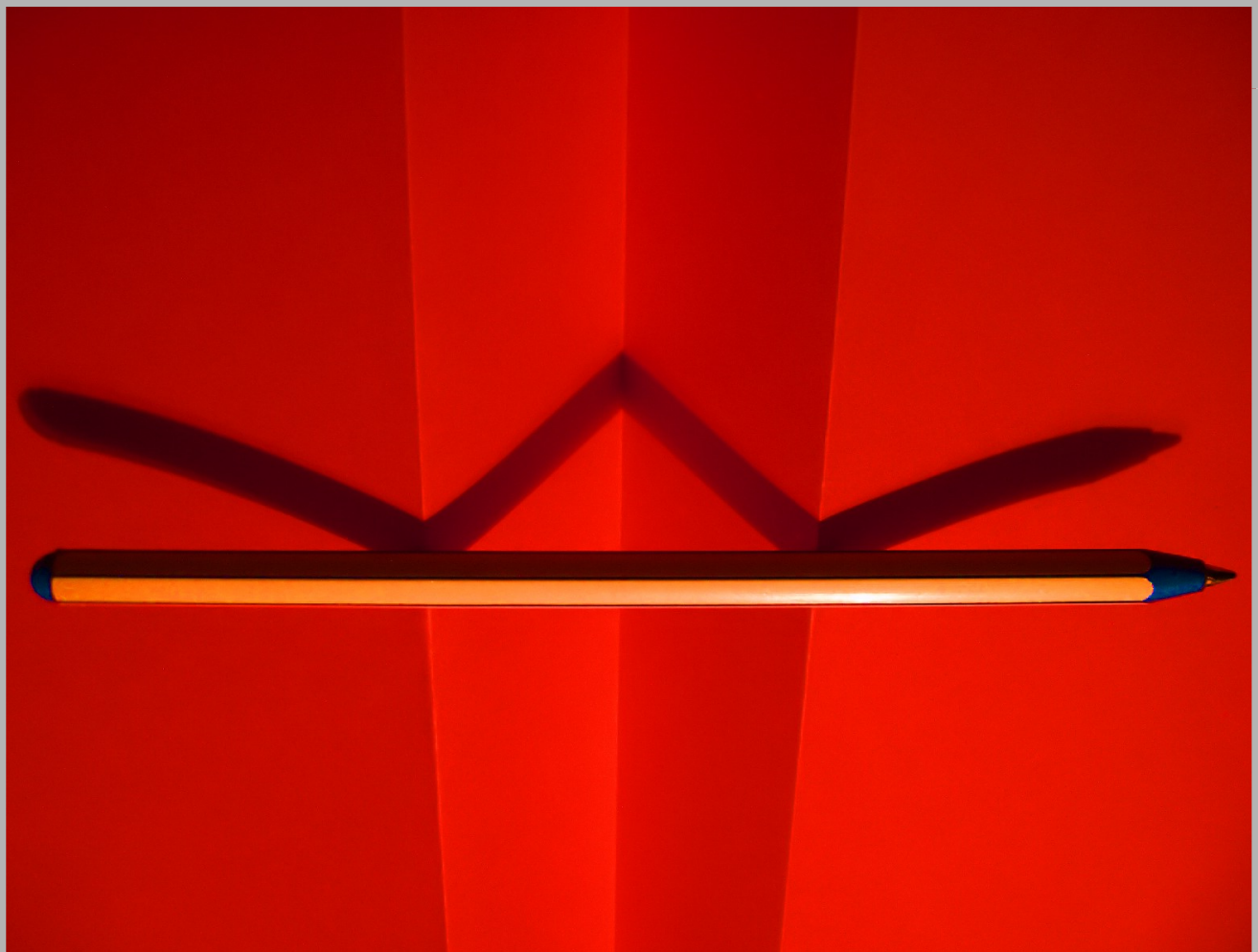


# Modulhandbuch Technomathematik (M.Sc.)

Sommersemester 2010  
Kurzfassung  
Stand: 24.03.2010

Fakultät für Mathematik



Herausgegeben von:



Fakultät für Mathematik  
Karlsruher Institut für Technologie  
76128 Karlsruhe  
[www.math.kit.edu/](http://www.math.kit.edu/)

Fotograf Titelbild: Arno Peil

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1 Studienplan Master Technomathematik</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1 Ausbildungsziele  | 5         |
| 1.2 Vorbemerkung  | 5         |
| 1.3 Gliederung des Studiums   | 5         |
| 1.4 Mathematische Fächer und Module   | 6         |
| 1.5 Einführende Module  | 6         |
| 1.6 Weiterführende Module   | 7         |
| 1.7 Technisches Nebenfach und Informatik  | 8         |
| 1.8 Schlüsselqualifikationen  | 8         |
| <b>2 Nützliches und Informatives</b>  | <b>10</b> |
| <b>3 Module</b>   | <b>13</b> |
| 3.1 Alle Module   | 13        |
| MATHMTAG05- Algebra   | 13        |
| MATHMTAG06- Diskrete Geometrie  | 14        |
| MATHMTAG07- Konvexe Geometrie   | 15        |
| MATHMTAG08- Geometrische Maßtheorie   | 16        |
| MATHMTAG09- Algebraische Zahlentheorie  | 17        |
| MATHMTAG10- Algebraische Geometrie  | 18        |
| MATHMTAG11- Geometrie der Schemata  | 19        |
| MATHMTAG12- Geometrische Gruppentheorie   | 20        |
| MATHMTAG13- Lie Gruppen und Lie Algebren  | 21        |
| MATHMTAG15- Metrische Geometrie   | 22        |
| MATHMTAG16- Ebene algebraische Kurven   | 23        |
| MATHMTAG17- Graphen und Gruppen   | 24        |
| MATHMTAG18- Modulräume von Kurven   | 25        |
| MATHMTAG01- Symmetrische Räume  | 26        |
| MATHMTAG20- Integralgeometrie   | 27        |
| MATHMTAN24- Integralgleichungen   | 28        |
| MATHMTNM05- Inverse Probleme  | 29        |
| MATHMTAN26- Streutheorie  | 30        |
| MATHMTAN27- Inverse Streutheorie  | 31        |
| MATHMTAN11- Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme | 32        |
| MATHMTAN12- Evolutionsgleichungen   | 33        |
| MATHMTAN13- Spieltheorie  | 34        |
| MATHMTAN14- Fourieranalysis   | 35        |
| MATHMTAN09- Funktionalanalysis  | 36        |
| MATHMTAN15- Funktionen- und Distributionenräume                                       | 37        |
| MATHMTAN16- Funktionentheorie II  | 38        |
| MATHMTAN17- Modelle der mathematischen Physik   | 39        |
| MATHMTAN18- Kontrolltheorie   | 40        |
| MATHMTAN19- Nichtlineare Evolutionsgleichungen  | 41        |
| MATHMTAN18- Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen                 | 42        |
| MATHMTAN19- Rand- und Eigenwertprobleme   | 43        |
| MATHMTAN20- Potentialtheorie  | 44        |
| MATHMTAN21- Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen                 | 45        |
| MATHMTAN19- Spektraltheorie   | 46        |
| MATHMTAN22- Spektraltheorie von Differentialoperatoren                                | 47        |
| MATHMTAN23- Stabilitäts- und Kontrolltheorie für Evolutionsgleichungen                | 48        |
| MATHMTAN24- Stochastische Differentialgleichungen                                     | 49        |
| MATHMTAN25- Variationsrechnung  | 50        |
| MATHMTAN28- Maxwellgleichungen  | 51        |
| MATHMTNM05- Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen                               | 52        |
| MATHMTNM07- Finite Elemente Methoden  | 53        |

|  |           |
|--|-----------|
| MATHMTNM08- Paralleles Rechnen . . . . .   | 54        |
| MATHMTNM09- Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen . . . . .                         | 55        |
| MATHMTNM10- Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme . . . . .                                   | 56        |
| MATHMTNM11- Grundlagen der Kontinuumsmechanik . . . . .  | 57        |
| MATHMTNM12- Numerische Methoden in der Festkörpermechanik . . . . .  | 58        |
| MATHMTNM13- Numerische Methoden in der Elektrodynamik . . . . .  | 59        |
| MATHMTNM14- Wavelets . . . . .   | 60        |
| MATHMTNM15- Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik . . . . .  | 61        |
| MATHMTNM16- Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung . . . . .                                 | 62        |
| MATHMTNM17- Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren . . . . .   | 63        |
| MATHMTNM18- Numerische Methoden in der Finanzmathematik . . . . .  | 64        |
| MATHMTNM19- Adaptive Finite Elemente Methoden . . . . .  | 65        |
| MATHMTNM20- Numerische Methoden für zeitabhängige PDGLn . . . . .  | 66        |
| MATHMTNM21- Numerik für gewöhnliche Differentialgleichungen und differentiell-algebraische Systeme . . . . . | 67        |
| MATHMTNM24- Numerische Methoden in der Strömungsmechanik . . . . .   | 68        |
| MATHMTNM25- Numerische Optimierungsmethoden . . . . .  | 69        |
| MATHMTST06- Stochastische Geometrie . . . . .  | 70        |
| MATHMTST07- Asymptotische Stochastik . . . . .   | 71        |
| MATHMTST09- Generalisierte Regressionsmodelle . . . . .  | 72        |
| MATHMTST10- Brownsche Bewegung . . . . .   | 73        |
| MATHMTST11- Markovsche Entscheidungsprozesse . . . . .   | 74        |
| MATHMTST12- Steuerung stochastischer Prozesse . . . . .  | 75        |
| MATHMTST13- Perkolation . . . . .  | 76        |
| MATHMTST14- Räumliche Stochastik . . . . .   | 77        |
| MATHMTST15- Mathematische Statistik . . . . .  | 78        |
| MATHMTST16- Nichtparametrische Statistik . . . . .   | 79        |
| MATHMTST17- Multivariate Statistik . . . . .   | 80        |
| MATHMTST18- Zeitreihenanalyse . . . . .  | 81        |
| MATHMTST19- Analyse von Lebensdauern . . . . .   | 82        |
| MATHMTST20- Computerintensive Methoden der Statistik . . . . .   | 83        |
| MATHMTSE01- Seminar . . . . .  | 84        |
| MATHMTAG04- Riemannsche Geometrie . . . . .  | 85        |
| MATHMTNM03- Numerische Methoden für Differentialgleichungen . . . . .  | 86        |
| <b>4 Anhang: Studien- und Prüfungsordnung</b>  | <b>87</b> |

# 1 Studienplan Master Technomathematik

## 1.1 Ausbildungsziele

Der Masterstudiengang Technomathematik vermittelt

- Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens in der Mathematik
- die Kenntnis der vielfältigen interdisziplinären Verzahnungen von Mathematik, technischen Fächern und Informatik
- die Fähigkeit zur mathematischen Modellbildung für technikhorientierte Problemstellungen sowie zur Interpretation der mathematischen Resultate für die jeweilige Anwendung
- fundierte Kenntnisse anwendungsorientierter mathematischer Methoden
- breite Kenntnisse von Verfahren zur numerischen und computergestützten Lösung von Anwendungsproblemen
- die Fähigkeit, sich selbständig in neue Gebiete einzuarbeiten
- vertiefte Kenntnisse in selbst gewählten Schwerpunkten in der Mathematik und einem technischen Fach
- Heranführung an die aktuelle Forschung in einem mathematischen Teilgebiet

## 1.2 Vorbemerkung

Dieser Studienplan ergänzt und erläutert die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Technomathematik<sup>1</sup>. 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. Jedes Modul schließt mit einer Leistungskontrolle ab. Der durchschnittliche Arbeitsaufwand wird in Leistungspunkten (LP) gemessen<sup>2</sup>. Im Allgemeinen werden Module benotet. 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 Nebenfach<sup>3</sup> und Module in der Informatik<sup>4</sup> belegt werden<sup>5</sup>.

