls dieser Übergang stattfindet, wird ab dem zweiten Jahr des Elite-Masterstudiengangs der Promotionsstudiengang parallel absolviert.

Sowohl der Elite-Masterstudiengang Mathematik als auch der Promotionsstudiengang Mathematik zielen darauf ab, die Studierenden zum intensiven wissenschaftlichen Arbeiten auf überdurchschnittlich hohem mathematischem Niveau zu befähigen. Die Ausbildung zur selbständigen Forschungsfähigkeit steht im Fokus des Programms. Ausdauer, intensives Eigenstudium mit begleitender fachlicher Betreuung sowie regelmäßiger Wissensaustausch und Diskurs werden besonders gefördert. Des Weiteren werden mit Beginn des Elite-Masterstudiengangs sowohl die individuellen Interessen und Neigungen der Studierenden als auch die fachimmanenten Interdependenzen berücksichtigt. Es wird sichergestellt, dass ungeachtet der

etwas früheren Spezialisierung ihre Ausbildung hinreichend breit angelegt ist. Im Vergleich zum regulären Masterstudiengang zeichnet sich der Elite-Masterstudiengang in TopMath durch eine stärkere Betonung der forschungsbezogenen Profilelemente aus, d. h. der verstärkten, selbständigen Aneignung und Anwendung von fachspezifischem Wissen und ebensolchen Kompetenzen. Weitere Elemente, zu denen auch überfachliche Grundlagen (z. B. soziale Kompetenzen – „Soft Skills“ – und Fremdsprachenkenntnisse) sowie ein optionales Berufspraktikum gehören, können je nach individuellem Interesse erworben werden und sichern neben der Forschungs- auch die Berufsqualifikation.

Der Promotionsstudiengang im Programm TopMath zielt darauf ab, dass Studierende ein überdurchschnittliches systematisches Verständnis und tiefgehende Kenntnisse in ihrer Forschungsdisziplin (einem Teilbereich der Mathematik und ggf. angrenzenden Gebieten) erwerben sowie gezielt Fertigkeiten und Methoden der mathematischen Forschung anwenden und weiterentwickeln können. Sie sollen dazu befähigt werden, einen eigenen vertieften, wissenschaftlichen Beitrag zu leisten, der die Grenzen des Fachwissens der Mathematik erweitert. Dabei handelt es sich um Exploration und Abstraktion (Verbindungen zwischen mathematischen Sachverhalten erkennen, Gemeinsamkeiten aufdecken und in formale Abstraktion gießen), das Aufstellen von Vermutungen und das Finden stringenter Beweise, im Zusammenwirken von Beispielen und Gegenbeispielen. Weiterhin verbreitern und vertiefen sie ihre Kenntnisse in je nach individueller Studienausrichtung unterschiedlichen weiteren Teildisziplinen der Mathematik. Als Absolvent*innen des Promotionsstudiengangs TopMath sind sie insbesondere befähigt, verantwortungsvolle Positionen im Bereich der Entwicklung und Forschung einzunehmen, sowohl im universitären als auch im außeruniversitären Kontext. So fanden TopMath-Absolvent*innen bisher beispielsweise Anstellung als Postdoktorand*innen, als Entwickler*innen oder als Unternehmensberater*innen, aber auch Unternehmensgründer*innen finden sich unter ihnen.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Einbettung des Studienprogramms in die künftige Lehrstrategie der am 01. Oktober 2022 gegründeten TUM School of Computation, Information and Technology wird zeitnah ergänzt.

Die Technische Universität München orientiert sich als „führende unternehmerische Universität“¹ an besten internationalen Standards, ist weltweit vernetzt und nutzt zum Leistungsvergleich internationale Allianzen mit führenden Lehr- und Forschungseinrichtungen. Das Department Mathematik der School of Computation, Information and Technology fügt sich ein als in Deutschland zur Spitzengruppe gehörendes, international kompetitives Zentrum für angewandte und interdisziplinäre mathematische Lehre und Forschung. Die an ihm tätigen Wissenschaftler*innen sind vielfältig in internationale, nationale und regionale Verbünde unterschiedlichen Typs eingebunden. Durch seinen hohen Anteil forschungsbezogener Profilelemente trägt das Studienprogramm TopMath in besonderem Maße dazu bei, junge, motivierte und besonders

¹ Leitbild der TUM (<http://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/leitbild/>)

leistungsfähige und begabte Studierende in diese Zusammenhänge zu integrieren. Auf die Förderung besonderer Talente mit Wertebewusstsein, Leistungsfähigkeit und individuellen Begabungen legen sowohl die TUM als auch die School of Computation, Information and Technology einen wichtigen Schwerpunkt.

Bereits potenzielle Studienanfänger*innen im Fachbereich Mathematik nennen das Studienprogramm TopMath vielfach als ein Motiv für die Wahl der TUM als Studienort. Die Einbindung der im Studienprogramm Studierenden in den Lehrbetrieb der School, sei es als Teilnehmer*innen oder Tutor*innen von Lehrveranstaltungen, sei es als an den Aktivitäten des betreuenden Lehrstuhls Beteiligte, gibt der School interessante Impulse.

Die überfachlichen Anteile des Studienprogramms TopMath, realisiert sowohl innerhalb des Studienprogramms selbst als auch im Rahmen des Elitenetzwerks Bayern und der TUM Graduate School, fördern Urteilsfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein, kulturelle Sensibilität und soziale Kompetenz und tragen damit zur qualifizierten Ausübung späterer beruflicher Tätigkeiten vielseitig bei. Die vielfältigen Interaktionen innerhalb des Studienprogramms lassen einen ausgeprägten sozialen Zusammenhalt entstehen, welcher zu einer bereits jetzt erkennbaren längerfristigen Rückbindung an die Hochschule führt. So nehmen Alumni und Alumnae an TopMath-Veranstaltungen teil, berichten aus dem Berufsleben und vermitteln erfolgreich Praktikumsplätze und Betriebsbesichtigungen bei ihren Arbeitgebern.

2 Qualifikationsprofil

Das Studienprogramm TopMath beinhaltet folgende Abschlüsse:

- den Elite-Mastergrad im Elite-Masterstudiengang (M.Sc.) und
- die Promotion (Dr. rer. nat.)

Das nachfolgende Qualifikationsprofil ist unterteilt in Elite-Masterstudiengang und Promotion; es werden die Kompetenzen, Fähigkeiten und Fertigkeiten aufgeführt, über die die Studierenden nach dem jeweiligen Abschluss verfügen.

Es entspricht inhaltlich den Vorgaben des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmen – HQR) und den darin enthaltenen Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen, (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3.2 und 6 sowie in der entsprechenden Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

2.1. Elite-Masterstudiengang

Wissen und Verstehen

Absolvent*innen des Elite-Masterstudiengangs sind im jeweils gewählten mathematischen Fachgebiet (Optimierung, Numerik und Wissenschaftliches Rechnen, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Mathematische Physik, Analysis, Geometrie, Algebra, Biomathematik, Finanzmathematik) mit fortgeschrittenen, vertieften mathematischen Sachverhalten, Ansätzen, Methoden und Denkweisen vertraut (z. B. im Bereich Optimization im Scheduling, in der strategischen Planung, in der optimalen Steuerung oder in der Datenanalyse; im Bereich der Biomathematik können sie Analysen, Prognosen und Statistiken für biologische, pharmazeutische und medizinische Zwecke modellieren). Sie haben sich ein überdurchschnittlich gut ausgebildetes Abstraktionsvermögen und ein vertieftes Verständnis des logischen Aufbaus der Mathematik angeeignet, im Besonderen von anspruchsvolleren mathematischen Beweistechniken. Zum Beispiel können sie verschiedene Arten von Beweisen von wichtigen Theoremen wie den Fundamentalsatz der Analysis oder den Fundamentalsatz der Algebra nachvollziehen.

Sie besitzen die Fähigkeit, sich innerhalb kurzer Zeit in abstrakte und komplexe mathematische Theorien und Beweisführungen einzuarbeiten (im Bereich der Analysis etwa in partielle Differentialgleichungen und dynamische Systeme, im Bereich Geometrie und Algebra bspw. entwickeln sie ein profundes Verständnis für algebraische und geometrische Strukturen) und in der intensiven Auseinandersetzung mit Problemen aus Anwendungen und anderen mathematischen Fachrichtungen den mathematischen Kern dieser Probleme objektiv zu erfassen und herauszukristallisieren. Spezialisieren sie sich bspw. im Bereich der Wahrscheinlichkeitstheorie, können sie unter Verwendung der entsprechenden Fachterminologie einfache Modellierungen von natürlichen Phänomenen beschreiben.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Absolvent*innen des Elite-Masters verfügen nach erfolgreichem Abschluss über substanzielle Fähigkeiten zur selbständigen Bearbeitung anspruchsvoller mathematischer Forschungsprojekte und -themen (z. B. im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie in der Erstellung und Bewertung aktueller stochastischer Modelle in der Finanz- oder Versicherungswirtschaft): Sie sind in der Lage, relevante mathematische Fragestellungen eigenständig zu identifizieren und auf Grundlage wissenschaftlich fundierter Entscheidungen daraus erste sinnvolle Forschungsprobleme zu definieren, selbständig geeignete Lösungsansätze und -methoden zu eruiieren und anzuwenden sowie ggf. erste eigene Forschungsergebnisse zu erzielen. Bei der Bearbeitung einer gehobenen mathematischen Problemstellung denken sie mathematisch-kreativ und gelangen – auch ohne bzw. geringe kurzfristige Erfolgserlebnisse – mit hoher Ausdauer zu Ergebnissen. Das erlernte Fachwissen ermöglicht etwa Absolvent*innen aus den Bereichen Wissenschaftliches Rechnen, Mathematische Physik und Optimierung kreative, teils auch unübliche und völlig neue Lösungen für die komplexen Aufgabenstellungen im Bereich der Evolutionary Games (z. B. mit Deep Learning-Algorithmen).

Kommunikation und Kooperation

Neben ihrer unmittelbaren fachlichen Qualifikation sind Absolvent*innen in der Lage, ihre Arbeitsfortschritte und Ergebnisse klar, sachlich, präzise, objektiv und unter Verwendung der korrekten Fachtermini zu kommunizieren, im Dialog einzubringen und weiterzuentwickeln. Außerdem haben sie die Fähigkeit erworben, diese auch auf nationalen und internationalen Fachtagungen zu präsentieren und argumentativ zu vertreten. Sie können Poster zu fachbezogenen Themen etwa für Konferenzen erstellen und haben bereits erste Erfahrungen mit dem Erstellen von wissenschaftlichen Artikeln gesammelt. Sie verfügen über vertiefte englische Fachsprachenkenntnisse in Wort und Schrift sowie, je nach Neigung und Wahl, über internationale Kompetenzen (z.B. weitere Sprachen) und interkulturelles Bewusstsein (z. B. Erkennen von unterschiedlichen kulturellen Standards). Sie sind es gewohnt, in internationalen Teams auf höchstem Niveau konstruktiv zu arbeiten. Ferner haben sie ihre sozialen und gesellschaftlichen Kompetenzen in ausgewählten Bereichen weiterentwickelt, je nach Thematik der besuchten Soft-Skills-Module (z. B. Ethics of Responsibility; Technik, Wirtschaft und Gesellschaft; Menschenrechte in der Gegenwart; Perspektiven der Technikfolgenabschätzung; Agil und lateral führen; Coaching Skills; Mental Health).

Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

Absolvent*innen sind im Sinne des Programms für eine Promotion in einem Fachbereich der Mathematik prädestiniert. Aufgrund der forschungsorientierten Ausrichtung des Elite-Masters sind sie aber auch ohne Promotion sowohl für eine wissenschaftliche Tätigkeit an einer Hochschule oder Forschungseinrichtung als auch für eine Tätigkeit in Forschung und Entwicklung in der Industrie qualifiziert. Sie können den aktuellen Stand der Forschung in ihrem Spezialisierungsgebiet analysieren, neue Forschungsfragen formulieren und konkrete anwendungsorientierte Lösungsansätze formulieren. Sie sind sowohl befähigt, wissenschaftliche Forschung nach bester wissenschaftlicher Praxis zu betreiben als auch innovative Produkte zu entwickeln, und reflektieren ihr berufliches Handeln in Bezug auf gesellschaftliche Erwartungen und Folgen kritisch. Absolvent*innen im Bereich Analysis und Mathematische Physik sind bspw. in der Lage, zentrale

Software (z.B. Matlab, Mathematica, CPLEX) anzuwenden, um relevante Simulationen auszuführen. Im Bereich Projektive Geometrie etwa können Absolvent*innen mittels Apps mathematische Strukturen für computergestützte interaktive Visualisierungen zugänglich machen.

2.2. Promotion

Wissen und Verstehen

Nach erfolgreicher Promotion, die eine Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades im Fach Mathematik beinhaltet, haben Absolvent*innen einen eigenen Beitrag zur Forschung geleistet. Sie besitzen ein ausgezeichnetes systematisches Verständnis und hervorragende Kenntnisse ihrer jeweiligen Forschungsdisziplin (eines Teilbereichs der Mathematik und ggf. angrenzender Gebiete). Sie beherrschen umfänglich die analytischen Fertigkeiten und Methoden, die in der mathematischen Forschung in diesem Gebiet angewandt werden. Sie besitzen die Fähigkeit, wesentliche Fragestellungen mit wissenschaftlicher Integrität selbständig zu identifizieren und zu konzipieren sowie kritische Analyse, Entwicklung und Synthese neuer und komplexer Ideen in der Mathematik durchzuführen. Im Bereich Quantum Machine Learning erreichten Absolvent*innen z. B. theoretische Generalisierungen variationeller Methoden.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Absolvent*innen sind dazu befähigt, im Rahmen eines thematisch begrenzten mathematisch-naturwissenschaftlichen Forschungsbereichs bzw. Spezialgebietes Forschungsbedarf zu erkennen. Sie leisten einen eigenen vertieften, wissenschaftlichen Beitrag, der die Grenzen des Fachwissens der Mathematik erweitert. Sie trugen etwa im Bereich der Wahrscheinlichkeitstheorie dazu bei, Mixing Times in einfachen Random Walks auf Graphen einzuschätzen.

Kommunikation und Kooperation

Absolvent*innen sind bestens vertraut mit der intensiven Teilhabe am wissenschaftlichen Diskurs. Sie sind es gewohnt, wissenschaftliche Abhandlungen zu schreiben und können ihre Erkenntnisse aus den untersuchten mathematisch-naturwissenschaftlichen Spezialgebieten mit Fachkollegen souverän diskutieren sowie vor akademischem Publikum (z. B. auf Konferenzen vor internationalem Fachpublikum) mit rhetorischer Sicherheit vortragen.

Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

Absolvent*innen übernehmen verantwortliche Aufgaben in Forschung und Lehre, sind aber ebenso qualifiziert für Führungsaufgaben in der Wirtschaft. Sie sind hierfür zum interdisziplinären Arbeiten sowie zu einer effektiven wissenschaftlichen Arbeitsweise umfangreich ausgebildet und sich ihrer gesellschaftlichen Verantwortung bewusst. Sie verfolgen entweder weiter ihre wissenschaftliche Karriere und arbeiten z. B. als Postdocs an in- und ausländischen Universitäten und Forschungseinrichtungen (z. B. Max-Planck-Gesellschaft, CNRS, CNR) oder sind in forschungsorientierten Abteilungen großer Unternehmen (wie BMW, Siemens, Deutsche Bank) beschäftigt.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Das Studienprogramm TopMath wendet sich an besonders motivierte und leistungsfähige Bachelorabsolvent*innen aus dem In- und Ausland mit einem ausgeprägten Interesse an anspruchsvoller Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Mathematik und dem Wunsch nach selbständiger Entfaltung eigener mathematischer Zielsetzungen.

3.2 Vorkenntnisse

Neben einer breiten mathematischen Grundlagenausbildung, insbesondere in den Kerngebieten der Analysis, Algebra, Geometrie, Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, Numerische Mathematik und Optimierung, und ausgezeichneten Leistungen in einem mathematischen Bachelorstudiengang² werden mathematische Kreativität, eine besondere Fähigkeit zum selbständigen Arbeiten und eine überdurchschnittliche Leistungsbereitschaft vorausgesetzt. Der Nachweis hierzu erfolgt im zweistufigen Eignungsverfahren des Elite-Masterstudiengangs (vgl. FPSO, Anlage zum Eignungsverfahren).

Für die Bewertung der fachspezifischen Interessen und Ziele etwa sollen die Bewerberinnen und Bewerber in der Lage sein, ihre bisher erworbenen Kenntnisse objektiv darzustellen und mit den eigenen Karrierezielen sowie den Inhalten des Studiengangs in Verbindung zu bringen. Dazu zählt z. B. die Neigung für ein oder zwei bestimmte mathematische Fachgebiete, die für die frühe mathematische Spezialisierung, die mit dem programmspezifischen 1:1-Mentoring einhergeht, zentral ist. Sie sollen außerdem über fachspezifische, etwa in einem Bachelorstudiengang erworbene Schlüsselqualifikationen wie Abstraktionsvermögen, strukturiertes und logisches Denken und Kreativität bei der Problemlösung verfügen. Diese stellen sie beispielsweise anhand der Skizzierung eines Lösungswegs für eine exemplarische mathematische Problemstellung im Rahmen des Essays oder des Auswahlgesprächs unter Beweis. Hierbei sollen sie auch bereits erkennen lassen, dass sie wissenschaftliche Argumente anführen und einfache wissenschaftliche Literatur in eigenen Worten wiedergeben können. Wichtig ist schließlich ein besonderes Interesse, ausdauernd nach wissenschaftlichen Grundsätzen an mathematischen Forschungsthemen arbeiten zu wollen. Insgesamt sollen Studienbewerber*innen erwarten lassen, im Falle entsprechender Leistungen in der PreDoc-Phase eine Dissertation in drei Jahren erfolgreich abzuschließen. Die Leistungsbereitschaft begründet sich beispielsweise durch Ausführungen zu studiengangspezifischen Berufsausbildungen, Praktika, Auslandsaufenthalten oder über eine erfolgte fachgebundene Weiterbildung im Bachelorstudium, die über Präsenzzeiten und Pflichtveranstaltungen hinausging.

² Die Studierenden müssen einen an einer in- oder ausländischen Hochschule erworbenen mindestens sechssemestrigen qualifizierten Bachelorabschluss oder einen mindestens gleichwertigen Abschluss in mathematischen Studiengängen nachweisen. (Vgl. FPSO, § 7 Abs. 1 Nr. 1)

3.3 Zielzahlen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die jeweiligen Bewerberzahlen je Studienjahr sowie die Anzahl der tatsächlich in TopMath aufgenommenen Studierenden (Studienanfänger*innen).

Jahrgang	Beginn zum	Bewerber*innen insgesamt	Studienanfänger*innen
1.	WS 04/05, SS 05	16	9
2.	WS 05/06	15	9
3.	WS 06/07	12	8
4.	WS 07/08	15	9
5.	WS 08/09	18	12
6.	WS 09/10, SS10	32	14
7.	WS 10/11	15	7
8.	WS 11/12	18	13
9.	WS 12/13	25	10
10.	WS 13/14	21	14
11.	WS 14/15	16	9
12.	WS 15/16	12	6
13.	WS 16/17	13	8
14.	WS 17/18	18	12
Summe		246	140

Tabelle 1: Bewerber*innen und Studienanfänger*innen (alte Studienstruktur bis WS 2017/18)

Jahrgang	Beginn zum	Bewerbe*innen insgesamt	in TopMath aufgenommen insgesamt
15.	WS 18/19	9	5
16.	WS 19/20	12	7
17.	SS 20, WS 20/21	18	7
18.	SS 21, WS 21/22	19	11
19.	SS 22, WS 22/23	17	10
Summe		75	40

Tabelle 2: Bewerber*innen und Studienanfänger*innen (neue Studienstruktur ab WS 2018/19)

Angesichts der hohen Ansprüche des Studienprogramms TopMath an die Bewerber*innen liegt die Zahl von 9 bis 32 Bewerbungen im Rahmen der Erwartungen. Die schwankenden Aufnahmequoten erklären sich aus der konsequenten Einhaltung der Qualitätskriterien. So ist es nicht das Ziel, jährlich eine bestimmte Anzahl von Studierenden aufzunehmen, sondern diejenigen

besonders begabten und leistungswilligen Studierendenbewerber*innen gezielt zu fördern, die erwarten lassen, das Studienprogramm erfolgreich zu absolvieren. Alle limitierenden Faktoren (besondere Begabung, Motivation für wissenschaftliches Arbeiten und komplexe mathematische Probleme sowie hohe Eigenständigkeit) rühren aus den hohen Anforderungen des Studienprogramms. Bislang wurden alle für geeignet gehaltenen Bewerber*innen im Rahmen des Eignungsverfahrens aufgenommen. Es gibt keinen Grund zur Annahme, dass sich daran etwas ändern wird.

Solange sich die externen Rahmenbedingungen (z.B. Größe des Departments, Verfügbarkeit der Hochschullehrenden) nicht ändern, stellt eine Zahl von ca. 15-20 Studierenden pro Jahrgang insbesondere hinsichtlich der bestehenden Ressourcen eine angemessene Größe dar.

