

1 Studienplan Master Technomathematik¹

1.1 Qualifikationsziele

Ausbildungsziel des interdisziplinären Masterstudiengangs Technomathematik ist die Qualifizierung für eine berufliche Tätigkeit in der Industrie (im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld, insbesondere im Bereich der Simulation bzw. Interpretation von Simulationsergebnissen sowie im Bereich Softwareerstellung für verschiedene Belange (auch im ökonomischen Bereich)), sowie für eine nachgelagerte wissenschaftliche Laufbahn (Promotion) in Mathematik oder Ingenieur- und Naturwissenschaften. Durch die forschungsorientierte Ausbildung werden die Absolventinnen und Absolventen insbesondere auf lebenslanges Lernen vorbereitet.

Fachliche Kernkompetenzen:

Absolventinnen und Absolventen verfügen über ein erweitertes und vertieftes Wissen in den Fächern Mathematik, einem technischen Nebenfach und Informatik. Als technisches Nebenfach sind zur Zeit folgende Fächer zugelassen: Bauingenieurwesen, Elektrotechnik und Informationswissenschaften, Experimentalphysik und Maschinenbau. Auf Anfrage können andere Fächer (z. B. Chemie) gewählt werden. Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage aktuelle, komplexe Fragestellungen in diesen Bereichen zu analysieren und zu erklären. Sie können vertiefende Methoden rechnergestützter Simulation, mathematischer Software und Programmierung zur Bearbeitung ingenieur- und naturwissenschaftlicher Probleme einsetzen. Die Absolventen/Absolventinnen sind in der Lage, die Besonderheiten, Grenzen, und Terminologien in den gewählten Themenbereichen zu definieren, zu beschreiben, zu interpretieren, den aktuellen Forschungsstand wiederzugeben sowie punktuell weiterzuentwickeln.

Überfachliche Kompetenzen: Absolventinnen und Absolventen können interdisziplinär denken und Themen aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Sie können geeignete Handlungsalternativen zu forschungsrelevanten Themenkomplexen auswählen und kombinieren. Diese können sie auf spezifische Problemstellungen übertragen und anwenden. Umfangreiche Probleme sowie Informationen und aktuelle Anforderungen können sie differenziert betrachten und mit geeigneten Methoden und Konzepten analysieren, vergleichen und bewerten. Dabei schätzen sie Komplexität und Risiken ab, erkennen Verbesserungspotentiale und wählen nachhaltige Lösungsverfahren und Verbesserungsmethoden aus. Dadurch sind sie in der Lage, verantwortungsvolle und wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu treffen. Der interdisziplinäre Umgang mit dem Fachwissen erfolgt unter Berücksichtigung von gesellschaftlichen, wissenschaftlichen und ethischen Erkenntnissen. Absolventinnen und Absolventen entwickeln innovative Ideen und können diese umsetzen. Diese Vorgehensweisen können sie selbständig oder auch in internationalen Teams durchführen. Dabei sind sie in der Lage, ihre Entscheidungen zu erläutern und darüber zu diskutieren. Sie können sich auch mit Fachvertretern und Fachvertreterinnen auf wissenschaftlichem Niveau austauschen. Die gewonnenen Ergebnisse können sie eigenständig interpretieren, validieren und illustrieren.

Lernergebnisse: Die Absolventinnen und Absolventen können vertiefende mathematische Methoden in den Natur- und Ingenieurwissenschaften benennen, erklären und selbständig anwenden. Sie erwerben ein vertieftes Verständnis mathematischer Methoden aus dem Bereich der Angewandten Mathematik, insbesondere der Analysis und der Numerischen Mathematik.

Je nach Anwendungsfach besitzen die Absolventinnen und Absolventen ein breites Wissen über spezielle mathematische Modelle und Methoden im Bauingenieurwesen, in der Elektrotechnik und Informationswissenschaft, in der Experimentalphysik oder im Maschinenbau. Dies befähigt sie, im jeweiligen Bereich komplexe und innovative Aufgaben zu analysieren und die Ergebnisse zu beurteilen.