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 werden<sup>6</sup>.
- D) *Seminare*: Es müssen zusätzlich zwei Seminarmodule über je 3 Leistungspunkte abgelegt werden, darunter mindestens ein Seminarmodul in Mathematik.
- E) *Schlüsselqualifikationen*: Weitere 4 LP müssen in Form von „additiven“ Modulen abgelegt werden und können z.B. aus dem House of Competence bezogen werden<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Im Folgenden wird die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Technomathematik einfach mit „PO Technomathematik“ bezeichnet.

<sup>2</sup>Die Maßstäbe für die Zuordnung von Leistungspunkten entsprechen dem ECTS (European Credit Transfer System). Ein Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden.

<sup>3</sup>Das technische Nebenfach wird zu Beginn des Masterstudiengangs festgelegt, vgl. PO Technomathematik §3(2).

<sup>4</sup>Der Masterstudiengang Technomathematik hat zwei Ergänzungsfächer. Das erste Ergänzungsfach ist ein (wählbares) technisches Nebenfach, das zweite Ergänzungsfach ist immer Informatik.

<sup>5</sup>Die folgende Aufstellung ist PO Technomathematik §17 entnommen.

<sup>6</sup>vgl. §12 der Prüfungsordnung

<sup>7</sup>vgl. §13 der Prüfungsordnung

## 1.4 Mathematische Fächer und Module

Es folgt eine Aufstellung der regelmäßig angebotenen Module. Eine Auswahl dieser Module wird empfohlen, aber nicht zwingend vorgeschrieben. Sie können nur gewählt werden, falls diese Vorlesungen (oder entsprechende Lehrveranstaltungen an anderen Universitäten<sup>8</sup>) nicht schon im Bachelorstudium verwendet wurden.

Bitte beachten Sie, dass in den Modulbeschreibungen jeweils die Voraussetzungen spezifiziert werden, d.h. in der Regel setzen Module im Masterstudiengang entsprechende Module aus dem Bachelorstudiengang voraus.

## 1.5 Einführende Module

Zunächst werden Module aufgelistet, die in Vertiefungsfächer des Masterstudiums einführen. Sie werden in der Regel in jedem Jahr angeboten. Viele dieser Module können entweder im dritten Bachelorjahr oder im ersten Masterjahr gehört werden<sup>9</sup>. Für das Masterstudium werden sie aber nur angerechnet, wenn sie nicht bereits für das Bachelorstudium angerechnet wurden. Wenn nicht anders angegeben, entsprechen sie einem Arbeitsaufwand von 8 Leistungspunkten.

### • Algebra und Geometrie

Vorlesungen, die auch im Bachelorstudium angeboten werden:

- Algebra (4+2 SWS, Ws)
- Riemannsche Geometrie (4+2 SWS, Ss)
- Konvexe Geometrie (4+2 SWS, Ws)

Einführende Vorlesungen im Masterstudium<sup>10</sup>:

- Symmetrische Räume (4+2 SWS, Riemannsche Geometrie wird vorausgesetzt)
- Algebraische Zahlentheorie (4+2 SWS, Algebra wird vorausgesetzt)
- Algebraische Geometrie (4+2 SWS, Algebra wird vorausgesetzt)
- Integralgeometrie (4+2 SWS, Konvexe Geometrie wird vorausgesetzt)
- Stochastische Geometrie<sup>11</sup> (4+2 SWS, das Modul Wahrscheinlichkeitstheorie aus dem Bachelorstudium wird vorausgesetzt)

### • Analysis

Vorlesungen, die auch im Bachelorstudium angeboten werden:

- 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)

Einführende Vorlesungen im Masterstudium<sup>12</sup>:

- Evolutionsgleichungen (4+2 SWS, Funktionalanalysis wird vorausgesetzt)
- Fourieranalysis (4+2 SWS) (Funktionalanalysis wird vorausgesetzt)
- Integralgleichungen (4+2 SWS, Funktionalanalysis wird vorausgesetzt)
- Modelle der Mathematischen Physik (4+2 SWS, Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen wird vorausgesetzt)
- Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen (4+2 SWS, Rand- und Eigenwertprobleme wird vorausgesetzt)

### • Angewandte und Numerische Mathematik

Vorlesungen, die auch im Bachelorstudium angeboten werden:

- Numerische Methoden für Differentialgleichungen (4+2 SWS, Ws)
- Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen (4+0+3 SWS, Ss)
- Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme (4+2 SWS, Ws)
- Inverse Probleme (4+2 SWS, Ss) (4+2 SWS)

<sup>8</sup>Im Rahmen der Zulassung zum Masterstudiengang Technomathematik wird die Vergleichbarkeit von Modulen anderer Universitäten und von Modulen unserer Fakultät festgelegt.

<sup>9</sup>Diese Vorlesungen werden im Folgenden als Brückenmodule bezeichnet.

<sup>10</sup>Diese Vorlesungen setzen jeweils mindestens ein Brückenmodul aus der Algebra und Geometrie (bzw. in einem Fall ein Basismodul aus der Stochastik) voraus.

<sup>11</sup>Dieses Modul kann wahlweise dem Fach Stochastik oder dem Fach Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

<sup>12</sup>Diese Vorlesungen setzen jeweils mindestens ein Brückenmodul aus der Analysis voraus.

Einführende Vorlesungen im Masterstudium<sup>13</sup>:

- Finite Elemente  
(4+2 SWS, Ws, Numerische Methoden für Differentialgleichungen wird vorausgesetzt)
- Numerische Optimierungsmethoden  
(4+2 SWS, Modul Optimierungstheorie aus dem Bachelorstudium wird vorausgesetzt)

- **Stochastik**

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

- Finanzmathematik in stetiger Zeit (4+2 SWS)
- Asymptotische Stochastik (4+2 SWS)
- Räumliche Stochastik (4+2 SWS)
- Stochastische Geometrie<sup>14</sup> (4+2 SWS)
- Brownsche Bewegung (2+1 SWS, 4 LP)
- Perkolation (2+1 SWS, 4 LP)
- Generalisierte Regressionsmodelle (2+1 SWS, 4 LP)

## 1.6 Weiterführende Module

Die im folgenden aufgeführten unregelmäßig angebotenen Module bauen auf Modulen auf, die in Abschnitt 1.5 genannt wurden, vertiefen die Arbeitsgebiete und ermöglichen, ergänzt durch den Besuch von Seminaren, die Anfertigung einer Masterarbeit in einem Spezialgebiet. Wenn nicht anders angegeben, entsprechen sie einem Arbeitsaufwand von 8 Leistungspunkten.

- **Algebra und Geometrie**

- Geometrie der Schemata (4+2 SWS)
- Geometrische Gruppentheorie (4+2 SWS)
- Modulformen (4+2 SWS)
- Diskrete Geometrie (4+2 SWS)
- Lie Gruppen und Lie Algebren (4+2 SWS)
- Geometrische Maßtheorie (4+2 SWS)
- Modulräume für Kurven
- Ebene algebraische Kurven
- Graphen und Gruppen
- Metrische Geometrie
- Quaternionenalgebren
- Arithmetik Elliptischer Kurven
- Klassenkörpertheorie
- Homologische Algebra
- p-adische Analysis

- **Analysis**

- Nichtlineare Evolutionsgleichungen (4+2 SWS)
- Funktionen- und Distributionenräume (4+2 SWS)
- Funktionentheorie II (4+2 SWS)
- Potentialtheorie (4+2 SWS)
- Spektraltheorie für Differentialoperatoren (4+2 SWS)
- Stabilitäts- und Kontrolltheorie für Evolutionsgleichungen (4+2 SWS)
- Stochastische Differentialgleichungen (4+2 SWS)
- Variationsrechnung (4+2 SWS)
- Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme (4+2 SWS)
- Kontrolltheorie (2+1 SWS, 4 LP)
- Spieltheorie (2+1 SWS, 4 LP)

<sup>13</sup>Diese Vorlesungen setzen jeweils mindestens ein Brückenmodul in der Angewandte und Numerische Mathematik voraus. Zum Teil sind zusätzlich Analysiskenntnisse erforderlich (etwa das Modul (G8) „Differentialgleichungen und Hilberträume“ aus dem Bachelorstudiengang), die in den jeweiligen Modulbeschreibungen genauer spezifiziert sind.

<sup>14</sup>Dieses Modul kann wahlweise dem Fach Stochastik oder dem Fach Algebra und Geometrie zugeordnet werden.



- Streutheorie (4+2 SWS)
- Inverse Streutheorie (4+2 SWS)
- **Angewandte und Numerische Mathematik**
  - Grundlagen der Kontinuumsmechanik (2 SWS, 3 LP)
  - Numerische Methoden in der Kontinuumsmechanik (4+2 SWS)
  - Numerische Methoden in der Elektrodynamik (4+2 SWS)
  - Einführung in die Numerik der Strömungsmechanik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Wavelets (4+2 SWS)
  - Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik (4+2 SWS)
  - Mathematische Methoden in der Signal- und Bildverarbeitung (4+2 SWS)
  - Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren (2 SWS, 3 LP)
  - Paralleles Rechnen (2+2 SWS, 6 LP)
  - Numerische Methoden und Systeme des Hochleistungsrechnens (2+1 SWS, 4 LP)
  - Numerik dünnbesetzter Matrizen (2+1 SWS, 4 LP)
  - Optimale Kontrolle (2+1 SWS, 4 LP)
  - Adaptive Finite Elemente (2 SWS, 3 LP)
  - Numerische Methoden für zeitabhängige PDGLn (4+2 SWS)
  - Numerische Methoden in der Finanzmathematik (4+2 SWS)
  - Numerik für gewöhnliche Differentialgleichungen und differentiell-algebraische Systeme (4+2 SWS)
- **Stochastik**
  - Stochastische Integration (2+1 SWS, 4 LP)
  - Markovsche Entscheidungsprozesse (2+1 SWS, 4 LP)
  - Stochastische Steuerung (2+1 SWS, 4 LP)
  - Räumliche Stochastik (4+2 SWS)
  - Stochastische Geometrie (4+2 SWS)
  - Mathematische Statistik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Nichtparametrische Statistik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Nichtparametrische Kurvenschätzung (2+1 SWS, 4 LP)
  - Multivariate Statistik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Zeitreihenanalyse (2+1 SWS, 4 LP)
  - Analyse von Lebensdauern (2+1 SWS, 4 LP)
  - Computerintensive Methoden der Statistik (2+1 SWS, 4 LP)

Diese Auflistung der weiterführenden Module wird nach Bedarf aktualisiert.