	Anzahl	davon an Uni Augsburg
TM-Stud. in Promotionsphase	32	3
TM-Stud. in PreDoc-Phase	11	0
Summe TM-Stud.	43	3

Tabelle 3: Aktuelle Anzahl Studierender und Promovierender im Sommersemester 2022

Eine signifikante Auswirkung der Studiengangsreform besteht hinsichtlich der Attraktivität des TopMath-Programms für Studierende, die ihren Bachelor nicht an den am Programm beteiligten Universitäten TUM und Universität Augsburg absolviert haben: Seit dem Wintersemester 2018/19 stammen 44 % der Bewerber*innen von anderen Universitäten. Die Studiengangsreform schlägt sich auch in der Statistik zum Ort der Erlangung der Hochschulreife nieder. Hatten vor der Studiengangsreform 60 % der Bewerber*innen ihre Hochschulreife in Bayern erworben, etwas über 30 % in den weiteren Bundesländern der Bundesrepublik und unter 10 % im Ausland, sind es nunmehr ca. 40 % aus Bayern, ebenso viele aus dem Ausland (Bangladesch, Belgien, Brasilien, China, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Indien, Iran, Italien, Kanada, Korea, Mexiko, Niederlande, Nigeria, Österreich, Russland, Spanien) und ca. 16 % aus der restlichen Bundesrepublik.

4 Bedarfsanalyse

Unter Absolvent*innen der Mathematik herrscht Vollbeschäftigung; d. h., die Arbeitslosenquote beträgt unter 3 %.³ Die Tätigkeitsfelder von Mathematiker*innen sind zahlreich und divers: Neben der Lehrtätigkeit an Schulen nennen G. Törner et al. „Finanz- und Versicherungswirtschaft, der Fahrzeug- und Flugzeugbranche, Unternehmensberatungen, Schulbuchverlagen, Programmierung und Softwareentwicklung (z. B. auch Computerspiele, Filmanimationen), Ingenieurunternehmen, Aktuar, Projektmanagement, Spiel- und Leistungsanalyse, Informationstechnik, Gesundheitssektor, Dokumentenanalyse (OCR, Ahnenforschung), Landschaftsökologie, der Start-Up-Branche (Buchverlag, Essensbranche,...) und [...] Öffentlichkeitsarbeit“.⁴ Die Auswertungen der fakultätsinternen Absolvent*innumfragen bestätigen dies und zeigen zudem die große Nachfrage am Arbeitsmarkt.⁵ Diese wiederum schlägt sich nieder im hohen Interesse zahlreicher Firmen an Kooperationen mit der Fakultät (ab Oktober 2022: Department) für Mathematik (z. B. Meet My Company, Fit for TUMorrow, Data Innovation Lab, Mathematische Fallstudien).

Die hohe mathematische Qualifikation der Absolvent*innen des Masterstudiengangs TopMath entspricht generell allen genannten Beschäftigungsfeldern in Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung, in denen die kritische mathematische Analyse und Lösung von Problemen hoher Komplexität nachgefragt sind. Nach den Erfahrungen der Programmverantwortlichen an der Fakultät respektive am Department für Mathematik sowie des Elitenetzwerks Bayern verteilen sich die Absolvent*innen auf alle der genannten Tätigkeitsfelder, wobei der Anteil der Absolvent*innen, die forschungsbezogene mathematische Tätigkeiten übernehmen, aufgrund des zentralen Fokus des Elite-Masterstudiengangs (und des Promotionsstudiengangs) auf die Forschungsbefähigung der Studierenden sicherlich am größten ist. So verbleibt der Großteil der Absolvent*innen des TopMath-Masters im Promotionsstudiengang von TopMath, eine kleinere Anzahl wechselt nach dem Abschluss des Masters an eine andere Universität oder Forschungseinrichtung, um dort die Promotion zu verfolgen. Während dieser Promotionszeit werden viele als wissenschaftliche*r Mitarbeiter*in an den beiden am Programm beteiligten Universitäten beschäftigt. Sowohl Absolvent*innen des Promotionsstudiengangs als auch diejenigen Absolvent*innen des Masterstudiengangs, die sich gegen eine Promotion und für einen sofortigen Einstieg in die Berufswelt entscheiden, finden wegen ihrer überdurchschnittlichen mathematischen Qualifikation, ihren analytischen Fähigkeiten sowie der im Studium gestärkten Kommunikations- und

³ <https://www.academics.de/ratgeber/mathematiker-berufsaussichten> (zuletzt abgerufen am 27.06.2022); vgl. außerdem die Aussagen der Deutschen Mathematiker Vereinigung (DMV) gegenüber der FAZ vom 23.03.2017 (<https://www.faz.net/aktuell/karriere-hochschule/campus/mathematik-studium-bietet-gute-berufschancen-am-arbeitsmarkt-14881819.html>, zuletzt abgerufen am 27.06.2022); Dieter, M., Törner, G.: Der Arbeitsmarkt für Mathematiker – Teil 1., Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 22 (2014) 3, S. 154-157; Törner, G., Berndtsen, B., Peters-Dasdemir, J.: Arbeitsmarkt für Mathematiker/innen, Mitteilungen der Deutschen Mathematiker- Vereinigung 27 (2019) (1), S. 26-31.

⁴ Törner, G., Berndtsen, B., Peters-Dasdemir, J.: Arbeitsmarkt für Mathematiker/innen, Mitteilungen der Deutschen Mathematiker- Vereinigung 27 (2019) (1), S. 29.

⁵ Zu den Zahlen s. die Studiengangsdokumentation des Bachelorstudiengangs Mathematik der TUM vom 27.11.2018

(https://www.ma.tum.de/Resources/Persistent/f/4/2/d/f42de2adcb41dda94d65a57af96f13e03711616b/Studiengangsdokumentation_Bachelor_Mathematik.pdf; zuletzt abgerufen am 27.06.2022).

Argumentationsfähigkeiten problemlos Anstellungen bei Unternehmen in Technologiebranchen (z. B. als Berechnungsingenieur*innen, Software-Entwickler*innen), im Banken-, Versicherungs- und Finanzsektor (z. B. als Risk Analyst*in, Asset Manager*in) und im Consulting (z. B. als Strategy Consultant). Eine typische Tätigkeit ist beispielsweise die Mitarbeit in einem Team zur Lösung konkreter branchenspezifischer Aufgaben in Forschung, Entwicklung und Analyse. Konkrete Anhaltspunkte zum Verbleib der Absolvent*innen können im Rahmen einer Absolvent*innenbefragung eruiert werden.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Entsprechend der in Abschnitt 1.2 erläuterten strategischen Stellung der Technischen Universität München und des Departments für Mathematik erhalten die Studierenden des Studienprogramms TopMath im Umfeld der Angewandten Mathematik vielfältige und differenzierte Angebote zur Integration in diverse Wissenschaftskontexte zu einem vergleichsweise frühen Zeitpunkt ihres Studiums.

TopMath zeichnet sich insbesondere durch zwei herausragende Merkmale aus. Erstens setzt das Studienprogramm, bundesweit erstmalig, seit 2004 das Konzept einer Promotion um, in der nach dem Bachelor das Ziel Promotion direkt angestrebt wird, wobei der Master (bzw. früher das Diplom) parallel erworben wird.⁶ In der Zwischenzeit haben eine ganze Reihe von Universitäten ihre Promotionsordnungen dahingehend erweitert, dass ein solches Verfahren prinzipiell möglich ist. Eine andere Frage ist aber, ob darauf zugeschnittene Studiengänge angeboten werden. Das ist in der Regel nicht der Fall. Zweitens hebt sich TopMath von anderen Masterstudiengängen durch die besondere Förderung von talentierten Studierenden der Mathematik ab.

Die in 2006 gegründete Berlin Mathematical School (BMS) bietet ein zweiphasiges Promotionsprogramm an. Die Aufnahme in Phase 1 erfordert einen Bachelorabschluss, die Aufnahme in Phase 2 (die eigentliche Promotionsphase) einen Masterabschluss oder einen erfolgreichen Abschluss der Phase 1. Dieses Programm ist nicht als Studiengang formalisiert. Die BMS war bis 2018 ein Programm der Exzellenzinitiative, seit 2019 eine Graduiertenschule im Exzellenz-Cluster MATH+, gefördert durch die Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder. Sie verfügt im Gegensatz zum Studienprogramm TopMath über Stipendien, aus Mitteln der Exzellenzinitiative und der Berliner Universitäten.⁷

Weiterhin seien beispielhaft genannt die 2010 gestarteten Programme BayCompMath und BayTheoMath an der Universität Bayreuth im Rahmen der Graduiertenschule BayNAT,⁸ für das Ingenieurwesen das Programm TopING in der Elektro- und Informationstechnik (seit WS 11/12) an der Universität Bochum.⁹

International bieten bspw. die International School for Advanced Studies (SISSA) in Triest¹⁰ und die großen Écoles Frankreichs wie die École Polytechnique ein kombiniertes Master- und Promotionsprogramm in Mathematik an.¹¹ Weitere renommierte Hochschulen, etwa die Scuola

⁶ Dieses Konzept wird oft als Fast-Track-Promotion bezeichnet. Vgl. auch die Empfehlung des Präsidiums der HRK vom 23.04.2012: „Die HRK spricht sich dafür aus, dass nur Fast-Track-Promotionen mit integriertem Masterabschluss angeboten werden.“

⁷ <https://www.math-berlin.de/> (zuletzt abgerufen am 01.07.2022)

⁸ <https://www.baynat.uni-bayreuth.de/de/index.html> (zuletzt abgerufen am 01.07.2022)

⁹ https://etit.ruhr-uni-bochum.de/fileadmin/content/Fakultaet_fuer_Elektrotechnik_und_IT/ETIT_Forschung/Promotionen/20220301_Leitfaden_fuer_TopING.pdf (zuletzt abgerufen am 01.07.2022)

¹⁰ <https://www.sissa.it/> (zuletzt abgerufen am 01.07.2022)

¹¹ <https://programmes.polytechnique.edu/programme-doctoral> (zuletzt abgerufen am 01.07.2022)

Normale Superiore di Pisa, präferieren die klassische Abfolge Bachelorstudiengang – Masterstudiengang – Promotionsprogramm. Mit allen genannten Programmen gehen Stipendien für die Studierenden und Promovierenden einher.