1.2 Vorbemerkung

Dieser Studienplan ergänzt und erläutert die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Technomathematik². Anhand konkreter Beispiele werden Möglichkeiten zur Organisation des Studiums dargestellt.

1.3 Gliederung des Studiums

Die Lehrveranstaltungen werden in Form von Modulen abgehalten, wobei die meisten Module aus einer Vorlesung (mit oder ohne Übung) oder einem Seminar bestehen. Es gilt grundsätzlich, dass nur solche Module gewählt werden

¹Gültig ab Wintersemester 2012/13.

²Im Folgenden wird die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Technomathematik einfach mit „PO Technomathematik“ bezeichnet.

können, die noch nicht im Bachelorstudium verwendet worden sind.³ Jedes Modul schließt mit einer Leistungskontrolle ab. Der durchschnittliche Arbeitsaufwand wird in Leistungspunkten (LP) gemessen⁴. Im Allgemeinen werden Module benotet. Ausnahmen sind z.B. Seminarmodule, die nur bestanden oder nicht bestanden werden können. Die Note geht in die Endnote ein. Die Masterarbeit besteht aus einem eigenen Modul mit 30 LP. Insgesamt müssen im Masterstudium 120 LP erworben werden, etwa gleichmäßig verteilt auf 4 Semester. Es müssen Module der Fakultät für Mathematik, Module im technischen Nebenfach⁵ und Module in der Informatik⁶ belegt werden⁷.

A) *Mathematik*: Es gibt die folgenden 4 mathematischen Fächer:

1. Algebra und Geometrie
2. Analysis (mindestens 8 LP)
3. Angewandte und Numerische Mathematik (mindestens 8 LP)
4. Stochastik

Es müssen 40 LP in Vorlesungsmodulen der Mathematik erworben werden, darunter jeweils mindestens 8 LP in den Fächern Analysis sowie Angewandte und Numerische Mathematik (d.h. die Module für die verbleibenden 24 LP können aus den 4 mathematischen Fächern frei gewählt werden).

B) *Technisches Nebenfach und Informatik*: Es müssen 32 LP in Modulen des technischen Nebenfachs und der Informatik erworben werden, darunter mindestens 18 LP im technischen Nebenfach und mindestens 10 LP in Informatik.

C) *Vertiefung / Praktikum*: Es sind 8 LP nachzuweisen, die der Vertiefung in Richtung Masterarbeit dienen können, z.B. können weitere Vorlesungsmodule aus A) und B) gewählt werden. Hier kann auch ein Berufspraktikum angerechnet werden⁸.

D) *Seminare*: Es müssen zusätzlich zwei Seminarmodule über je 3 Leistungspunkte abgelegt werden, darunter mindestens ein Seminar in Mathematik.

E) *Schlüsselqualifikationen*: Weitere 4 LP müssen in Form von „additiven“ Schlüsselqualifikationen abgelegt werden und können z.B. aus dem House of Competence bezogen werden⁹.

Fach Mathematik		Techn. Nebenfach und Informatik (zusammen 32 LP)
Analysis (8 LP)	WP Mathematik (24 LP)	Technisches Nebenfach (18-22 LP)
Angewandte und Numerische Mathematik (8 LP)		Informatik (10-14 LP)
Seminar (3 LP)		Seminar (3 LP)
Vertiefung oder Praktikum (8 LP) und Schlüsselqualifikationen (4 LP)		
Masterarbeit (30 LP)		

³Im Falle von Modulen, die im Bachelorstudium an einer anderen Universität eingebracht worden sind, wird im Rahmen der Zulassung zum Masterstudiengang Technomathematik die Vergleichbarkeit mit den Modulen des Karlsruher Instituts für Technologie festgelegt.

⁴Die Maßstäbe für die Zuordnung von Leistungspunkten entsprechen dem ECTS (European Credit Transfer System). Ein Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden.

⁵Das technische Nebenfach wird zu Beginn des Masterstudiengangs festgelegt, vgl. PO Technomathematik §3(2).

⁶Der Masterstudiengang Technomathematik hat zwei Ergänzungsfächer. Das erste Ergänzungsfach ist ein (wählbares) technisches Nebenfach, das zweite Ergänzungsfach ist immer Informatik.