## 1.7 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. Die zugelassenen Module und Vorlesungen werden zu Semesterbeginn durch den Prüfungsausschuss bekannt gegeben. Weitere geeignete Module im technischen Nebenfach und in der Informatik können individuell mit dem Studienberater festgelegt werden.

## 1.8 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



Wissensbeständen 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/studium>) 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.

## 2 Nützliches und Informatives

### Das Modulhandbuch

Grundsätzlich gliedert sich das Studium in die beiden **Fächer** Mathematik und Wirtschaftswissenschaften, diese wiederum in Gebiete. Das Lehrangebot jedes Gebietes ist in Module aufgeteilt. Jedes **Modul** besteht aus einer oder mehreren aufeinander bezogenen **Lehrveranstaltungen**. Der Umfang jedes Moduls ist durch Leistungspunkte gekennzeichnet, die nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls gutgeschrieben werden. Bei der Auswahl der Lehrveranstaltungen besteht eine dem interdisziplinären Charakter des Studiengangs angemessene große Anzahl von individuellen **Wahl- und Vertiefungsmöglichkeiten**. Damit wird es dem Studierenden möglich, das Studium sowohl inhaltlich als auch zeitlich auf die persönlichen Bedürfnisse, Interessen und beruflichen Perspektiven zuzuschneiden. Das **Modulhandbuch** beschreibt die zum Studiengang gehörigen Module, ihre Zusammensetzung und Größe, ihre Abhängigkeiten untereinander, ihre Lernziele, die Art der Erfolgskontrolle und die Bildung der Note eines Moduls. Es gibt somit die notwendige Orientierung und ist ein hilfreicher Begleiter im Studium.

Das Modulhandbuch ersetzt aber nicht das **Vorlesungsverzeichnis**, das zu jedem Semester über die aktuell stattfindenden Veranstaltungen und die entsprechenden variablen Daten (z.B. Zeit und Ort der Lehrveranstaltung) informiert.

### Beginn und Abschluss eines Moduls

Jedes Modul und jede Lehrveranstaltung darf nur jeweils einmal angerechnet werden. Die Entscheidung über die Zuordnung einer Lehrveranstaltung zu einem Gebiet oder Modul trifft der Studierende in dem Moment, in dem er sich zur entsprechenden Prüfung anmeldet. Um zu einer Prüfung in einem Modul zugelassen zu werden, muss beim Studienbüro eine Erklärung über die Wahl des betreffenden Moduls abgegeben werden.

**Abgeschlossen** bzw. bestanden ist ein Modul dann, wenn die Modulprüfung bestanden wurde (Note min. 4,0) oder wenn alle dem Modul zugeordneten Modulteilprüfungen bestanden wurden (Note min. 4,0).

### Gesamt- oder Teilprüfungen

Modulprüfungen können in einer Gesamtprüfung oder in Teilprüfungen abgelegt werden. Wird die **Modulprüfung als Gesamtprüfung** angeboten, wird der gesamte Umfang der Modulprüfung zu einem Termin geprüft. Ist die **Modulprüfung in Teilprüfungen** gegliedert, kann die Modulprüfung über mehrere Semester hinweg z.B. in Einzelprüfungen zu den dazugehörigen Lehrveranstaltungen abgelegt werden.

Die Anmeldung zu den jeweiligen Prüfungen erfolgt online über die Selbstbedienungsfunktion im Studierendenportal des KIT. Auf <https://studium.kit.edu> sind unter anderem folgende Funktionen möglich:

- Prüfung an-/abmelden
- Prüfungsergebnisse abfragen
- Notenauszüge erstellen

### Wiederholung von Prüfungen

Wer eine Prüfung nicht besteht, kann diese grundsätzlich einmal wiederholen. Wenn auch die **Wiederholungsprüfung** (inklusive evtl. vorgesehener mündlicher Nachprüfung) nicht bestanden wird, ist der **Prüfungsanspruch** verloren. Anträge auf eine **Zweitwiederholung** einer Prüfung müssen vom Prüfungsausschuss genehmigt werden. Ein Antrag auf Zweitwiederholung muss gleich nach Verlust des Prüfungsanspruches gestellt werden.

### Zusatzleistungen

Eine Zusatzleistung ist eine freiwillige, zusätzliche Prüfung, deren Ergebnis nicht für die Gesamtnote berücksichtigt wird. Sie muss bei Anmeldung zur Prüfung im Studienbüro als solche deklariert werden und kann nachträglich nicht als Pflichtleistung verbucht werden. Zusatzleistungen können im Umfang von höchstens 20 Leistungspunkten erworben werden. Das Ergebnis maximal zweier Module, die jeweils mindestens 9 Leistungspunkte umfassen müssen, können in das Zeugnis mit aufgenommen werden. Im Rahmen der Zusatzmodule können alle im Modulhandbuch definierten Module abgelegt werden. Darüber hinaus kann der Prüfungsausschuss auf Antrag auch Module genehmigen, die dort nicht enthalten sind.

**Alles ganz genau ...**

Alle Informationen rund um die rechtlichen und amtlichen Rahmenbedingungen des Studiums finden sich in der Studien- und Prüfungsordnung des Studiengangs.

**Verwendete Abkürzungen**

|      |                              |
|------|------------------------------|
| LP   | Leistungspunkte/ECTS         |
| LV   | Lehrveranstaltung            |
| Sem. | Semester                     |
| SPO  | Studien- und Prüfungsordnung |
| SWS  | Semesterwochenstunde         |
| Ü    | Übung                        |
| V    | Vorlesung                    |
| T    | Tutorium                     |



### 3 Module

#### 3.1 Alle Module

##### Modul: Algebra

Modulschlüssel: [MATHMTAG05]

**Fach:** Algebra/Geometrie

**Modulkoordination:** Frank Herrlich

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1

##### Erfolgskontrolle

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

##### Voraussetzungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1+2

Einführung in Algebra und Zahlentheorie

##### Bedingungen

Keine.

##### Lernziele

- Konzepte und Methoden der Algebra
- Vorbereitung auf Seminare und weiterführende Vorlesungen im Bereich Algebraische Geometrie und Zahlentheorie

##### Inhalt

- Körper:  
Körpererweiterungen, Galoistheorie, Einheitswurzeln und Kreisteilung
- Bewertungen:  
Beträge, Bewertungsringe, Betragsfortsetzung, lokale Körper
- Dedekindringe:  
ganze Ringerweiterungen, Normalisierung, noethersche Ringe

##### Lehrveranstaltungen im Modul *Algebra* [MATHMTAG05]

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche               |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG05 | Algebra           | 4/2          | W    | 8  | F. Herrlich, S. Kühnlein, C. Schmidt, G. Schmithüsen |

**Modul: Diskrete Geometrie****Modulschlüssel: [MATHMTAG06]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Daniel Hug**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1+2

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende kombinatorische Eigenschaften und Aussagen konvexer Polytope, geometrischer Graphen und Packungen,
- vollziehen metrische, kombinatorische und graphentheoretische Argumentationsweisen nach und wenden diese in abgewandelter Form an.

**Inhalt**

- Kombinatorische Eigenschaften konvexer Mengen
- Konvexe Polytope
- Geometrische Graphen
- Algorithmische Probleme
- Packungen und Lagerungen
- Gitter

**Lehrveranstaltungen im Modul *Diskrete Geometrie* [MATHMTAG06]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|------|--------------------|--------------|------|----|--|
| 1535 | Diskrete Geometrie | 4/2          | W/S  | 8  | D. Hug, W. Weil                        |

**Modul: Konvexe Geometrie**

**Modulschlüssel: [MATHMTAG07]**

**Fach:** Algebra/Geometrie

**Modulkoordination:** Wolfgang Weil

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1

**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Eigenschaften von konvexen Mengen und konvexen Funktionen und wenden diese auf verwandte Problemstellungen an,
- sind mit grundlegenden geometrischen und analytischen Ungleichungen und ihren Anwendungen auf geometrische Extremalprobleme vertraut,
- kennen ausgewählte Integralformeln für konvexe Mengen und die hierfür erforderlichen Grundlagen über invariante Maße.

**Inhalt**

1. Konvexe Mengen
  - 1.1. Kombinatorische Eigenschaften
  - 1.2. Trennungs- und Stützeigenschaften
  - 1.3. Extremale Darstellungen
2. Konvexe Funktionen
  - 2.1. Grundlegende Eigenschaften
  - 2.2. Regularität
  - 2.3. Stützfunktion
3. Brunn-Minkowski-Theorie
  - 3.1. Hausdorff-Metrik
  - 3.2. Volumen und Oberfläche
  - 3.3. Gemischte Volumina
  - 3.4. Geometrische Ungleichungen
  - 3.5. Oberflächenmaße
  - 3.6. Projektionsfunktionen
4. Integralgeometrische Formeln
  - 4.1. Invariante Maße
  - 4.2. Projektions- und Schnittformeln

**Lehrveranstaltungen im Modul *Konvexe Geometrie* [MATHMTAG07]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|------|-------------------|--------------|------|----|--|
| 1044 | Konvexe Geometrie | 4/2          | W/S  | 8  | D. Hug, W. Weil                        |



**Modul: Geometrische Maßtheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAG08]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Daniel Hug**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Aussagen und Beweistechniken der geometrischen Maßtheorie,
- sind mit exemplarischen Anwendungen von Methoden der geometrischen Maßtheorie vertraut und wenden diese an.