Während die Studierenden bei all diesen Programmen wie im Rahmen von TopMath in einem wissenschaftlich sehr anregenden Umfeld studieren und von international renommierten Professor*innen unterrichtet werden, hebt sich TopMath insbesondere durch zwei zentrale Charakteristika hervor: durch die sehr intensive 1:1-Betreuung ebenso wie durch die flexible Studienstruktur mit den Independent Studies, die jedem*jeder Studierenden ein individualisiertes Studienprogramm im Master ermöglicht.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der Technischen Universität München ist das Studienprogramm TopMath derzeit das einzige Programm, welches vom Bachelor direkt zur Promotion führt. Es stellt eine Alternative dar zum klassischen Weg zur Promotion in der Mathematik (2 Jahre Master, anschließend Promotionsphase) und eröffnet begabten und leistungswilligen Studierenden der Mathematik mit besonderem Interesse an mathematischer Forschungstätigkeit einen direkteren und kürzeren Weg zur Promotion. TopMath wartet außerdem mit drei weiteren Vorteilen auf: Es ermöglicht den Studierenden erstens ein sehr forschungsnahes Studium an, realisiert dank eines 1:1-Mentoring, das regelmäßige, in der Regel wöchentliche Treffen mit dem*der Mentor*in und die Integration in dessen*deren Arbeitsgruppe beinhaltet. Zweitens ermöglicht es den Studierenden eine sehr flexible Studiengestaltung und eine mathematische Spezialisierung in einem mathematischen Fachbereich, den das Department für Mathematik mit seinen fünf weiteren Masterprogrammen (Master Mathematik, Master Mathematics in Data Science, Master Mathematical Finance and Actuarial Science, Master Mathematics in Operations Research, Master Mathematics in Science and Engineering) nicht abdeckt – ohne gleichzeitig eine Spezialisierung in den genannten fünf Bereichen auszuschließen. Drittens geht TopMath zwar nicht mit einem Stipendium einher, verfügt aber über ausreichend Mittel, um die Studierenden in ihrer fachlichen und überfachlichen Qualifizierung beispielsweise durch die Finanzierung von Forschungsreisen, der Teilnahme an Tagungen, Workshops und Soft-Skill-Seminaren zusätzlich zu unterstützen. Mit dem Studienprogramm TopMath wird das Portfolio der TUM folglich um ein auf herausragende Studierende besonders zugeschnittenes Programm erweitert, das deren individuelle Förderung in den Fokus stellt.

6 Aufbau des Studiengangs

Inhaltlich erstreckt sich das Studienprogramm TopMath grundsätzlich über die volle Breite der von den beteiligten Hochschullehrer*innen vertretenen Fachgebiete der Mathematik und der stark mathematisch geprägten Bereiche der Informatik. Die Fokussierung im Einzelfall hängt von der jeweiligen individuellen Wahl und Neigung bzw. gewählten Schwerpunktsetzung der Studierenden ab. Durch die freie Wahl ihres*ihres Erstbetreuer*in können die Studierenden insbesondere auf das gesamte am Department für Mathematik der TUM vorhandene Fächerspektrum zugreifen. Deren strategische Ausrichtung auf die an der TUM in außergewöhnlicher Breite und Tiefe vertretene Angewandte Mathematik bringt es mit sich, dass die Studierenden vielfach in interdisziplinäre Fragestellungen und Kooperationen eingebunden werden.

6.1 Paralleles Studienmodell und PreDoc-Phase

Das Studienprogramm TopMath besteht aus einem Elite-Masterstudiengang und einem Promotionsstudiengang. Die Abbildung 1 zeigt die besondere Struktur des Studienprogramms TopMath im Zeitverlauf: Das ineinander verzahnte Modell von Elite-Masterstudiengang und Promotionsstudiengang ist mit insgesamt 8 Semestern im Vergleich zum regulären Modell (Masterstudiengang und anschließende Promotion, 10 Semester) etwas kürzer.

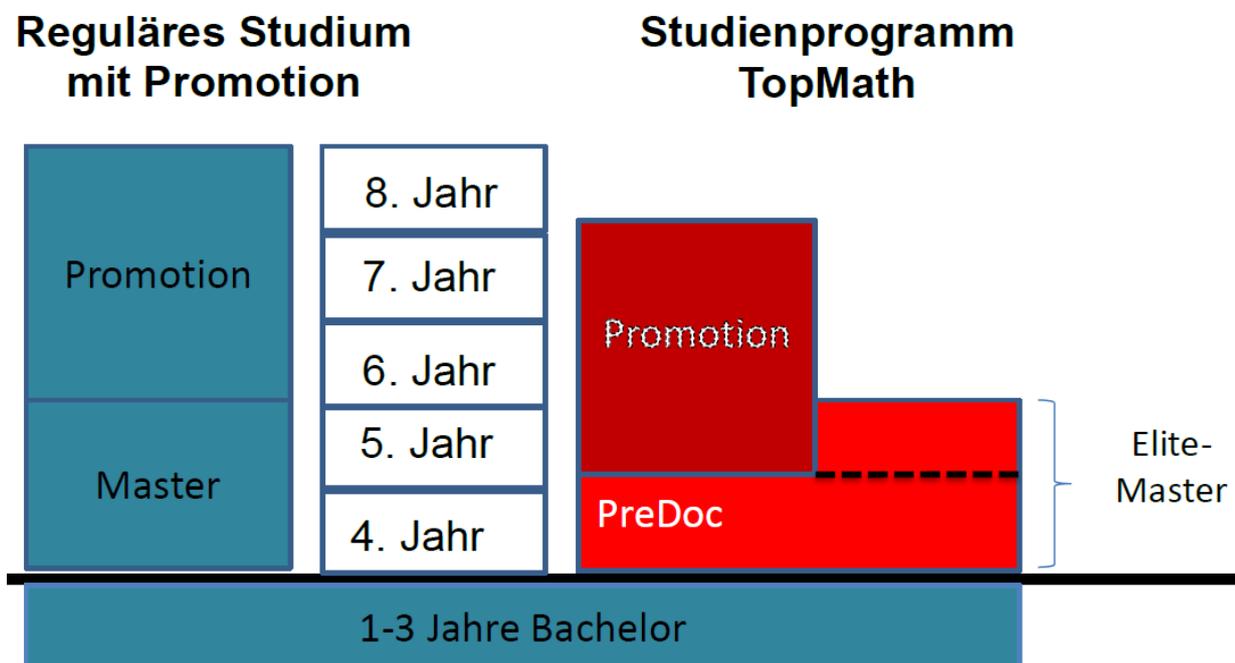


Abbildung 1: Vergleich reguläres Studium mit Promotion und Studienprogramm TopMath

Der Elite-Masterstudiengang zeichnet sich durch eine im Vergleich zu anderen Masterstudiengängen stärkere Betonung der forschungsbezogenen und auf Eigenständigkeit der Studierenden zielenden Profilelemente aus. Das erste Jahr des Elite-Masterstudiengangs hat darüber hinaus die Funktion, einen Übergang in den Promotionsstudiengang vorzubereiten (die

PreDoc-Phase). Falls ein erfolgreicher Übergang stattfindet, werden ab dem zweiten Jahr des Studienprogramms TopMath der Elite-Masterstudiengang und der Promotionsstudiengang parallel absolviert.

Das Studienprogramm TopMath beginnt mit dem Einstieg in den Elite-Masterstudiengang. Die ersten zwei Semester (PreDoc-Phase) dienen in der Regel dem Findungs- und Werdungsprozess beim Einstieg in das anspruchsvolle wissenschaftlich-forschungsorientierte Arbeiten in der Mathematik, also in die notwendige Denk- und Arbeitsweise auf fortgeschrittenem mathematischem Niveau. Im Fokus des ersten Semesters steht, dass alle Studierende des Programms mit dem Besuch verschiedener Vertiefungsmodule der Mathematik zunächst intensiv das für sie passende mathematisch-naturwissenschaftliche Spezialgebiet eruieren und dabei ihre Erstbetreuer*in (Mentor*in) finden respektive bestimmen. Diese begleiten die Studierenden dann weiter beim „Herantasten“ an mögliche aktuelle mathematische Fragestellungen. Nach dem Ende der PreDoc-Phase kann – in der Regel unter der Voraussetzung, dass Module im Mindestumfang von 60 ECTS (darunter zwingend das Modul „Independent Studies“ mit 15 CP) erbracht und mit mindestens 1,5 benotet wurden – der Übergang in die dreijährige Promotionsphase mit parallelem Elite-Master stattfinden, entschieden durch den Prüfungsausschuss von TopMath (Genaueres in Kapitel 6.3). Falls dieser Übergang nicht stattfindet, wird das Studium im Elite-Masterstudiengang regulär weitergeführt.

Mentoring

Entsprechend ihrer späteren Qualifikation ist in TopMath die Eigenverantwortlichkeit der Studierenden bei Gestaltung und Durchführung ihres Studiums von großer Bedeutung. Bei der Auswahl passender, den persönlichen Neigungen und Interessen entsprechenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Themen bzw. Spezialgebieten werden die Studierenden von Mentor*innen beratend begleitet und betreut. Noch während des ersten Semesters der PreDoc-Phase wählt jede*r Studierende eine*n persönliche*n Erstbetreuer*in aus dem Kreis der beteiligten Hochschullehrer*innen. Diese begleiten die Studierenden in einer 1-zu-1-Betreuung in den Modulen „Independent Studies“ und ggf. „Introductory Independent Studies“ und/oder „Advanced Independent Studies“ sowie in der Regel auch im gesamten weiteren Studienverlauf inklusive Masterarbeit und ggf. Promotionsvorhaben. Dabei sollen die Betreuer*innen als beratende Unterstützer*innen die Studierenden in ihrem eigenständigen Arbeiten und kreativen Denken vor allem stärken und ihnen gleichzeitig mit fachlicher Expertise beratend zur Seite stehen – auch und gerade wenn es darum geht, bei auftretenden Unsicherheiten auf dem richtigen wissenschaftlichen Weg zu bleiben oder zur Diskussion über alternative Problemlösungen anzuregen. Die Studierenden befinden sich daher im regelmäßigen fachlichen Austausch mit ihren Erstbetreuer*innen, u. a. über den Zwischenstand ihrer Arbeiten sowie über auftauchende mathematische Fragen und deren Umgang. In den ersten beiden Jahren erarbeiten die Studierenden von Semester zu Semester individuelle Curricula in Absprache mit den Erstbetreuer*innen. Diese werden dem*der Study Advisor und dem Studienausschuss im Sinne eines **Monitorings** vorgelegt, um mögliche Problemsituationen in Studienverlauf oder Betreuung zu erkennen und diesen ggf. gegenzusteuern. In den beiden Folgejahren (also während der unmittelbaren Arbeit am Promotionsvorhaben)

erstellen die Studierenden jährlich einen Bericht über ihre Arbeitsfortschritte und ihre kurz- und mittelfristigen Studien- und Forschungsvorhaben, die Erstbetreuer*innen nehmen dazu Stellung.