⁷Die folgende Aufstellung ist der PO Technomathematik §17 entnommen.

⁸vgl. §12 der Prüfungsordnung

⁹vgl. §13 der Prüfungsordnung

1.4 Einführende Module in den mathematischen Fächern

Die folgenden Module eignen sich besonders gut zur Einführung in die mathematischen Fächer des Masterbereichs. Sie werden regelmäßig, d.h. mindestens in jedem zweiten Jahr angeboten, und entsprechen einem Arbeitsaufwand von 8 Leistungspunkten (falls nicht anders angegeben).

• Fach Algebra und Geometrie

- Algebra (4+2 SWS, Ws)¹⁰
- Differentialgeometrie (4+2 SWS, Ws)
- Geometrische Gruppentheorie (4+2 SWS, Ss)

Diese Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten und unseren Studierenden im Bachelorstudium zur Vertiefung empfohlen. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Fach Algebra und Geometrie. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.

- Differentialgeometrie (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Einführung in die Geometrie und Topologie)
- Algebraische Zahlentheorie (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Algebra)
- Algebraische Geometrie (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Algebra)
- Globale Differentialgeometrie (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Riemannsche Geometrie)
- Stochastische Geometrie (4+2 SWS)¹¹ (inhaltliche Vor.: Modul Wahrscheinlichkeitstheorie aus dem Bachelorstudium)

• Fach Analysis

- Funktionalanalysis (4+2 SWS, Ws)
- Spektraltheorie (4+2 SWS, Ss)
- Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen (4+2 SWS, Ws)
- Rand- und Eigenwertprobleme (4+2 SWS, Ss)

Die genannten Lehrveranstaltungen werden ebenfalls jährlich angeboten und unseren Studierenden im Bachelorstudium zur Vertiefung empfohlen. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Fach Analysis. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.

- Evolutionsgleichungen (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Funktionalanalysis)
- Fourieranalysis (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Funktionalanalysis)
- Integralgleichungen (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Funktionalanalysis)
- Modelle der Mathematischen Physik (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen)
- Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Rand- und Eigenwertprobleme)

• Fach Angewandte und Numerische Mathematik

- Numerische Methoden für Differentialgleichungen (4+2 SWS, Ws)
- Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen (3+3 SWS, Ss)
- Inverse Probleme (4+2 SWS, Ws)

¹⁰SWS = Semesterwochenstunde in Vorlesung + Übung, Ws = Wintersemester, Ss = Sommersemester.

¹¹Dieses Modul kann wahlweise dem Fach Stochastik oder dem Fach Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

Die Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten. Alle drei Module können schon im Bachelorstudium zur Vertiefung gewählt werden. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Fach Angewandte und Numerische Mathematik. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.¹²

- Finite Elemente Methoden (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Numerische Methoden für Differentialgleichungen)
- Numerische Optimierungsmethoden (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Optimierungstheorie aus dem Bachelorstudium)
- Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Numerische Methoden für Differentialgleichungen)
- Numerische Methoden in der Finanzmathematik (4+2 SWS) (inhaltliche Vor.: Numerische Methoden für Differentialgleichungen)

• Fach Stochastik

Generell wird das Modul „Wahrscheinlichkeitstheorie“ aus dem Bachelorstudium vorausgesetzt. Weitere Voraussetzungen werden nicht benötigt.

- Finanzmathematik in diskreter Zeit (4+2 SWS, Ws)
- Statistik (4+2 SWS, Ws)

Diese Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten und unseren Studierenden im Bachelorstudium zur Vertiefung empfohlen. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, können sie auch im Masterstudium belegt werden. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung.

- Finanzmathematik in stetiger Zeit (4+2 SWS)
- Asymptotische Stochastik (4+2 SWS)
- Räumliche Stochastik (4+2 SWS)
- Stochastische Geometrie (4+2 SWS)¹³
- Brownsche Bewegung (2+1 SWS, 4 LP)
- Perkolation (2+1 SWS, 4 LP)
- Generalisierte Regressionsmodelle (2+1 SWS, 4 LP)

1.5 Weiterführende Module in den mathematischen Fächern

Im Modulhandbuch werden zahlreiche weitere, unregelmäßig angebotene Module aufgeführt. Diese bauen auf den in Abschnitt ?? genannten Modulen auf und vertiefen die jeweiligen Arbeitsgebiete. Sie ermöglichen, ergänzt durch den Besuch von Seminaren, die Anfertigung einer Masterarbeit in einem Spezialgebiet.