**Inhalt**

- Maß und Integral
- Überdeckungssätze
- Hausdorff-Maße
- Differentiation von Maßen
- Lipschitzfunktionen und Rektifizierbarkeit
- Flächen- und Koflächenformel
- Ströme
- Anwendungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Geometrische Maßtheorie* [MATHMTAG08]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung       | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|------|-------------------------|--------------|------|----|--|
| 1040 | Geometrische Maßtheorie | 4/2          | W/S  | 8  | D. Hug, W. Weil                        |

**Modul: Algebraische Zahlentheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAG09]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Claus-Günther Schmidt**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Algebra

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in die Strukturen und die Denkweise der Algebraischen Zahlentheorie

**Inhalt**

Algebraische Zahlkörper, Minkowski-Theorie,

Endlichkeit der Klassengruppe,

Dirichletscher Einheitensatz,

Adele und Ideale,

Klassenkörpertheorie

**Lehrveranstaltungen im Modul *Algebraische Zahlentheorie* [MATHMTAG09]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung          | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|----------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG09 | Algebraische Zahlentheorie | 4/2          | W/S  | 8  | S. Kühnlein, C. Schmidt                |

**Modul: Algebraische Geometrie****Modulschlüssel: [MATHMTAG10]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Frank Herrlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Algebra

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Vertrautheit mit den Grundkonzepten der Algebraischen Geometrie und den dafür erforderlichen Werkzeugen aus der Algebra

**Inhalt**

Hilbertscher Basissatz,

Nullstellensatz;

affine und projektive Varietäten;

Morphismen und rationale Abbildungen;

nichtsinguläre Varietäten;

algebraische Kurven;

Satz von Riemann-Roch

**Lehrveranstaltungen im Modul *Algebraische Geometrie* [MATHMTAG10]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung      | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG10 | Algebraische Geometrie | 4/2          | W/S  | 8  | F. Herrlich, S. Kühnlein               |

**Modul: Geometrie der Schemata****Modulschlüssel: [MATHMTAG11]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Frank Herrlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Algebraische Geometrie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Vertrautheit mit der Sprache der Garben und Schemata;

Anwendungen in der Algebraischen Geometrie

**Inhalt**

Garben von Moduln;

affine Schemata;

Varietäten und Schemata;

Morphismen;

Kohomologie von Garben

**Lehrveranstaltungen im Modul *Geometrie der Schemata* [MATHMTAG11]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung      | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG11 | Geometrie der Schemata | 4/2          | W/S  | 8  | F. Herrlich, S. Kühnlein               |

**Modul: Geometrische Gruppentheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAG12]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Gabriela Schmithüsen**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Einführung in Algebra und Zahlentheorie

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Verständnis der Wechselwirkung zwischen Geometrie und Gruppentheorie

**Inhalt**

Gruppenaktionen auf Graphen;

Cayley-Graphen;

Wortprobleme in Gruppen;

Gromov-hyperbolische Räume;

Aktion von hyperbolischen Gruppen auf metrischen Räumen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Geometrische Gruppentheorie* [MATHMTAG12]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung           | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG12 | Geometrische Gruppentheorie | 4/2          | W/S  | 8  | G. Schmithüsen                         |

**Modul: Lie Gruppen und Lie Algebren****Modulschlüssel: [MATHMTAG13]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Oliver Baues**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in Lie Gruppen und Lie Algebren; Vorbereitung auf Seminare im Bereich Algebra/Geometrie und weiterführende Vorlesungen im Bereich Algebra/Geometrie

**Inhalt**

Grundbegriffe,

spezielle Klassen von Lie Gruppen und Lie Algebren,

Strukturtheorie,

alternative und weiterführende Themen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Lie Gruppen und Lie Algebren* [MATHMTAG13]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung            | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG13 | Lie Gruppen und Lie Algebren | 4/2          | W/S  | 8  | O. Baues                               |

**Modul: Metrische Geometrie****Modulschlüssel: [MATHMTAG15]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Enrico Leuzinger**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in exemplarische Gegenstände und Denkweisen der metrischen Geometrie

Vorbereitung auf eigenständige Forschung im Bereich Geometrie

**Inhalt**

Model-Geometrien,

Längenräume,

CAT(0)-Räume,

Gromov-hyperbolische Räume

Quasi-Isometrien,

(semi)hyperbolische Gruppen,

Wortproblem und isoperimetrische Ungleichungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Metrische Geometrie* [MATHMTAG15]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung   | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG15 | Metrische Geometrie | 4/2          | W    | 8  | E. Leuzinger                           |



**Modul: Ebene algebraische Kurven****Modulschlüssel: [MATHMTAG16]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Frank Herrlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Einmalig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Einführung in Algebra und Zahlentheorie

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**Beherrschung von algebraischen Techniken zur Untersuchung von geometrischen Eigenschaften am Beispiel ebener Kurven;  
Vertrautheit mit Eigenschaften ebener algebraischer Kurven**Inhalt**

Polynomringe;

affine Kurven, singuläre Punkte, Tangenten, Schnittmultiplizitäten;

projektive Kurven, der Satz von Bezout;

Topologie projektiver Kurven;

elliptische Kurven;

reguläre Funktionen, Funktionenkörper

**Lehrveranstaltungen im Modul *Ebene algebraische Kurven* [MATHMTAG16]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung         | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG16 | Ebene algebraische Kurven | 4/2          | W/S  | 8  | F. Herrlich                            |

**Modul: Graphen und Gruppen****Modulschlüssel: [MATHMTAG17]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Frank Herrlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Einführung in Algebra und Zahlentheorie

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Kennenlernen verschiedener Verbindungen von Gruppen- und Graphentheorie;

Vertrautheit mit Konzepten wie Cayleygraph einer Gruppe und Aktion einer Gruppe auf einem Graphen

**Inhalt**

Graphen und Bäume, Cayleygraphen,

freie Gruppen,

Fundamentalgruppe eines Graphen,

freie Produkte und Amalgame,

Graphen von Gruppen, Bass-Serre-Theorie;

p-adische Zahlen, Bruhat-Tits-Baum;

diskontinuierliche Gruppen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Graphen und Gruppen* [MATHMTAG17]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung   | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG17 | Graphen und Gruppen | 4/2          | W/S  | 8  | F. Herrlich, G. Schmithüsen            |

**Modul: Modulräume von Kurven****Modulschlüssel: [MATHMTAG18]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Frank Herrlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Algebraische Geometrie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Vertrautheit mit algebraischen Klassifikationsproblemen, insbesondere dem Konzept der von einem algebraischen Parameter abhängigen Familie; Kennenlernen von Techniken der modernen Algebraischen Geometrie

**Inhalt**

Klassifikation elliptischer Kurven;

Modulräume ebener Kurven;

grobe und feine Modulräume;

kanonische Einbettung von Kurven, Hilbert-Schema;

Anfänge der Geometrischen Invariantentheorie

**Lehrveranstaltungen im Modul *Modulräume von Kurven* [MATHMTAG18]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung     | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG18 | Modulräume von Kurven | 4/2          | W/S  | 8  | F. Herrlich                            |

**Modul: Symmetrische Räume****Modulschlüssel: [MATHMTAG01]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Enrico Leuzinger**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in die Theorie der symmetrischen Räume

**Inhalt**

Homogene Räume,

Symmetrische Räume,

lokal symmetrische Räume

**Lehrveranstaltungen im Modul *Symmetrische Räume* [MATHMTAG01]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG19 | Symmetrische Räume | 4/2          | W    | 8  | E. Leuzinger                           |

**Modul: Integralgeometrie****Modulschlüssel: [MATHMTAG20]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Wolfgang Weil**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Konvexe Geometrie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Resultate über invariante Maße und wenden diese auf globale und lokale integralgeometrische Resultate an,
- sind mit typischen Beweistechniken für integralgeometrische Resultate vertraut,
- kennen Beispiele für Anwendungen von integralgeometrischen Resultaten in der Konvexen Geometrie und in der Stochastischen Geometrie.

**Inhalt**

- Invariante Maße
- Krümmungsmaße
- Lokale kinematische Hauptformel
- Croftonformel
- Projektions- und Summenformeln
- Integralformeln für Zylinder
- Fortsetzung auf den Konvexring
- Translative Integralgeometrie

**Lehrveranstaltungen im Modul *Integralgeometrie* [MATHMTAG20]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAG20 | Integralgeometrie | 4/2          | W/S  | 8  | W. Weil                                |

**Modul: Integralgleichungen****Modulschlüssel: [MATHMTAN24]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik, Analysis**Modulkoordination:** Frank Hettlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden können

- Integralgleichungen in Standardformen formulieren und klassifizieren,
- Integralgleichungen hinsichtlich Existenz und Eindeutigkeit untersuchen,
- Anwendungsbeispiele als Integralgleichungen formulieren.

**Inhalt**

- Riesz- und Fredholmtheorie
- Fredholmsche und Volterrasche Integralgleichungen 2. Art
- Anwendungen in der Potentialtheorie
- Faltungsgleichungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Integralgleichungen* [MATHMTAN24]**

| Nr. | Lehrveranstaltung   | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|-----|---------------------|--------------|------|----|--|
| IG  | Integralgleichungen | 4/2          | S    | 8  | T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch       |

**Modul: Inverse Probleme****Modulschlüssel: [MATHMTNM05]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Andreas Kirsch**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- können Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestellttheit unterscheiden,
- kennen Regularisierungsstrategien.

**Inhalt**

- Lineare Gleichungen 1. Art
- Schlecht gestellte Probleme
- Regularisierungstheorie
- Iterative Verfahren
- Anwendungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Inverse Probleme* [MATHMTNM05]**

| Nr. | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|-----|-------------------|--------------|------|----|--|
| IP  | Inverse Probleme  | 4/2          | W    | 8  | F. Hettlich, A. Kirsch, A. Rieder      |



**Modul: Streutheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAN26]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Frank Hettlich**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden können grundlegende Eigenschaften von Lösungen der Helmholtzgleichung in Innen- und Außengebieten beweisen und anwenden. Kenntnisse zur Eindeutigkeit und Verständnis der Existenztheorie bei Streuproblemen mittels Integralgleichungen oder über Variationsformulierungen sind zentrales Anliegen. Somit liegen die Lernziele in einer weitreichenden Kompetenz in der Modellbildung, der Herleitung von Existenzaussagen und dem Umgang mit Lösungen von Streuproblemen und verwandten Randwertproblemen.

**Inhalt**

Helmholtzgleichung und elementare Lösungen,

Greensche Darstellungssätze,

Ausstrahlungsbedingungen,

Existenz und Eindeutigkeit bei Streuproblemen,

Fernfelder

**Lehrveranstaltungen im Modul *Streutheorie* [MATHMTAN26]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN26 | Streutheorie      | 4/2          | W/S  | 8  | T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch       |

**Modul: Inverse Streutheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAN27]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik, Analysis**Modulkoordination:** Andreas Kirsch**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Der Studierende ist in der Lage, die Begriffe der inversen Streutheorie in der Theorie und an Beispielen zu erläutern, Beweisskizzen der Hauptsätze zu liefern und die Unterschiede in den Fragestellungen und Problematiken zur direkten Streutheorie aufzuzeigen.

**Inhalt**

Direkte Streuprobleme

Eindeutigkeit des inversen Problems

Faktorisierungsmethode

iterative Verfahren

**Lehrveranstaltungen im Modul *Inverse Streutheorie* [MATHMTAN27]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung    | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|----------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN27 | Inverse Streutheorie | 4/2          | W/S  | 8  | T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch       |

## Modul: Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme Modulschlüssel: [MATHMTAN11]

**Fach:** Analysis

**Modulkoordination:** Michael Plum

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1

### Erfolgskontrolle

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

### Voraussetzungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

Rand- und Eigenwertprobleme

### Bedingungen

Keine.

### Lernziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen computerunterstützter analytischer Methoden und deren Bedeutung als methodische Ergänzung zu anderen (rein analytischen) Methoden.