Independent Studies

In TopMath nimmt das intensive Selbststudium, das selbständige Erarbeiten mathematischer Problemstellungen und neuer mathematischer Wissensgebiete einen zentralen Stellenwert ein. Besonderes Merkmal des Studienprogramms TopMath sind daher die sogenannten Independent Studies. In den jeweiligen Modulen erarbeiten die Studierenden unter den Bedingungen des wissenschaftlichen Arbeitens ein eigens mit dem*der Erstbetreuer*in gewähltes mathematisches Thema/Projekt und hierzu eine mathematisch-naturwissenschaftliche Fragestellung, während sie laufend an die aktuelle anwendungsbezogene mathematische Forschung herangeführt und in diese einbezogen werden. Im Rahmen der Independent Studies lernen die Studierenden in der intensiven, kritischen Auseinandersetzung mit einem mathematischen Thema ihre ohnehin bereits sehr guten Analyse- und Abstraktionsfähigkeiten weiter zu stärken und (forschungs-)relevante mathematische Fragestellungen eigenständig zu verstehen. Im Laufe des Studiums sollen sinnvolle mathematische Forschungsprobleme mehr und mehr selbst definiert, kritisch diskutiert und weiterentwickelt werden. Im Laufe der Independent-Studies-Module sollen die Studierenden idealerweise das gewählte Thema immer intensiver hinsichtlich weiterer offener Fragestellungen sowie alternativer begründbarer Problemlösungen bearbeiten. In den Modulen „Introductory Independent Studies“, „Independent Studies“ und „Advanced Independent Studies“ sind daher intensive Eigenstudiumsphasen vorgesehen, die geprägt sind von intensiver Lektüre und Recherche wissenschaftlicher Texte, der Erarbeitung und kritischen Reflexion komplizierter mathematischer Sachverhalte (regelmäßig im Gespräch mit dem*der Betreuer*in) sowie der schriftlichen Ausarbeitung/Dokumentation der wissenschaftlichen Analysen bzw. ggf. der Auswertung von Daten. Die erlernten Kompetenzen werden in einem mündlichen Prüfungsgespräch belegt. Im verpflichtenden Modul „Independent Studies“ werden zusätzlich die erarbeiteten wissenschaftlichen Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Vortrag mit anschließendem hochschulöffentlichem Kolloquium vorgestellt.

Flexibilität in der Studienplangestaltung und Mobilität

Das Programm ist auf ein vielfältiges Wahlmodulangebot in den mathematischen Vertiefungen ausgerichtet. Das Studium kann so individuell und flexibel, jeweils abgestimmt auf die wissenschaftlichen Arbeitsthemen, sowie nach persönlichen Neigungen und Interessen der Studierenden gestaltet werden. Die Aneignung überfachlicher Grundlagen und sozialer Kompetenzen wird durch ein großes Wahlmodulangebot sichergestellt. Durch die große Wahlfreiheit im Studium insgesamt sind die Studierbarkeit, die Möglichkeit der fachlichen Spezialisierung und eine individuelle Profilbildung in der mathematischen Ausbildung gewährleistet. Zudem ist es möglich, Auslandsaufenthalte, Teilnahmen an internationalen Konferenzen und Tagungsaufenthalte oder ein Praktikum in das Studium flexibel und ohne Zeitverlust zu integrieren. Die Teilnahme an Soft-Skill-Seminaren des Elitenetzwerks und der TUM Graduate School (letztere belegbar ab Beginn der Promotionsphase) können im Masterstudiengang ebenfalls anerkannt werden.

Vielfältiges Modul- und Veranstaltungsangebot

Über das vorgesehene Lehrveranstaltungsprogramm (in Form von Modulen) hinaus werden von TopMath regelmäßig Sommerschulen, fachliche Workshops und Vorträge sowie von den Studierenden selbst organisierte fachliche Workshops, wie z. B. die TopMath-Talks, angeboten. Der*Die Koordinator*in informiert die Studierenden über diese Angebote per E-Mail.

6.2 Elite-Masterstudiengang

Aufgrund der frühen individuellen Spezialisierung der Studierenden und der damit einhergehenden Flexibilität im TopMath-Programm hat jede*r Studierende*r einen individuellen Stundenplan. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen zwei beispielhafte Stundenpläne im Elite-Masterstudiengang, wie sie sich unabhängig von der Frage der Übernahme eines*einer Studierenden in die Promotionsphase gestalten können, einmal mit, einmal ohne Berufspraktikum:

Semester	Module				Credit Points/ Prüfungsanzahl
1.	Introductory Independent Studies (MA8130) (Wahl) Mündliche Prüfung 15CP	Partielle Differentialgleichungen (MA3005) (Wahl) Schriftliche Klausur 9 CP	Hauptseminar (MA6015) (Wahl) Kurzvortrag 3 CP	Spanisch A1 (SZ1201) (Wahl) Übungsleistung in Form vorgegebener Aufgaben 3 CP	30/4
2.	Independent Studies (MA8131) (Pflicht) Prüfungsgespräch (inkl. hochschulöffentlichem Vortrag) 15 CP	Elements of Harmonic Analysis (MA5021) (Wahl) Mündliche Prüfung 5 CP	Differentialgeometrie (MA3205) (Wahl) Schriftliche Klausur 9 CP		29/3
3. (Prom.) Mobilitätsfenster	Ethik und Verantwortung (CLA20230) (Wahl) Referat oder Präsentation 2 CP	Quantum Statistical Inference (MA5438) (Wahl) Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung 9 CP	Wahrscheinlichkeitsmodelle auf Graphen (MA4406) (Wahl) Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung 5 CP	Advanced Independent Studies (MA8132) (Wahl) Mündliche Prüfung 15 CP	31/4
4.	Master's Thesis 30 CP				30/1
Legende: hellblau = Pflichtmodule, hellgrün = TopMath-spezifische Wahlmodule, hellgrau = Wahlmodule Spezialisierung, gelb = überfachliche Grundlagen, dunkelblau = Thesis					

Abbildung 2: Beispielhafter Stundenplan im Elite-Masterstudiengang mit allen drei Independent-Studies-Modulen ohne Berufspraktikum

Semester	Module					Credit Points/ Prüfungsanzahl	
1.	Introductory Independent Studies (MA8130) (Wahl) Mündliche Prüfung 15CP		Operatortheorie (MA5012) (Wahl) Schriftliche Klausur 9 CP		Berufspraktikum (Master) (MA8102) (Wahl) Mündliche Prüfung 6 CP	30/3	
2.	Independent Studies (MA8131) (Pflicht) Prüfungsgespräch (inkl. hochschulöffentlichem Vortrag) 15 CP		Hauptseminar (MA6015) (Wahl) Kurzvortrag 3 CP		Topologie (MA3241) (Wahl) Schriftliche Klausur 9 CP	Englisch – Intensive Thesis Writers' Workshop C2 (SZ0471) (Wahl) Übungsleistung in Form vorgegebener Aufgaben 3 CP	30/4
3. (Prom.) Mobilitätsfenster	Perspektiven der Technikfolgenabschätzung (CLA21114) (Wahl) Schriftliche Klausur 2 CP	Introduction to Group Representation Theory (MA5134) (Wahl) Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung 5 CP	Cryptography (MA5104) (Wahl) Schriftliche Klausur oder mündliche Prüfung 5 CP	Tagungsvortrag (MA8140) (Wahl) Kurzbericht 3 CP	Advanced Independent Studies (MA8132) (Wahl) Mündliche Prüfung 15 CP	30/5	
4.	Master's Thesis 30 CP					30/1	
Legende: hellblau = Pflichtmodule, hellgrün = TopMath-spezifische Wahlmodule, hellgrau = Wahlmodule Spezialisierung, gelb = überfachliche Grundlagen, dunkelblau = Thesis							

Abbildung 3: Beispielhafter Stundenplan im Elite-Masterstudiengang mit allen vier TopMath-spezifischen Modulen (3 Independent-Studies-Module, Tagungsvortrag) und Berufspraktikum

Der Aufbau des Elite-Masterstudiengangs sieht im Detail vor, dass wie folgt mindestens 120 Credits aus Pflicht- und Wahlmodulen zu erbringen sind:

Introductory Independent Studies (15 Credits, benotetes Wahlmodul)

Dieses Modul ist geeignet für diejenigen Studierenden, die bereits im ersten PreDoc-Semester in die für TopMath typische selbständige Arbeitsweise einsteigen wollen; Voraussetzung hierfür ist, dass zu Beginn des ersten PreDoc-Semesters der*die Erstbetreuer*in bereits feststeht. Die Studierenden bearbeiten aus einem ausgewählten mathematischen Fachgebiet eine mit ihrem*ihrer Betreuer*in verabredete erste mathematisch-naturwissenschaftliche Fragestellung im Rahmen eines wissenschaftlichen Kleinprojektes. Sie lernen, hierzu die jeweiligen Begrifflichkeiten und Definitionen sowie die geeignete methodische Herangehensweise zu diskutieren und anhand dieser ihre Fragestellung systematisch zu bearbeiten. In regelmäßigen, typischerweise ein- bis zweiwöchigen Abständen stellen sie die erbrachten Schritte ihrer wissenschaftlichen

Überlegungen vor. Die Studierenden versuchen, diese im System der Mathematik einzuordnen, sie anhand mathematischer Fachtermini verständlich zu präsentieren und im Dialog mit dem*der Mentor*in zu diskutieren. Davon abhängig werden die weiteren Schritte des zu bearbeitenden Themas respektive der zu bearbeitenden Fragestellung festgelegt, wiederum im Dialog mit dem*der Mentor*in. Je nach Thema wird IT-Software eingesetzt bzw. von dem*der Studierenden eigenständig ergänzt oder modifiziert.

Independent Studies (15 Credits, benotetes Pflichtmodul)

Im Modul „Independent Studies“ steht die eigenständige systematische und objektive Vorgehensweise v. a. im Prozess der Einarbeitung im Fokus. Die Studierenden entwickeln in Absprache mit ihrem*ihrer Betreuer*in ein mathematisches Thema oder Projekt bzw. hierzu eine mathematisch-naturwissenschaftliche Fragestellung. Sie arbeiten sich im Selbststudium in dafür erforderliche, fortgeschrittene mathematische Sachverhalte, Methoden und Beweisführungen ein. In regelmäßigen Abständen finden dazu wissenschaftliche Diskurse mit den Mentor*innen statt, in der die bis dahin erlangten Zwischenergebnisse und die möglichen Fortschritte der wissenschaftlichen Analysen in einer gemeinsamen, intensiven Auseinandersetzung besprochen und auch mögliche Problemlösungsorientiert erfasst werden sollen. Diese Diskussionsrunden sollen auch dazu dienen, die weiteren Arbeitsschritte für eine zielorientierte, erfolgreiche Bearbeitung der jeweiligen Fragestellung gemeinsam herzuleiten. Bei der Bearbeitung der wissenschaftlichen Projekte respektive Arbeiten kann je nach Themenbereich IT-Software eingesetzt bzw. von dem*der Studierenden eigenständig ergänzt oder modifiziert werden. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Ausarbeitung werden am Ende des Moduls in Form eines Prüfungsgesprächs abgeprüft, zu dem vorab ein hochschulöffentlicher Vortrag gehört. Dabei soll auch nachgewiesen werden, dass die Studierenden die wesentlichen Punkte ihrer Arbeiten präzise darlegen können und beim (Fach-)Publikum einen Gewinn an Wissen und Verständnis erzielen.