1.6 Technisches Nebenfach und Informatik

Zu Beginn des Masterstudiums ist das technische Nebenfach aus folgender Liste zu wählen

- (a) Maschinenbau
- (b) Elektrotechnik/Informationstechnik
- (c) Experimentalphysik
- (d) Bauingenieurwesen

Andere technische Nebenfächer können vom Prüfungsausschuss genehmigt werden. In der Regel wird das technische Nebenfach aus dem Bachelorstudium fortgeführt. Im technischen Nebenfach und in Informatik können Module aus dem Master- und dem fortgeschrittenen Bachelorprogramm der jeweiligen anbietenden Fakultät gewählt werden. Die Module werden durch den Studienberater individuell zugelassen. In Zweifelsfällen entscheidet der Prüfungsausschuss.

¹²Zum Teil sind zusätzliche Analysiskenntnisse erforderlich (etwa das Modul (G8) „Differentialgleichungen und Hilberträume“ aus dem Bachelorstudiengang), die in den jeweiligen Modulbeschreibungen genauer spezifiziert sind.

¹³Dieses Modul kann wahlweise dem Fach Stochastik oder dem Fach Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

1.7 Schlüsselqualifikationen

Teil des Studiums ist auch der Erwerb von Schlüssel- und überfachlichen Qualifikationen. Zu diesem Bereich zählen überfachliche Veranstaltungen zu gesellschaftlichen Themen, fachwissenschaftliche Ergänzungsangebote, welche die Anwendung des Fachwissens im Arbeitsalltag vermitteln, Kompetenztrainings zur gezielten Schulung von Soft Skills sowie Fremdsprachentrainings im fachwissenschaftlichen Kontext.

Der Masterstudiengang Technomathematik an der Fakultät für Mathematik zeichnet sich aus durch einen hohen Grad an Interdisziplinarität: Durch die Wahl eines technischen Nebenfaches ist die Zusammenführung verschiedener Wissensbestände integrativer Bestandteil des Studiengangs. Die innerhalb des Studiengangs integrativ vermittelten Schlüsselkompetenzen lassen sich dabei den folgenden Bereichen zuordnen:

- **Basiskompetenzen** (soft skills)

1. Teamarbeit, soziale Kommunikation (Arbeit in Kleingruppen, gemeinsames Bearbeiten der Hausaufgaben und Nacharbeiten des Vorlesungsstoffes)
2. Präsentationserstellung und -techniken (Seminarvorträge)
3. Logisches und systematisches Argumentieren und Schreiben (im Tutorium bzw. Seminar, beim Ausarbeiten der Vorträge und Verfassen der Hausaufgaben)
4. Englisch als Fachsprache

- **Orientierungswissen**

1. Vermittlung von interdisziplinärem Wissen über Anwendungsfach bzw. Informatik
2. Medien, Technik und Innovation

Neben der integrativen Vermittlung von Schlüsselqualifikationen ist der additive Erwerb von Schlüsselqualifikationen im Umfang von mindestens 4 Leistungspunkten vorgesehen. Im Modul Schlüsselqualifikationen können Veranstaltungen des House of Competence (HoC) belegt werden. Das aktuelle Angebot des HoC ergibt sich aus dem semesterweise aktualisierten Veranstaltungsprogramm des HoC. Die Inhalte werden in den Beschreibungen der Veranstaltungen auf den Internetseiten des HoC (<http://www.hoc.kit.edu/lehrangebot>) detailliert erläutert. In dem hier integrierten Modulhandbuch werden deswegen im Gegensatz zu den fakultätsinternen Lehrveranstaltungen die einzelnen Lehrveranstaltungen des HoC nicht aufgeführt, sondern lediglich ein Überblick über die einzelnen Wahlbereiche des HoC gegeben.