### Inhalt

Formulierung von nichtlinearen Randwertproblemen als Nullstellen- und als Fixpunkt-Problem. Nachweis der Voraussetzungen eines geeigneten Fixpunktsatzes mit computerunterstützten Methoden: Explizite Sobolev-Ungleichungen, Eigenwertschranken mittels variationeller Charakterisierungen, Intervall-Arithmetik.

### Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTAN11]

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHAN11 | Computerunterstützte analytische Methoden für<br>Rand- und Eigenwertprobleme | 4/2          | W/S  | 8  | M. Plum                                |

**Modul: Evolutionsgleichungen****Modulschlüssel: [MATHMTAN12]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Roland Schnaubelt**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden verstehen die Grundideen und -begriffe des operatortheoretischen Zugangs zu Evolutionsgleichungen. Sie können diese auf partielle Differentialgleichungen anwenden.

**Inhalt**

stark stetige Operatorhalbgruppen und ihre Erzeuger,

Erzeugungssätze und Wohlgestelltheit,

analytische Halbgruppen,

inhomogene und semilineare Cauchyprobleme,

Störungstheorie,

Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Evolutionsgleichungen* [MATHMTAN12]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung     | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN12 | Evolutionsgleichungen | 4/2          | W/S  | 8  | R. Schnaubelt, L. Weis                 |

**Modul: Spieltheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAN13]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Wolfgang Reichel**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine.

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden beherrschen exemplarisch Grundlagen der Theorie nicht-kooperativer Spiele und ihrer Gleichgewichte.

**Inhalt**

2-Personen-Nullsummenspiele,  
 von Neumann-Morgenstern-Theorie,  
 n-Personen-Nullsummenspiele,  
 gemischte Erweiterungen,  
 Nash-Gleichgewichte,  
 Satz von Nikaido-Isoda

**Lehrveranstaltungen im Modul *Spieltheorie* [MATHMTAN13]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN13 | Spieltheorie      | 2/1          | W/S  | 4  | M. Plum, W. Reichel                    |

**Modul: Fourieranalysis**

**Modulschlüssel: [MATHMTAN14]**

**Fach:** Analysis

**Modulkoordination:** Lutz Weis

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1

**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Verständnis der Darstellung von Funktionen und Differentialgleichungen im "Fourierbild" (Frequenzbereich), Behandlung von "singulären" Integralen.

**Inhalt**

- Fourier Reihen
- Die Fourier Transformation auf  $L_1$  und  $L_2$
- Temperierte Distributionen und ihre Fourier Transformation
- Explizite Lösungen der Wärmeleitungs-, Schrödinger- und Wellengleichung im  $\mathbb{R}^n$
- Hilbert Transformation
- Der Interpolationssatz von Marcinkiewicz
- Singuläre Integraloperatoren
- Der Fourier Multiplikatorensatz von Mihlin

**Lehrveranstaltungen im Modul *Fourieranalysis* [MATHMTAN14]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN14 | Fourieranalysis   | 4/2          | W/S  | 8  | R. Schnaubelt, L. Weis                 |

**Modul: Funktionalanalysis****Modulschlüssel: [MATHMTAN09]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Roland Schnaubelt**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in funktionalanalytische Konzepte und Denkweisen

**Inhalt**

- Metrische Räume (topologische Grundbegriffe, Kompaktheit)
- Stetige lineare Operatoren auf Banachräumen (Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Homomorphiesatz)
- Dualräume mit Darstellungssätzen, Satz von Hahn-Banach, schwache Konvergenz, Reflexivität
- Distributionen, schwache Ableitung, Fouriertransformation, Satz von Plancherel, Sobolevräume in  $L^2$ , partielle Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten

**Lehrveranstaltungen im Modul *Funktionalanalysis* [MATHMTAN09]**

| Nr.     | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche          |
|---------|--------------------|--------------|------|----|---|
| FunkAna | Funktionalanalysis | 4/2          | W    | 8  | G. Herzog, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis |



**Modul: Funktionen- und Distributionenräume****Modulschlüssel: [MATHMTAN15]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Lutz Weis**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Tieferes Verständnis der Grundkonzepte der modernen Analysis und ihrer Anwendungen: verallgemeinerte Ableitungen und Funktionen, Räume verallgemeinerter Funktionen einschließlich Räume von Maßen.

**Inhalt**

- Distributionen und das Rechnen mit Distributionen
- Fouriertransformation von Distributionen
- Sobolevräume und schwache Ableitungen
- Anwendung auf Differentialgleichungen
- Der Darstellungssatz von Riesz für den Dualraum der stetigen Funktionen
- Konvergenz von Maßen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Funktionen- und Distributionenräume* [MATHMTAN15]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                   | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche      |
|----------|-------------------------------------|--------------|------|----|---|
| MATHAN15 | Funktionen- und Distributionenräume | 4/2          | W/S  | 8  | M. Plum, W. Reichel, R. Schnaubelt, L. Weis |

**Modul: Funktionentheorie II****Modulschlüssel: [MATHMTAN16]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Christoph Schmoeger**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionentheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse aus dem Modul Funktionentheorie.

**Inhalt**

- unendliche Produkte
- Satz von Mittag-Leffler
- Satz von Montel
- Riemannscher Abbildungssatz
- Konforme Abbildungen
- schlichte Funktionen
- Automorphismen spezieller Gebiete
- harmonische Funktionen
- Schwarzsches Spiegelungsprinzip
- reguläre und singuläre Punkte von Potenzreihen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Funktionentheorie II* [MATHMTAN16]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung    | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche                                     |
|----------|----------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN16 | Funktionentheorie II | 4/2          | W/S  | 8  | G. Herzog, M. Plum, W. Reichel,<br>C. Schmoeger, R. Schnaubelt,<br>L. Weis |

**Modul: Modelle der mathematischen Physik****Modulschlüssel: [MATHMTAN17]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Wolfgang Reichel**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden sind in der Lage, die Modellierung grundlegender physikalischer Effekte nachzuvollziehen und die wichtigsten Eigenschaften dieser Modelle mathematisch zu erfassen.

**Inhalt**

Reaktions-Diffusionsmodelle

Wellenphänomene

Maxwellgleichungen und Elektrodynamik

Schrödingergleichung und Quantenmechanik

Navier-Stokes-Gleichung und Flüssigkeitsdynamik

Elastizität

Oberflächenspannung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Modelle der mathematischen Physik* [MATHMTAN17]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                 | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN17 | Modelle der mathematischen Physik | 4/2          | W/S  | 8  | M. Plum, W. Reichel                    |

**Modul: Kontrolltheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAN18]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Roland Schnaubelt**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden verstehen am Ende des Moduls die Grundideen und -begriffe der Kontrolltheorie. Ferner können sie diese und die relevanten Techniken im Rahmen gewöhnlicher Differentialgleichungen anwenden.

**Inhalt**

Kontrollierte lineare Differentialgleichungssysteme: Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit,

Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit,

Transferfunktionen,

Realisierungstheorie,

Quadratische optimale Kontrolle,

Einführung in die nichtlineare Kontrolltheorie

**Lehrveranstaltungen im Modul *Kontrolltheorie* [MATHMTAN18]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN18 | Kontrolltheorie   | 2/1          | W/S  | 4  | R. Schnaubelt, L. Weis                 |

**Modul: Nichtlineare Evolutionsgleichungen****Modulschlüssel: [MATHMTAN19]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Roland Schnaubelt**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Evolutionsgleichungen

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden verstehen am Ende des Moduls die Grundideen und -begriffe funktionalanalytischer Zugänge zu nichtlinearen Evolutionsgleichungen.

**Inhalt**

semilineare Gleichungen,  
 quasilineare parabolische Gleichungen,  
 Gradientensysteme,  
 Lyapunovfunktionen,  
 invariante Mannigfaltigkeiten,  
 nichtlineare Schrödingergleichungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Nichtlineare Evolutionsgleichungen* [MATHMTAN19]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|------------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN19 | Nichtlineare Evolutionsgleichungen | 4/2          | W/S  | 8  | R. Schnaubelt, L. Weis                 |

**Modul: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen  
[MATHMTAN18]****Modulschlüssel:****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Michael Plum**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in Konzepte und Denkweisen der partiellen Differentialgleichungen

**Inhalt**

- Beispiele partieller Differentialgleichungen aus der Physik
- Wellengleichung in einer, zwei und drei Raumdimensionen
- Laplace- und Poisson-Gleichung, harmonische und subharmonische Funktionen
- Wärmeleitungsgleichung
- Separation der Variablen
- Typeneinteilung partieller Differentialgleichungen (zweiter Ordnung)
- Methode der Charakteristiken

**Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTAN18]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung   | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche      |
|------|---|--------------|------|----|---|
| KMPD | Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen | 4/2          | W    | 8  | M. Plum, W. Reichel, R. Schnaubelt, L. Weis |

**Modul: Rand- und Eigenwertprobleme****Modulschlüssel: [MATHMTAN19]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Wolfgang Reichel**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

Differentialgleichungen und Hilberträume

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Vertieftes Verständnis der Konzepte und Methoden in den partiellen Differentialgleichungen, vor allem in Hinblick auf Rand- und Eigenwertprobleme.

**Inhalt**

- Beispiele von Rand- und Eigenwertproblemen aus der Physik
- Maximumprinzipien für Gleichungen 2. Ordnung
- Sobolev-Räume
- Schwache Formulierung linearer elliptischer Randwertprobleme 2. Ordnung
- Lax-Milgram-Lemma
- Koerzivität
- Fredholmsche Alternative für Randwertprobleme
- Eigenwerttheorie für schwach formulierte elliptische Eigenwertprobleme

**Lehrveranstaltungen im Modul *Rand- und Eigenwertprobleme* [MATHMTAN19]**

| Nr.   | Lehrveranstaltung           | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche      |
|-------|-----------------------------|--------------|------|----|---|
| RUPEP | Rand- und Eigenwertprobleme | 4/2          | S    | 8  | M. Plum, W. Reichel, R. Schnaubelt, L. Weis |

**Modul: Potentialtheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAN20]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Andreas Kirsch**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

Funktionentheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Der Studierende ist in der Lage, die Begriffe der Potentialtheorie in der Theorie und an Beispielen zu erläutern, Beweisskizzen der Hauptsätze zu liefern und den Zusammenhang mit der Funktionentheorie zu erkennen.

**Inhalt**

Eigenschaften harmonischer Funktionen

Existenz und Eindeutigkeit der Randwertprobleme für die Laplace- und Poissongleichung

Greensche Funktion für die Kugel

Kugelflächenfunktionen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Potentialtheorie* [MATHMTAN20]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche          |
|----------|-------------------|--------------|------|----|---|
| MATHAN20 | Potentialtheorie  | 4/2          | W/S  | 8  | T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch,<br>W. Reichel |



**Modul: Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen  
[MATHMTAN21]****Modulschlüssel:****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Wolfgang Reichel**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen

Rand- und Eigenwertprobleme

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden sind vertraut mit Methoden, um exemplarisch die Existenz von Lösungen nichtlinearer elliptischer und/oder parabolischer Randwertprobleme beweisen zu können.