Advanced Independent Studies (15 Credits, benotetes Wahlmodul)

Voraussetzung für den Besuch des Moduls ist das erfolgreiche Absolvieren von „Independent Studies“. Das Modul ist insbesondere für diejenigen Studierenden vorgesehen, die sich parallel zum Masterstudium im Promotionsstudiengang befinden. Die Studierenden bearbeiten in diesem Modul schon weitgehend selbständig problemlösungsorientiert eine (weiterentwickelte) mathematische Fragestellung, deren Relevanz bereits Forschungscharakter haben kann. Typischerweise wird in diesem Modul an die Themenbereiche und Problemstellungen angeknüpft, welche in „Independent Studies“ bearbeitet wurden. Diese permanente Weiterentwicklung selbständigen wissenschaftlichen Arbeitens, die zunehmende intensive Beschäftigung mit weiteren offenen Fragestellungen sowie alternativen, theoretisch begründbaren Problemlösungen erhält in diesem Modul höheres Gewicht. Es funktioniert auch, weil die Studierenden während des Studiums laufend an die aktuelle anwendungsbezogene mathematische Forschung herangeführt und einbezogen werden. Erforderliche mathematische Theorien, Beweisführungen und Methoden erarbeiten sie in intensivem Selbststudium. Wie im Modul „Independent Studies“ finden in geeigneten Abständen wissenschaftliche Diskurse mit den Mentor*innen statt.

Diese dienen hauptsächlich dazu, dass die Studierenden erlangte Zwischenstände und mögliche Probleme sach- und fachbezogen sowie weitere offene Forschungsfragestellungen regelmäßig diskutieren können. Je nach Thema wird IT-Software eingesetzt bzw. vom Studierenden eigenständig ergänzt oder modifiziert.

Überfachliche Grundlagen (Wahlkatalog, daraus mindestens 4, höchstens 10 Credits)

Im Studienprogramm TopMath können die Studierenden im Wahlbereich „Überfachliche Grundlagen“ frei aus dem vielfältigen Wahlangebot der TUM (ab der Promotionsphase: inklusive dem Angebot der TUM Graduate School) sowie dem ENB wählen. Dabei ist das erfolgreiche Absolvieren eines Wahlmoduls respektive mehrerer Wahlmodule im Umfang von insgesamt 4 Credits verpflichtend. Ziel ist es, den Studierenden ein breites Angebot an persönlichkeitsbildenden und horizontenerweiternden Veranstaltungen zur Stärkung ihrer fachübergreifenden sozialen Kompetenzen sowie Veranstaltungen zur Stärkung des ethisch-kritischen Verantwortungsbewusstseins zu ermöglichen. Dazu stehen den Studierenden zum einen, wie allen Studierenden der TUM, die Angebote des Programms „WTG – Wissenschaft * Technologie * Gesellschaft“ der TUM School of Social Sciences and Technology zur Verfügung, das überfachliche Lehre für mehr Reflexivität, Diversität und Kreativität anbietet, außerdem die Angebote des Sprachenzentrums der TUM. Zum anderen können sie zusätzlich auf die Angebote der TUM Graduate School und des Elitenetzwerks Bayern zurückgreifen, bei denen die genannten Kompetenzen verstärkt im Fokus stehen. So bietet bspw. die TUM Graduate School Workshops in den sechs Kategorien „Personality and Self Management“, „Science and Research“, „Communication and Management“, „Entrepreneurship and Startups“, „Leadership and Responsibility“ und „Business and Industry“ an. Weitere Veranstaltungsangebote können in Absprache anerkannt werden, wenn diese den angestrebten Lernergebnissen des Moduls entsprechen. Aus dem großen Angebot von überfachlichen Grundlagen sollen die Studierenden je nach individuellen Interessen diejenigen Inhalte und Themen wählen, die ihren persönlichen und beruflichen Zielen am besten zuträglich sind.

Berufspraktikum (6 Credits, unbenotetes Wahlmodul, analog zum regulären Masterstudium)

Das Berufspraktikum ist ein 4-wöchiges Praktikum in Vollzeit in einer Forschungseinrichtung oder in einem Unternehmen. Die Aufgaben und Tätigkeiten im Praktikum sollen einen inhaltlichen Bezug zum Studium mit einem konkreten Anwendungsbezug haben (z. B. Optimierung von asphärischen Linsen, Berechnung von Rückstellungen für Versicherungen, Erstellung eines statistischen Reifenmodells). 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 analytischen Fähigkeiten von Mathematikern und Mathematikerinnen aufbauen. Tätigkeiten sind u. a. das Verstehen der jeweiligen Anwendungsprobleme und ggf. deren mathematische Modellierung, das Einbringen mathematischer Algorithmen und Ideen, das Kennenlernen von und Arbeiten mit für die jeweilige Anwendung relevanter Software. Nach der Ableistung des Praktikums verfügen die Studierenden über praktische Arbeitserfahrung und wichtige Einblicke in die betrieblichen und inhaltlichen Abläufe sowie Bedürfnisse eines

professionellen Unternehmens oder einer Forschungseinrichtung. Die Studierenden erhalten durch aktive Teilnahme am Alltagsgeschäft wichtige Eindrücke, wie sie ihr akademisch erlangtes mathematisches Wissen verstärkt berufsbezogen, also in verschiedene Arbeitsprozesse und Aufgabenfelder von Unternehmen bzw. durch die Beschäftigung mit aktuellsten naturwissenschaftlichen Fragestellungen einer Forschungseinrichtung, gewinnbringend einbringen und – insbesondere bei einer Tätigkeit in einer Forschungseinrichtung – ihr eigenes Fachwissen maßgeblich für ihre eigenen künftigen Forschungstätigkeiten erweitern können. Sie kennen das Prozedere einer professionellen Bewerbung, haben Erfahrung, mit Kritik und Resonanz bezüglich ihrer Leistungen im praktischen Arbeitsumfeld umzugehen, sie besitzen eine gestärkte Kommunikations- und Teamfähigkeit, sind vertraut mit professionellem Zeitmanagement und der Projektarbeit im praktischen Arbeitsumfeld.

Hauptseminar (bis zu zwei Seminare mit je 3 Credits, unbenotetes Wahlmodul)

Die Studierenden sollen ihre wissenschaftlichen Arbeitstechniken, insbesondere ihre Fähigkeiten in der eigenständigen Literaturrecherche, professionalisieren. Idealerweise verfügen die Studierenden nach dem Besuch des Seminars über eine professionelle wissenschaftliche Arbeitsweise und können eine anspruchsvolle wissenschaftliche Fragestellung in der Mathematik unter Beachtung der Richtlinien für wissenschaftliches Arbeiten bearbeiten. Sie werden dazu befähigt, eine geeignete Auswahl aus dem vorhandenen Material zu treffen, das Thema geeignet zu strukturieren (Gliederung) und es neben der schriftlichen Ausarbeitung auch visuell aufzubereiten, um es einem wissenschaftlich vorgebildeten Publikum zu präsentieren. Durch den eigenen Vortrag und die Diskussion mit den Seminarbetreuer*innen und den anderen Teilnehmer*innen schulen sie ihre Fähigkeiten, sich im wissenschaftlichen Diskurs zu behaupten und ihre Präsentationstechnik zu professionalisieren. Zugleich dient das Seminar dem intensiven Kennenlernen eines Themas und kann so als Ergänzung der in den Modulen „Independent Studies“ und „Advanced Independent Studies“ behandelten Themen fungieren.

Jedes Semester werden Seminare zu unterschiedlichen Themen angeboten. Das Lehrveranstaltungsangebot finden die Studierenden grundsätzlich in ihrem Studienbaum in TUMonline; daneben bietet das Department eine sortierte Übersicht der Seminarthemen des jeweiligen Semesters auf seiner Homepage an (<https://www.ma.tum.de/de/studium/studienorganisation/seminare-workshops.html>).

Vortrag auf einer internationalen Tagung (3 Credits, unbenotetes Wahlmodul)

Die Studierenden präsentieren ihre Forschungsergebnisse auf einer internationalen Tagung und rezipieren Vorträge der anderen Teilnehmer*innen. Sie erhalten Rückmeldungen zu ihrem Vortrag und treten in Dialog mit anderen Forscher*innen. Sie sammeln damit Erfahrungen in der internationalen scientific community des betreffenden Fachgebiets und reflektieren ihre eigene Leistung. Angestrebtes Lernziel ist eben diese Reflexion, die sie nach ihrer Rückkehr von der internationalen Tagung in Form eines Kurzberichts abgeben.

Prüfungsleistungen aus mathematischen Fachmodulen und aus Fachmodulen, die stark mathematisch geprägte(s) Wissen/Fachbereiche der Informatik vermitteln (benotete Wahlmodule)

Aus dem vielfältigen Lehrangebot der Mathematik und der Informatik sind fachspezifische Module (i. d. R. auf Masterniveau) zu wählen. Die Studierenden können auf das gesamte einschlägige Fachmodulangebot des Professional Profiles Mathematik der School of Computation, Information and Technology der TUM sowie des Instituts für Mathematik der Universität Augsburg zugreifen. Individuelle Module können über den Prüfungsausschuss beantragt werden. In der Regel sollen die Studierenden dabei solche Fachmodule wählen, in denen sie ihr mathematisches Wissen analog zu ihren wissenschaftlichen Arbeiten in den Independent Studies und idealerweise zum späteren Promotionsvorhaben um spezifische mathematisch-naturwissenschaftliche Fachgebiete und Themen vertiefen können.

Das Lehrveranstaltungsangebot finden die Studierenden grundsätzlich in ihrem Studienbaum in TUMonline; daneben bietet das Department eine sortierte Übersicht aller Vorlesungen des jeweiligen Semesters auf seiner Homepage an (<https://www.ma.tum.de/de/studium/studienorganisation/vorlesungen.html>).