**Inhalt**

Methode der Ober- und Unterlösungen

Existenz mittels Fixpunktmethoden

Variationelle Methoden

Verzweigungstheorie

**Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTAN21]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung   | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---|--------------|------|----|--|
| MATHAN21 | Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen | 4/2          | W/S  | 8  | M. Plum, W. Reichel                    |

**Modul: Spektraltheorie****Modulschlüssel: [MATHMTAN19]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Lutz Weis**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Vertieftes Verständnis funktionalanalytischer Konzepte und Denkweisen, vor allem im Hinblick auf Spektraltheorie.

**Inhalt**

- Abgeschlossene Operatoren auf Banachräumen
- Spektrum und Resolvente
- Kompakte Operatoren und Fredholm'sche Alternative
- Funktionalkalkül von Dunford, Spektralprojektionen
- Unbeschränkte selbstadjungierte Operatoren auf Hilberträumen
- Spektralsatz
- Durch Formen definierte Operatoren
- Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Spektraltheorie* [MATHMTAN19]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche          |
|----------|-------------------|--------------|------|----|---|
| SpekTheo | Spektraltheorie   | 4/2          | S    | 8  | G. Herzog, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis |

**Modul: Spektraltheorie von Differentialoperatoren****Modulschlüssel: [MATHMTAN22]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Michael Plum**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen

Rand- und Eigenwertprobleme

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden kennen die spektralen Grundbegriffe und können diese auf verschiedene im Zusammenhang mit Differentialgleichungen auftretende spektrale Probleme anwenden.

**Inhalt**

Spektrale Eigenschaften selbstadjungierter Operatoren. Anwendung auf gewöhnliche und elliptische Differentialoperatoren regulärer Art, singulärer Art (Weylsche Theorie) sowie auf periodische Differentialoperatoren (Floquet-Bloch-Theorie). Ergänzend: nicht-selbstadjungierte Differentialoperatoren.

**Lehrveranstaltungen im Modul *Spektraltheorie von Differentialoperatoren* [MATHMTAN22]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                          | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHAN22 | Spektraltheorie von Differentialoperatoren | 4/2          | W/S  | 8  | M. Plum                                |

**Modul: Stabilitäts- und Kontrolltheorie für Evolutionsgleichungen  
[MATHMTAN23]****Modulschlüssel:****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Roland Schnaubelt**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

Evolutionsgleichungen

Spektraltheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden verstehen am Ende des Moduls die Grundideen und -begriffe der Theorie des qualitativen Verhaltens von Evolutionsgleichungen.

**Inhalt**

Stabilitätsbegriffe, Dichotomien, Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen,

Kriterien für Stabilität und Dichotomie,

linearisierte Stabilität,

Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit, Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit für Operatorhalbgruppen,

Transferfunktionen

**Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTAN23]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHAN23 | Stabilitäts- und Kontrolltheorie für Evolutionsgleichungen | 4/2          | W/S  | 8  | R. Schnaubelt, L. Weis                 |

**Modul: Stochastische Differentialgleichungen****Modulschlüssel: [MATHMTAN24]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Lutz Weis**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Verbindung analytischer und stochastischer Denkweise bei der Behandlung dynamischer Systeme, die zufälligen Störungen ausgesetzt sind.

**Inhalt**

- Brownsche Bewegung
- Martingale und Martingalungleichungen
- Stochastische Integrale und Ito-Formel
- Existenz- und Eindeigkeitssätze für Systeme von stochastischen Differentialgleichungen
- Störungs- und Stabilitätstheorie
- Anwendung auf Gleichungen der Finanzmathematik, Physik und technische Systeme
- Zusammenhang mit Diffusionsgleichungen und Potentialtheorie

**Lehrveranstaltungen im Modul *Stochastische Differentialgleichungen* [MATHMTAN24]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                     | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---------------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN24 | Stochastische Differentialgleichungen | 4/2          | W/S  | 8  | R. Schnaubelt, L. Weis                 |

**Modul: Variationsrechnung****Modulschlüssel: [MATHMTAN25]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Wolfgang Reichel**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen

Rand- und Eigenwertprobleme

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden erkennen die grundlegende Problemstellung der Variationsrechnung und sind selbst in der Lage, eigene variationelle Probleme zu formulieren. Sie kennen Techniken, um die Existenz von Lösungen variationeller Probleme zu beweisen, und können in Spezialfällen diese Lösungen berechnen.

**Inhalt**

eindimensionale Variationsprobleme

Euler-Lagrange-Gleichung

notwendige und hinreichende Kriterien

mehrdimensionale Variationsprobleme

direkte Methoden der Variationsrechnung

Existenz kritischer Punkte von Funktionalen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Variationsrechnung* [MATHMTAN25]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN25 | Variationsrechnung | 4/2          | W/S  | 8  | A. Kirsch, M. Plum, W. Reichel         |

**Modul: Maxwellgleichungen****Modulschlüssel: [MATHMTAN28]****Fach:** Analysis**Modulkoordination:** Andreas Kirsch**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Der Studierende ist in der Lage, die Fragestellungen aus der Theorie der Maxwellgleichungen an Beispielen zu erläutern, Beweisskizzen der Hauptsätze zu liefern und den Zusammenhang mit einfacheren Differentialgleichungen (z.B. der Helmholtzgleichung) zu erkennen.

**Inhalt**

Die Maxwellschen Gleichungen in der integralen und differentiellen Form

Spezialfälle (E-Mode, H-Mode)

Randwertaufgaben

**Lehrveranstaltungen im Modul *Maxwellgleichungen* [MATHMTAN28]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------|--------------|------|----|--|
| MATHAN28 | Maxwellgleichungen | 4/2          | W/S  | 8  | T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch       |

**Modul: Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen    Modulschlüssel: [MATHMTNM05]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Willy Dörfler**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester    **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung oder Praktikumsschein

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Analysis 1+2

Lineare Algebra 1+2

Programmieren: Einstieg in die Informatik und algorithmische Mathematik

Numerische Mathematik 1+2

Numerische Methoden für Differentialgleichungen

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden und Algorithmen des Wissenschaftlichen Rechnens. Dabei stehen die Modellbildung und die algorithmische Umsetzung im Vordergrund. Sie lernen Techniken, um die Qualität einer Berechnung abschätzen zu können.

**Inhalt**

Eine Auswahl der folgenden Themen soll behandelt werden:

1. Elliptische Gleichungen

1.1. Finite Differenzen

1.2. Finite Elemente

1.3. Gemischte Methoden

2. Parabolische Gleichungen (Anwendungen und Beispiele)

2.1. Lineare Gleichungen

2.2. Monotone Gleichungen

2.3. Singulär gestörte Gleichungen

2.4. Gleichungen der Strömungsmechanik

3. Hyperbolische Gleichungen

3.1. Finite Differenzen / Finite Volumen für Erhaltungsgleichungen

3.2. Charakteristiken

3.3. Finite Elemente für die Wellengleichung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen* [MATHMTNM05]**

| Nr. | Lehrveranstaltung                           | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche          |
|-----|---|--------------|------|----|---|
| EWR | Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen | 3/3          | S    | 8  | W. Dörfler, V. Heuveline, A. Rieder, C. Wieners |

**Anmerkungen**

3 Stunden Vorlesung und 3 Stunden Praktikum



**Modul: Finite Elemente Methoden****Modulschlüssel: [MATHMTNM07]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Willy Dörfler**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Numerische Methoden für Differentialgleichungen

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- können eine Diskretisierung einer partiellen Differentialgleichung ableiten,
- können das Konvergenzverhalten einschätzen und numerisch verifizieren,
- verstehen die einzelnen Schritte der Implementation.

**Inhalt**

1. Finite Differenzen Methoden
2. Lineare und Quadratische Finite Elemente
3. Aspekte der Implementierung
4. Fehlerabschätzungen (Energienorm)
5. Interpolationsabschätzungen
6. Quadraturfehler und Randapproximation
7. Fehlerabschätzungen ( $L^2$ - und  $L^\infty$ -Norm)
8. Nichtkonforme Elemente

**Lehrveranstaltungen im Modul *Finite Elemente Methoden* [MATHMTNM07]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung        | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHNM07 | Finite Elemente Methoden | 4/2          | W    | 8  | W. Dörfler                             |

**Modul: Paralleles Rechnen****Modulschlüssel: [MATHMTNM08]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Vincent Heuveline**Leistungspunkte (LP):** 5**Zyklus:** Jedes Semester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfungsvorleistung: wöchentliche Aufgaben im Praktikum

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine.

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

- Grundlagen des parallelen Rechnens beherrschen
- Überblick zu wissenschaftlichem Rechnen auf massiv parallelen Rechnern
- theoretische und praktische Erfahrungen mit parallelen Programmierparadigmen
- einfache praktische Aufgaben eigenständig skalierbar implementieren können

**Inhalt**

- Einführung und Motivation (Skalarprodukt, Sortieren, Partielle DGLen)
- Rechnerarchitektur und Speicherhierarchie
- Messung der Leistungsfähigkeit
- Programmierparadigmen: MPI und OpenMPI
- paralleles Lösen linearer Gleichungssysteme
- Softwarebibliotheken
- Lastverteilung
- Finite Differenzen für Laplace-Gleichung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Paralleles Rechnen* [MATHMTNM08]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------|--------------|------|----|--|
| MATHNM08 | Paralleles Rechnen | 2/2          | W/S  | 5  | V. Heuveline, J. Weiß                  |

## Modul: Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen    Modulschlüssel: [MATHMTNM09]

**Fach:** Angewandte und numerische Mathematik

**Modulkoordination:** Vincent Heuveline

**Leistungspunkte (LP):** 4

**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester    **Dauer:** 1

### Erfolgskontrolle

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

### Voraussetzungen

Keine.

### Bedingungen

Keine.

### Lernziele

- Überblick zur Modellierung mit optimaler Kontrolle gewinnen
- nötige Kenntnisse zum funktionalanalytischen Rahmen
- Lösungsverfahren für elliptische und parabolische Probleme anwenden können

### Inhalt

- Einleitung und Motivation
- linear-quadratische elliptische Probleme
- parabolische Probleme
- Steuerung semilinear elliptischer Gleichungen
- semilineare parabolische Gleichungen

### Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTNM09]

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHNM09 | Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen | 2/1          | S    | 4  | V. Heuveline                           |

**Modul: Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme  
[MATHMTNM10]****Modulschlüssel:****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Christian Wieners**Leistungspunkte (LP):** 6**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

Numerische Mathematik 1+2

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen numerische Lösungsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungen kennen. Sie lernen Algorithmen, Aussagen über Konvergenz und exemplarische Anwendungen kennen.