Master's Thesis (30 Credits)

In der schriftlichen Masterarbeit wird überprüft, inwieweit die Studierenden zur eigenständigen Konzipierung und schriftlichen Bearbeitung einer an die aktuelle mathematische Forschung anknüpfenden Fragestellung (typischerweise in den forschungsrelevanten Fachgebieten des Departments für Mathematik) befähigt sind, von der vorwiegend selbständigen Entwicklung forschungsrelevanter mathematischer Fragestellungen über die problemlösungsorientierte Anwendung während des Studiums angeeigneter detaillierter mathematischer Fach- und Methodenkompetenzen bis zur selbständigen Lösungsfindung, ggf. inklusive eigener kleinerer Forschungsergebnisse. Die wissenschaftliche Ausarbeitung soll zeigen, dass sie auf Grundlage eines breiten, detaillierten und kritischen Verständnisses auf dem neuesten Stand des Wissens in einem oder mehreren mathematischen Spezialgebieten erstellt und deren Ergebnisse interpretiert wurden. Eine in einer referierten Zeitschrift herausgegebene oder zur Publikation angenommene Veröffentlichung kann ebenso als Masterarbeit anerkannt werden, falls das vom Studierenden gewünscht und durch eine*n Gutachter*in befürwortet wird. Bei einer Veröffentlichung mit mehreren Verfasser*innen wird der Anteil der eigenständigen Arbeit des*der Studierenden dokumentiert und bei der Bewertung berücksichtigt. Ist das vorgesehene Manuskript noch nicht zur Veröffentlichung angenommen, so wird die Gleichwertigkeit zu einer Master's Thesis durch zwei Gutachter*innen beurteilt.

6.3. Aufbau Promotionsstudiengang

Übergang vom Elite-Masterstudiengang in den Promotionsstudiengang. Studierende können nach Beendigung der PreDoc-Phase des Elite-Masterstudiengangs in den Promotionsstudiengang aufgenommen werden, wenn ihre Leistungen in der PreDoc-Phase zeigen, dass sie zur

unmittelbaren Aufnahme eines Promotionsprojekts befähigt sind und erwarten lassen, dass sie eine Promotion innerhalb von 3 Jahren abschließen werden.

Konkret wird zudem das Bestehen von Prüfungen im Umfang von mindestens 60 Credits im Elite-Masterstudiengang Mathematik an der TUM mit der Gesamtnote 1,5 oder besser gefordert, darunter die Prüfung im Modul Independent Studies (vergleiche auch FPSO, § 10 Abs. 2 Nr. 2). Sofern triftige Gründe gemäß § 10 Abs. 7 APSO vorliegen, kann der Prüfungsausschuss von der Erfordernis von mindestens 60 Credits absehen.

Das Modul „Independent Studies“ spielt bei der Beurteilung über die Eignung der Studierenden für ein Promotionsvorhaben eine herausgehobene Rolle. Anhand der dort erbrachten Leistungen zeigt es sich, inwieweit eine besondere Bereitschaft und eine ausgezeichnete Befähigung für eine intensive, hohen mathematisch-wissenschaftlichen Ansprüchen genügende Arbeitsweise vorliegt und ob die Studierenden dazu in der Lage sind, erste sehr gute wissenschaftlich-fundierte Arbeitsergebnisse zu liefern (die idealerweise in der Promotion weiter vertieft und/oder ausgeweitet werden können). Die Entscheidung über die Qualifikation für den Promotionsstudiengang trifft der Prüfungsausschuss nach Anhörung des Erstbetreuers oder der Erstbetreuerin aus der PreDoc-Phase, eines*einer weiteren Hochschullehrer*in sowie des*der betreffenden Studierenden. In jedem Fall muss die Zusage der Betreuung einer gemäß Promotionsordnung prüfungsberechtigten Person aus der School of Computation, Information and Technology vorliegen.

Der Promotionsstudiengang umfasst 180 Credits, dabei soll die Dissertation innerhalb von drei Jahren abgeschlossen sein. Zentral ist die Erarbeitung der originären wissenschaftlichen Resultate zum Promotionsthema¹² und deren Darstellung in der Dissertation sowie in der mündlichen Prüfung mit dem Ziel, die Promotion zu erlangen. Die 180 Credits setzen sich wie folgt zusammen:

- (1) Aus dem teilweise parallel absolvierten Elite-Masterstudiengang werden 60 Credits anerkannt.
- (2) Die Erarbeitung der originären wissenschaftlichen Resultate ist primär Forschungsarbeit. Dies erfolgt im Rahmen einer praktisch-wissenschaftlichen Arbeit; hieraus sind weitere 60 Credits zu erbringen. Diese ergeben sich aus zwei unbenoteten Leistungen, die der*die Studierende im Rahmen der praktisch-wissenschaftlichen Arbeit zu erbringen hat. Die Bewertung der Leistungen erfolgt durch den*die Erstbetreuer*in und findet jeweils nach sechsmonatiger Vollzeitarbeit statt; bei Teilzeitarbeit verlängert sich der Zeitraum entsprechend. Bei Bestehen der einzelnen Leistung erhält der*die Studierende jeweils 30 Credits.
- (3) Für den erfolgreichen Abschluss der Dissertation werden 45 Credits sowie für die mündliche Prüfung 15 Credits vergeben.

¹² „Im Mittelpunkt der Promotion an der TUM vom 23. August 2021 steht die eigenständige Forschungsarbeit der Promovierenden“, Statut der TUM Graduate School, § 2 (3).

Integration in die TUM Graduate School

Durch die Integration in die TUM Graduate School haben Studierende in der Promotionsphase von TopMath zusätzlich zum Qualifizierungsprogramm des Elitenetzwerks Bayern und der TUM Zugang zu den Soft-Skill-Seminaren der TUM-GS für Promovierende.

Im Rahmen der Erlangung des Zertifikats der TUM-GS weist jede*r Promovierende im Laufe der Promotionsphase verpflichtend nach:

- Teilnahme am Auftaktseminar der TUM-GS zur Förderung persönlicher Netzwerke über die Fachgrenzen hinaus,
- die Erstellung eines Exposés zum Promotionsprojekt,
- Teilnahme an fachlichen Veranstaltungen (z. B. Konferenzen, Summer Schools, Oberseminare) im Umfang von mindestens 6 SWS,
- ein ausführliches, protokolliertes Feedbackgespräch mit dem*der Erstbetreuer*in,
- mindestens eine Veröffentlichung in einer referierten Zeitschrift oder in referierten Proceedings einer internationalen Tagung (verpflichtend),
- eine zweijährige Mitgliedschaft in der TUM-GS.

Dringend empfohlen wird unter anderem:

- eine insgesamt mindestens sechswöchige internationale Forschungsphase,
- Teilnahme an mindestens drei Soft-Skills-Workshops, die zur Persönlichkeitsentwicklung und der ethisch-kritischen Stärkung des Verantwortungsbewusstseins der Promovierenden beitragen (anrechenbar für den Elite-Master).

6.4. Studierbarkeit

Die Studierbarkeit des TopMath-Programms ist uneingeschränkt gegeben. Die relativ freie Auswahl der Veranstaltungen, die zeitliche Flexibilität der Module, der hohe Anteil an Independent Studies, die Standortnähe der Vorlesungsorte und die Standortnähe der Erstbetreuer*innen an den Departments Mathematik und Informatik der School of Computation, Information and Technology ermöglichen die Konzentration auf eine bereits an die ersten zwei Mastersemester anschließende Promotion und bieten genügend Raum für Eigeninitiative.

Angestrebtes Ziel von TopMath ist laut Erstantrag eine Promotionsdauer von 3 Jahren zuzüglich der Dauer von Auslandsaufenthalten. Die flexible Studiengangsstruktur mit dem dominierenden Wahlmodulcharakter und den von Eigenstudiumsphasen geprägten Independent Studies bieten den Studierenden die besten Voraussetzungen für vielfältige Mobilitätsoptionen. Möglichkeiten für Aufenthalte an anderen Hochschulen im In- und Ausland und in der Praxis ohne Zeitverlust sind generell in jedem Semester des Programms gegeben. Ideales Mobilitätsfenster für ein Auslandssemester ist jedoch das 3. Semester im Masterstudiengang (ggf. entspricht das dem ersten Semester im parallelen Promotionsstudiengang). Zu diesem Zeitpunkt sind die verpflichtenden Independent Studies abgeschlossen, ist die Entscheidung über die Aufnahme in die Promotionsphase von TopMath gefällt und das Mentoren-Mentee-Verhältnis so gefestigt, dass nach

der Rückkehr aus dem Ausland die (unabhängigen) Studien nahtlos wieder aufgenommen werden können. Gleichzeitig bietet ein Aufenthalt im Ausland in diesem Semester, in dem der*die Studierende dank der Independent Studies bereits eine sehr gute Vorstellung bezüglich der mathematischen Spezialisierung in den folgenden Jahren (etwa bezüglich eines Themas für die Masterarbeit und die Dissertation) erhalten hat, die Möglichkeit, neue Perspektiven zu gewinnen und mögliche Kooperationspartner*innen für zukünftige Projekte kennenzulernen. Der*die Mentorin unterstützt bei der Wahl der Partneruniversität, an der der Studienaufenthalt absolviert werden soll, sowie ggf. bei der Knüpfung von Kontakten. Die operational einfache Anerkennung von Leistungen anderer Universitäten ist an der School sichergestellt.

Neben dem klassischen Auslandsaufenthalt während des Masterstudiums werden alle TopMath-Studierenden in der Promotionsphase von TopMath, d. h. i. R. ab dem 3. Mastersemester, zur Planung von Forschungsaufenthalten ermuntert, die im Rahmen des Möglichen finanziell gefördert werden.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Die Technische Universität München ist Sprecheruniversität des TopMath-Programms im Elitenetzwerk Bayern, die Universität Augsburg ist Kooperationspartner. Die Verantwortung für das Studienprogramm innerhalb der School trägt der Study Dean, derzeit Prof. Dr. Oliver Hayden. Die beiden Studiengänge des Studienprogramms TopMath werden von der School of Computation, Information and Technology durchgeführt, unter Beteiligung von Dozent*innen des Instituts für Mathematik der Universität Augsburg. An seiner inhaltlichen Ausgestaltung sind alle Lehrinhalte des Departments Mathematik beteiligt, die Administration erfolgt in der Gesamtverantwortung des Departments. Die laufende Planung des Studienprogramms und Umsetzung der Studien- und Prüfungsordnung obliegt einem Studienausschuss (TopMath-Board), dem ein Sprecher vorsitzt.

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

- Allgemeine Studienberatung: zentral:
Studienberatung und -information (TUM CST)
E-Mailadresse: studium@tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
bietet Informationen und Beratung für:
Studieninteressierte und Studierende
(über Hotline/Service Desk)
- Fachstudienberatung: Department Mathematik, Dr. Carl-Friedrich Kreiner
E-Mailadresse: topmath@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 16816
- Koordination: Department Mathematik, Dr. Katja Kröss
E-Mailadresse: topmath@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 17495
- Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:
zentral: TUM Global & Alumni Office
internationalcenter@tum.de
dezentral: Department Mathematik, Carola Jumpertz
E-Mailadresse: jumpertz@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 17552
- Frauenbeauftragte: N.N.
E-Mailadresse:
Telefonnummer: +49 (0)89 289
- Beratung barrierefreies Studium: zentral: Servicestelle für behinderte und
chronisch kranke Studierende und
Studieninteressierte (TUM CST)
E-Mailadresse: Handicap@zv.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22737

dezentral: Department Mathematik, Kathrin Ruf,
Michael Ritter
E-Mailadressen: ruf@tum.de; michael.ritter@tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 17552

- **Bewerbung und Immatrikulation:** zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
E-Mailadresse: studium@tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
Bewerbung, Immatrikulation, Student Card, Beurlaubung, Rückmeldung, Exmatrikulation
- **Eignungsverfahren:** falls EV vorhanden:
zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
dezentral: Department Mathematik, TopMath
topmath@ma.tum.de, +49 (0)89 289 17495
- **Beiträge und Stipendien:** zentral: Beiträge und Stipendien (TUM CST)
E-Mailadresse:
beitragsmanagement@zv.tum.de
Stipendien und Semesterbeiträge
- **Zentrale Prüfungsangelegenheiten:** zentral: Zentrale Prüfungsangelegenheiten (TUM CST), Campus XYZ
Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide, Studienabschlussbescheinigungen
- **Dezentrale Prüfungsverwaltung:** Department Mathematik, Dr. Katja Kröss
E-Mailadresse: topmath@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 17495
- **Prüfungsausschuss:** Prof. Dr. Marco Cicalese (Vorsitzender)
Dr. Carl-Friedrich Kreiner (Schriftführer)
- **Qualitätsmanagement Studium und Lehre:**
zentral: Studium und Lehre - Qualitätsmanagement (TUM CST)
www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/
dezentral: Department Mathematik, Dr. Katja Kröss
E-Mailadresse: topmath@ma.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 17495
Ansprechpersonen:
Studiendekan: Prof. Dr. Oliver Hayden
Academic Program Director: Prof. Dr. Rudi Zagst
QM-Beauftragte: Dr. Katja Kröss
Organisation QM-Zirkel: Dr. Katja Kröss
Evaluationsbeauftragte: Dr. Katja Kröss
Koordination Modulmanagement: Jana Graul

8 Entwicklungen im Studiengang

Das Studienprogramm TopMath wurde 2004 vom Elitenetzwerk Bayern auf der Basis eines wettbewerblichen Verfahrens über alle bayerischen Universitäten und Fächer hinweg ausgewählt. Es wurde zum Wintersemester 2004/05 als Kooperation der Technischen Universität München (Sprecheruniversität) mit der Universität Augsburg aufgenommen. Aufgrund jeweils ausgezeichneter Bewertungen durch eine internationale Expertenkommission bewilligte das zuständige Bayerische Staatsministerium eine Weiterführung des Programms als Elitestudiengang im Elitenetzwerk Bayern für drei weitere Fünf-Jahres-Perioden (2009-2014, 2014-2019 und 2019-2024). Seit 2014 ist die Finanzierung von den beteiligten Universitäten übernommen worden. Als Programm des Elitenetzwerks Bayern läuft TopMath noch bis zum 30.06.2026; damit wurde die längstmögliche Förderung als solches erreicht. Der letzte Jahrgang nimmt zum Wintersemester 2022/23 sein Studium auf; weitere Bewerbungsrunden sind nicht vorgesehen.

Das Studienprogramm TopMath wurde im Zuge der strukturellen Neugestaltung mit Wirkung zum Wintersemester 2018/19 in Übereinstimmung mit der Empfehlung des Gutachtergremiums des Elitenetzwerks Bayern (ENB) angepasst und eine neue Studien- und Prüfungsordnung eingerichtet. Die vorliegende Studiendokumentation bezieht sich auf diese neue Struktur, die ein vierjähriges Studium in zwei ineinander verzahnten Studiengängen vorsieht: einem Elite-Masterstudiengang und einem Promotionsstudiengang. Neben Studierenden der Technischen Universität München (Sprecheruniversität) und der Universität Augsburg (Partneruniversität), die vor der Studiengangsreform beinahe die Gesamtzahl der Bewerber*innen für das Studienprogramm stellten, konnten so verstärkt externe Bewerber*innen hinzugewonnen werden, die nun knapp die Hälfte der Studienanfänger*innen stellen.

Im Rahmen der QM-Instrumente (Studiengangsbefragungen, Feedbackrunden, regelmäßige Sitzungen des QM-Zirkels, regelmäßiger direkter Austausch zwischen Studierenden- und Promovierendenvertreter*innen und der TopMath-Administration) wurde seit der Studiengangsreform weiter an der Optimierung des Programms gearbeitet und zahlreiche größere und kleinere Änderungen eingeführt. Drei Änderungen, die im Laufe des Wintersemesters 2022/23 eingeführt werden, fließen in die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs ein:

- Independent Studies (MA8131): Im Modul „Independent Studies“ wird die Länge des hochschulöffentlichen Vortrags von 15 Minuten auf 20 Minuten verlängert, um der Präsentation der ersten eigenen Forschungsergebnisse mehr Raum zu verleihen.
- Tagungsvortrag (MA8140): Grundlegender wird das Modul „Tagungsvortrag“ geändert: Nach einer neuen Berechnung des durchschnittlichen Workloads wird die Creditanzahl von 5 auf 3 Credits reduziert. Die Lernergebnisse und die Prüfungsform werden ebenfalls angepasst. So steht nun die Reflexion der eigenen Erfahrung auf einer internationalen Konferenz (beispielsweise das Networking, die Diskussionen in der Fachöffentlichkeit, die eigenen Ergebnisse) im Mittelpunkt des Moduls; entsprechend wird als Studienleistung nun eine Reflexion des Genannten in Form eines Kurzberichts gefordert.
- Module von anderen Universitäten: Schließlich fällt die bis dahin geltende Regelung, wonach Module anderer Universitäten, die nicht 1:1 anerkannt werden, nur bis zu einer

Gesamtsumme von 18 Credits in den TopMath-Master einfließen können. Auf diese Weise wird im Sinne des Programms eine höhere Flexibilität und zusätzliche Anreize für einen Auslandsaufenthalt geschaffen.

Weitere, kleinere Optimierungsmaßnahmen seit der Studiengangsreform betreffen beispielsweise das Monitoring, die explizite Bewerbung der Möglichkeit, ein TopMath-Studium auch im Sommersemester aufzunehmen, die Einführung einer neuen Kommunikationsplattform und die Organisation und Finanzierung TopMath-eigener Seminare und Workshops sowohl fachlicher als auch überfachlicher Natur:

- **Monitoring:** Um sicherzustellen, dass die Flexibilität des Studiums nicht dazu führt, dass das Studienziel aus den Augen verloren wird, um gegebenenfalls individuelle oder strukturelle Schwierigkeiten rechtzeitig zu lösen und um die Studierenden individuell zu beraten, wurde auch der semesterweise abzugebende Report und das daran anschließende Gespräch mit dem*der Fachstudienberater*in und dem*der Koordinator*in als geeignete Monitoring-Maßnahme neben den regelmäßigen Treffen der Studierenden mit ihren Mentor*innen eingeführt. Der Report, der von dem*der Studierenden und dem*der Mentor*in gemeinsam erstellt wird, fragt sowohl das im vergangenen Semester Erreichte ab als auch, was kurz- und mittelfristig geplant ist. Nach Prüfung durch das TopMath-Board werden die Studierenden zu genanntem Gespräch eingeladen, das die Gelegenheit bietet, sowohl über den Report zu diskutieren als auch weitere individuelle Anliegen zu besprechen (beispielsweise Forschungsaufenthalte, zusätzliche Qualifizierungselemente, möglicherweise noch fehlende Leistungen, Stipendienmöglichkeiten).
- **Bewerbung Studienbeginn im Sommersemester:** Von der Studien- und Prüfungsordnung immer vorgesehen, wurde das Angebot, das TopMath-Studium im Sommersemester statt im Wintersemester aufzunehmen, kaum wahrgenommen. Seit diese Möglichkeit aktiv beworben wird, nutzt sie ca. ein Drittel der Studienanfänger*innen und kann auf diese Weise ohne Zeitverlust mit dem Masterstudium beginnen.
- **Kommunikationsplattform:** Um sowohl sämtliche das TopMath-Programm betreffenden Prozesse, die nicht Eingang in die Studien- und Prüfungsordnung oder die Modulbeschreibungen finden (bspw. erste Schritte im TopMath-Studium, Finanzierungsmöglichkeiten, Kontaktlisten, Erfahrungsberichte), zu erläutern als auch größtmögliche Transparenz herzustellen, wurde mit einem internen Wiki eine neue, kontinuierlich gepflegte Kommunikationsplattform geschaffen. An ihr beteiligen sich auch die Studierenden und erstellen bspw. Erfahrungsberichte zu Auslandsaufenthalten, Stipendien und Berufspraktika. Insbesondere letztere sollen dazu beitragen, dass die Studierenden über die Vorteile eines Praktikums während eines Studiums aus erster Hand informiert werden, da die Einführung eines verpflichtenden Berufspraktikums aufgrund der Flexibilität des TopMath-Programms, die sein zentrales Charakteristikum ist und bleiben soll, nicht vorgesehen ist.
- **TopMath-eigene Seminare und Workshops:** Aktiv beworben wird auch die Möglichkeit, TopMath-eigene Workshops und Seminare sowohl fachlicher als auch überfachlicher Natur zu veranstalten und finanzieren, sofern Bedarf seitens der TopMath-Studierenden

und -Promovierenden besteht und dieser mitgeteilt wird. Unabhängig davon wurden 2021 die TopMath Online Seminars ins Leben gerufen, um den pandemiebedingt reduzierten wissenschaftlichen Austausch und die reduzierten Vernetzungsmöglichkeiten abzumildern. Auf Vorschlag der Studierenden, Promovierenden oder Mentor*innen werden international etablierte Wissenschaftler*innen eingeladen, Onlineseminare abzuhalten. Die Seminare können live verfolgt werden, werden jedoch auch exklusiv für die Seminarteilnehmer*innen und (zukünftige) TopMath-Studierende aufgezeichnet, um ihnen einen asynchrone Wissenserwerb zu ermöglichen. Aus Gründen der Flexibilität und der Nachhaltigkeit wird diese Reihe auch nach Ende der Pandemie weitergeführt werden.

Abschließend lässt sich feststellen, dass dank der sehr engen, vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten – TopMath-Sprecher*in, Mitglieder des TopMath-Boards, Fachstudienberater*in, Studierenden- und Promovierendenvertreter*innen, Koordinator*in und den einzelnen Studierenden und Promovierenden – immer dann, wenn der Bedarf erkannt wird, kleinere wie größere Optimierungsmaßnahmen zeitnah überlegt und umgesetzt werden.