**Inhalt**

- Direkte Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme (spezielle Matrizenklassen, Bandbreitenreduktion, Rückwärtsanalyse)
- Iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme (Krylovraum-Verfahren, verschiedene CG- und GMRES-Varianten)
- Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren
- Fixpunkt- und Newtonverfahren für nichtlineare Gleichungssysteme (Dämpfungsstrategien, globale Konvergenz)

**Lehrveranstaltungen im Modul *Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme* [MATHMTNM10]**

| Nr.   | Lehrveranstaltung                                    | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|-------|--|--------------|------|----|--|
| LLNGS | Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme | 4/0          | S    | 6  | W. Dörfler, A. Rieder, C. Wieners      |

**Anmerkungen**

(keine Übungen)

**Modul: Grundlagen der Kontinuumsmechanik**

**Modulschlüssel: [MATHMTNM11]**

**Fach:** Angewandte und numerische Mathematik

**Modulkoordination:** Christian Wieners

**Leistungspunkte (LP):** 3

**Zyklus:** Einmalig **Dauer:** 1

**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Optimierungstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen die grundlegenden Begriffe der Kontinuumsmechanik kennen. Sie lernen die Methoden und Prinzipien der mathematischen Modellbildung für Festkörper und Strömungen kennen.

**Inhalt**

1. Kinematische Grundlagen
2. Bilanzgleichungen für statische Probleme, Cauchy-Theorem
3. Elastische Materialien
4. Hyperelastische Materialien
5. Bilanzgleichungen für dynamische Probleme, Reynolds-Theorem
6. Newtonsche Fluide
7. Nicht-Newtonische Fluide

**Lehrveranstaltungen im Modul *Grundlagen der Kontinuumsmechanik* [MATHMTNM11]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                 | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHNM11 | Grundlagen der Kontinuumsmechanik | 2            | W/S  | 3  | C. Wieners                             |

## Modul: Numerische Methoden in der Festkörpermechanik [MATHMTNM12]

**Modulschlüssel:**

**Fach:** Angewandte und numerische Mathematik

**Modulkoordination:** Christian Wieners

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Einmalig **Dauer:** 1

### Erfolgskontrolle

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

### Voraussetzungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Finite Elemente Methoden

### Bedingungen

Keine.

### Lernziele

Die Studierenden lernen numerische Methoden zur Approximation von Problemen aus der Festkörpermechanik kennen. Sie lernen Algorithmen, Aussagen über Konvergenz und exemplarische Anwendungen kennen.

### Inhalt

1. Finite Elemente für Lineare Elastizität
2. Einführung in die Plastizität
3. Nichtlineare Lösungsverfahren für inkrementelle Plastizität
4. Einführung in die Theorie der Porösen Medien
5. Dynamische Probleme in Festkörpern und porösen Medien

### Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Methoden in der Festkörpermechanik* [MATHMTNM12]

| Nr.      | Lehrveranstaltung                             | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---|--------------|------|----|--|
| MATHNM12 | Numerische Methoden in der Festkörpermechanik | 4+2          | W/S  | 8  | C. Wieners                             |

**Modul: Numerische Methoden in der Elektrodynamik      Modulschlüssel: [MATHMTNM13]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Willy Dörfler**Leistungspunkte (LP):** 3**Zyklus:** Unregelmäßig    **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Finite Elemente Methoden

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- lernen, wie elektrostatische oder dynamische Effekte zu mathematischen Modellen führen,
- erkennen die grundlegenden Probleme der korrekten Approximation,
- können stabile Diskretisierungen der Maxwellgleichungen angeben.

**Inhalt**

1. Die Maxwell Gleichungen, Modellierung
2. Rand- und Übergangsbedingungen
3. Analytische Hilfsmittel
4. Das Quellenproblem
5. Das Eigenwertproblem
6. Finite Elemente für die Maxwell-Gleichungen
7. Interpolationsabschätzungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Methoden in der Elektrodynamik* [MATHMTNM13]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                         | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---|--------------|------|----|--|
| MATHNM13 | Numerische Methoden in der Elektrodynamik | 2            | W/S  | 3  | W. Dörfler                             |

**Modul: Wavelets****Modulschlüssel: [MATHMTNM14]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Andreas Rieder**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1-3

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden kennen die mathematischen Eigenschaften der kontinuierlichen und der diskreten Wavelet-Transformation und sind damit in der Lage, die Wavelet-Transformation als Analysewerkzeug in der Signal- und Bildverarbeitung anzuwenden.

**Inhalt**

- Gefensterte Fourier-Transformation
- Kontinuierliche Wavelet-Transformation
- Wavelet-Frames
- Wavelet-Basen
- Schnelle Wavelet-Transformation
- Konstruktion orthogonaler und bi-orthogonaler Wavelets
- Anwendungen in Signal- und Bildverarbeitung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Wavelets* [MATHMTNM14]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|------|-------------------|--------------|------|----|--|
| Wave | Wavelets          | 4/2          | W/S  | 8  | A. Rieder                              |



**Modul: Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik      Modulschlüssel: [MATHMTNM15]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Andreas Rieder**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig    **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen einige mathematische Modelle der medizinischen Bildgebung, deren Eigenschaften und deren numerische Realisierung (Rekonstruktionsalgorithmen) kennen. Sie sind damit in der Lage, die gelernten Techniken auf verwandte Fragestellungen anzuwenden.

**Inhalt**

- Varianten der Computer-Tomographie (Röntgen-, Impedanz-, etc.)
- Abtastung und Auflösung
- Schlechtgestelltheit und Regularisierung
- Rekonstruktionsalgorithmen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik* [MATHMTNM15]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                           | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---|--------------|------|----|--|
| MATHNM15 | Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik | 4/2          | W/S  | 8  | A. Rieder                              |

**Modul: Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung  
[MATHMTNM16]****Modulschlüssel:****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Andreas Rieder**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Funktionalanalysis

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen die wesentlichen mathematischen Werkzeuge der Signal- und Bildverarbeitung und deren Eigenschaften kennen. Sie sind damit in die Lage, diese Werkzeuge adäquat einzusetzen und die erhaltenen Resultate kompetent zu interpretieren.

**Inhalt**

- Digitale und analoge Systeme
- Integrale Fourier-Transformation
- Abtastung und Auflösung
- Diskrete und schnelle Fourier-Transformation
- Nichtuniforme Abtastung
- Anisotrope Diffusion

**Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTNM16]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                                      | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHNM16 | Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung | 4/2          | W/S  | 8  | A. Rieder                              |

**Modul: Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren****Modulschlüssel: [MATHMTNM17]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Christian Wieners**Leistungspunkte (LP):** 3**Zyklus:** Einmalig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Finite Elemente Methoden

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren zur approximativen Lösung von elliptischen Differentialgleichungen kennen. Sie lernen Algorithmen, Aussagen über Konvergenz und exemplarische Anwendungen kennen.

**Inhalt**

1. Das Zweigitter-Verfahren
2. Klassische Mehrgittertheorie
3. Additive Subspace-Correction
4. Multiplicative Subspace-Correction
5. Mehrgitter-Verfahren für Sattelpunktprobleme

**Lehrveranstaltungen im Modul *Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren* [MATHMTNM17]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                          | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHNM17 | Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren | 2            | W/S  | 3  | C. Wieners                             |

**Modul: Numerische Methoden in der Finanzmathematik Modulschlüssel: [MATHMTNM18]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Christian Wieners**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Einmalig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Numerische Methoden für Differentialgleichungen

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen numerische Methoden für Anwendungen in der Finanzmathematik kennen. Sie lernen Algorithmen, Aussagen über Konvergenz und exemplarische Anwendungen kennen.

**Inhalt**

1. Einführung
2. Pseudo-Zufallszahlen
3. Hochdimensionale Quadratur
4. Numerische Integration stochastischer Differentialgleichungen
5. Numerische Auswertung der Black-Scholes-Gleichung
6. Numerische Approximation der Black-Scholes-Gleichung
7. Finite-Elemente-Approximation der Black-Scholes-Gleichung
8. Numerische Approximation amerikanischer Optionen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Methoden in der Finanzmathematik* [MATHMTNM18]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                           | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---|--------------|------|----|--|
| MATHNM18 | Numerische Methoden in der Finanzmathematik | 4/2          | W/S  | 8  | C. Wieners                             |

**Modul: Adaptive Finite Elemente Methoden****Modulschlüssel: [MATHMTNM19]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Willy Dörfler**Leistungspunkte (LP):** 3**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Finite Elemente Methoden

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- verstehen die Möglichkeiten und Grenzen adaptiver Methoden,
- können eine der Situation angemessene Techniken auswählen,
- verstehen die Grundlagen der Implementation.

**Inhalt**

1. Notwendigkeit adaptiver Methoden
2. Residuenfehlerschätzer
3. Aspekte der Implementierung
4. Funktional-Fehlerschätzer
5. Optimalität der adaptiven Methode
6.  $hp$  Finite Elemente

**Lehrveranstaltungen im Modul Adaptive Finite Elemente Methoden [MATHMTNM19]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                 | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHNM19 | Adaptive Finite Elemente Methoden | 2            | W/S  | 3  | W. Dörfler                             |

**Modul: Numerische Methoden für zeitabhängige PDGLn Modulschlüssel: [MATHMTNM20]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Willy Dörfler**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Finite Elemente Methoden

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- können eine Diskretisierung einer zeitabhängigen partiellen Differentialgleichung ableiten,
- können das Konvergenzverhalten einschätzen und numerisch verifizieren,
- verstehen die einzelnen Schritte der Implementation.

**Inhalt**

1. Numerik parabolischer Gleichungen
2. Numerik hyperbolischer Gleichungen
3. Zeitschrittweitensteuerung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Methoden für zeitabhängige PDGLn* [MATHMTNM20]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                           | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---|--------------|------|----|--|
| MATHNM20 | Numerische Methoden für zeitabhängige PDGLn | 4/2          | S    | 8  | W. Dörfler                             |

**Modul: Numerik für gewöhnliche Differentialgleichungen und differentiell-algebraische Systeme**  
**Modulschlüssel: [MATHMTNM21]**

**Fach:** Angewandte und numerische Mathematik

**Modulkoordination:** Tobias Jahnke

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester **Dauer:** 1

**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1+2

Numerik 1+2

Numerische Methoden für Differentialgleichungen

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden verstehen, in welchen Anwendungen gewöhnliche und differentiell-algebraische Systeme auftreten, wie numerische Verfahren zur Lösung solcher Probleme konstruiert werden, und wie man die Genauigkeit, Stabilität und Effizienz solcher Verfahren mathematisch untersucht.

**Inhalt**

1. Motivation: Wo treten gewöhnliche Differentialgleichungen und differentiell-algebraische Systeme auf?
2. Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen (Wiederholung/Zusammenfassung):  
 Differentialgleichungen höherer Ordnung, Systeme von gewöhnlichen Differentialgleichungen, Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, Einfluss von Störungen in den Anfangswerten
3. Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme
  - 3.1 Wiederholung bzw. Zusammenfassung der Resultate aus Numerik I:  
 Explizite und implizite Verfahren, Runge-Kutta-Verfahren, Konsistenz, Stabilität, Ordnung, steife Differentialgleichungen, Stabilitätsbereiche, A-Stabilität, L-Stabilität, algebraische Stabilität
  - 3.2 Extrapolationsverfahren (falls nicht im Modul "Numerische Methoden für Differentialgleichungen" behandelt)
  - 3.3 Linear-implizite Runge-Kutta-Verfahren, Kollokationsverfahren (Gauß, Radau)
  - 3.4 Mehrschrittverfahren (Adams-, Prädiktor-Korrektor- und BDF-Verfahren)  
 Ordnung von Mehrschrittverfahren, Dahlquist Barrier, Null-Stabilität
  - 3.5 Optional: Weitere Themen wie z.B.
    - (a) Exponentielle Integratoren
    - (b) Symplektische Verfahren für Hamilton-Systeme, geometrische numerische Integration, (fast-)Erhaltung von ersten Integralen über lange Zeiten
    - (c) Splitting- und Kompositionsverfahren
    - (d) Magnus-Verfahren
    - (e) Ordnungssterne
    - (f) B-Reihen
    - (g) General linear methods
4. Differentiell-algebraische Systeme
  - 4.1 Singulär gestörte Probleme, Probleme vom Index 1
  - 4.2 Probleme von höherem Index,

**Lehrveranstaltungen im Modul [MATHMTNM21]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche                              |
|------|--|--------------|------|----|---|
| NGDG | Numerik für gewöhnliche Differentialgleichungen und differentiell-algebraische Systeme | 4/2          | S    | 8  | W. Dörfler, T. Jahnke, I. Lenhardt, M. Neher, A. Rieder, C. Wieners |

**Modul: Numerische Methoden in der Strömungsmechanik  
[MATHMTNM24]****Modulschlüssel:****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Vincent Heuveline**Leistungspunkte (LP):** 3**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine.

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

- Überblickswissen zu Modellierung und physikalischen Annahmen
- Anwendung der Finite Element Methode (FEM) auf Strömungsprobleme
- numerische Behandlung der Inkompressibilität

**Inhalt**

- Energie und Spannungstensor
- Einführung in die Finite Element Methode (FEM)
- Approximation von vektorwertigen Funktionen
- Herleitung der Navier-Stokes-Gleichung (NSG)
- stationäre NSG
- Approximation stationärer Strömungen
- zeitabhängiges Problem
- Approximation des vollen Systems
- Turbulenz

**Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Methoden in der Strömungsmechanik* [MATHMTNM24]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                            | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHNM24 | Numerische Methoden in der Strömungsmechanik | 2            | W    | 3  | V. Heuveline                           |



**Modul: Numerische Optimierungsmethoden****Modulschlüssel: [MATHMTNM25]****Fach:** Angewandte und numerische Mathematik**Modulkoordination:** Christian Wieners**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Optimierungstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen verschiedene numerische Verfahren für restringierte und unrestringierte Optimierungsprobleme kennen. Sie lernen Algorithmen, Aussagen über lokale und globale Konvergenz und exemplarische Anwendungen kennen.

**Inhalt**

1. Allgemeine unrestringierte Minimierungsverfahren
2. Newton-Verfahren
3. Inexakte Newton-Verfahren
4. Quasi-Newton-Verfahren
5. Nichtlineare cg-Verfahren
6. Trust-Region-Verfahren
7. Innere-Punkte-Verfahren
8. Penalty-Verfahren
9. Aktive-Mengen Strategien
10. SQP-Verfahren
11. Nicht-glatte Optimierung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Optimierungsmethoden* [MATHMTNM25]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung               | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|---------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHNM25 | Numerische Optimierungsmethoden | 4/2          | W/S  | 8  | V. Heuveline, C. Wieners               |

**Modul: Stochastische Geometrie****Modulschlüssel: [MATHMTST06]****Fach:** Algebra/Geometrie, Stochastik**Modulkoordination:** Daniel Hug**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

Konvexe Geometrie oder Räumliche Stochastik

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen die grundlegenden geometrischen Modelle der Stochastischen Geometrie,
- sind mit Eigenschaften von Poissonprozessen geometrischer Objekte vertraut,
- kennen exemplarisch Anwendungen von Modellen der Stochastischen Geometrie.

**Inhalt**

- Geometrische Punktprozesse
- Zufällige Mengen
- Stationarität und Isotropie
- Poissonprozesse
- Keim-Korn-Modelle
- Boolesche Modelle
- Spezifische innere Volumina
- Kontaktverteilungen
- Zufällige Mosaik

**Lehrveranstaltungen im Modul *Stochastische Geometrie* [MATHMTST06]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung       | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST06 | Stochastische Geometrie | 4/2          | W/S  | 8  | D. Hug, W. Weil                        |

**Modul: Asymptotische Stochastik**

**Modulschlüssel: [MATHMTST07]**

**Fach:** Stochastik

**Modulkoordination:** Norbert Henze

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Sommersemester **Dauer:** 1

**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte und Modelle der asymptotischen Statistik kennen. Nach Absolvieren dieses Moduls sollten sie einen Überblick über die den Verfahren der asymptotischen Statistik zugrunde liegenden mathematischen Methoden besitzen.

**Inhalt**

Verteilungskonvergenz,  
 Charakteristische Funktionen und ZGWS im  $\mathbb{R}^d$ ,  
 Extremwertverteilungen,  
 Delta-Methode,  
 Glivenko-Cantelli,  
 Schwache Konvergenz in metrischen Räumen,  
 Satz von Donsker,  
 Asymptotik von Momenten- und Maximum Likelihood-Schätzern,  
 Asymptotische Optimalität von Schätzern,  
 M-Schätzer,  
 Asymptotische Konfidenzbereiche,  
 Likelihood-Quotienten-Tests

**Lehrveranstaltungen im Modul *Asymptotische Stochastik* [MATHMTST07]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung        | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST07 | Asymptotische Stochastik | 4/2          | S    | 8  | N. Henze, C. Kirch, B. Klar            |

**Modul: Generalisierte Regressionsmodelle****Modulschlüssel: [MATHMTST09]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Bernhard Klar**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Statistik

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Nach Absolvieren dieses Moduls kennen die Studierenden die wichtigsten Regressionsmodelle und deren Eigenschaften. Sie können die Anwendbarkeit dieser Modelle beurteilen, die Ergebnisse interpretieren und sind in der Lage, die Modelle zur Analyse komplexerer Datensätze einzusetzen.

**Inhalt**

Ergänzungen zu linearen Modellen (Versuchsplanung, Modellwahl), nichtlineare Modelle, verallgemeinerte lineare Modelle, gemischte Modelle

**Lehrveranstaltungen im Modul *Generalisierte Regressionsmodelle* [MATHMTST09]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                 | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-----------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST09 | Generalisierte Regressionsmodelle | 2/1          | W    | 4  | B. Klar, N. Henze, C. Kirch            |

**Modul: Brownsche Bewegung****Modulschlüssel: [MATHMTST10]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Nicole Bäuerle**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen Eigenschaften von stochastischen Prozessen am Beispiel der Brownschen Bewegung,
- kennen spezifische probabilistische Techniken,
- können die Einsatzmöglichkeit der Brownschen Bewegung zur Modellierung von stochastischen Phänomenen abschätzen.

**Inhalt**

- Pfadigenschaften der Brownschen Bewegung, quadratische Variation
- Existenz
- Starke Markov-Eigenschaft mit Anwendungen (Spiegelungsprinzip)
- Invarianzprinzip von Donsker

**Lehrveranstaltungen im Modul *Brownsche Bewegung* [MATHMTST10]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung  | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche                 |
|----------|--------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST10 | Brownsche Bewegung | 2/1          | W/S  | 4  | N. Bäuerle, N. Henze, C. Kirch,<br>G. Last, L. Veraart |

**Modul: Markovsche Entscheidungsprozesse****Modulschlüssel: [MATHMTST11]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Nicole Bäuerle**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie;

Optimierungstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Techniken der Markovschen Entscheidungsprozesse und können diese anwenden,
- kennen spezifische Optimierungstechniken,
- können Fragestellungen aus dem Bereich der Markovschen Entscheidungsprozesse mathematisch formulieren.

**Inhalt**

- stochastische, dynamische Programme mit endlichem Horizont, Optimalitätsgleichung
- Diskontierte stochastische, dynamische Programme mit unendlichem Horizont; Howard's Politikverbesserung; Wertiteration.
- Probleme mit unvollständiger Information

**Lehrveranstaltungen im Modul *Markovsche Entscheidungsprozesse* [MATHMTST11]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|----------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST11 | Markovsche Entscheidungsprozesse | 2/1          | W/S  | 4  | N. Bäuerle, D. Kadelka                 |

**Modul: Steuerung stochastischer Prozesse****Modulschlüssel: [MATHMTST12]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Nicole Bäuerle**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

Finanzmathematik in stetiger Zeit

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Techniken der modernen stochastischen Steuerungstheorie und können diese anwenden,
- kennen spezifische probabilistische Techniken,
- können Fragestellungen als stochastisches Steuerungsproblem formulieren.

**Inhalt**

- Verifikationstechnik, Hamilton-Jacobi-Bellman Gleichung
- Viskositätslösungen
- Singuläre Steuerung
- Feynman-Kac Darstellungen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Steuerung stochastischer Prozesse* [MATHMTST12]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung       | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST12 | Stochastische Steuerung | 2/1          | W/S  | 4  | N. Bäuerle                             |

**Modul: Perkolation****Modulschlüssel: [MATHMTST13]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Günter Last**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden sollen grundlegende Modelle der diskreten und stetigen Perkolation kennenlernen.

**Inhalt**

- Perkolation auf Graphen
- Satz von Harris-Kesten
- Asymptotik der Clustergröße im sub- und superkritischen Fall
- Stetige Perkolation

**Lehrveranstaltungen im Modul *Perkolation* [MATHMTST13]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST13 | Perkolation       | 2/1          | W/S  | 4  | G. Last                                |



**Modul: Räumliche Stochastik****Modulschlüssel: [MATHMTST14]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Günter Last**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden kennen grundlegende räumliche stochastische Prozesse. Dabei sollen nicht nur allgemeine Verteilungseigenschaften, sondern auch konkrete anwendungsrelevante Modelle (Poissonscher Prozess, Gaußsche Zufallsfelder) diskutiert werden.

**Inhalt**

- Punktprozesse
- Zufällige Maße
- Poissonprozess
- Palmische Verteilung
- Räumlicher Ergodensatz
- Zufällige Felder
- Gaußsche Felder

**Lehrveranstaltungen im Modul *Räumliche Stochastik* [MATHMTST14]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung    | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|----------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST14 | Räumliche Stochastik | 4/2          | W    | 8  | D. Hug, G. Last                        |

**Modul: Mathematische Statistik****Modulschlüssel: [MATHMTST15]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Bernhard Klar**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte der mathematischen Statistik kennen, und sollen diese bei einfachen Fragestellungen eigenständig anwenden können.

**Inhalt**

Optimale erwartungstreue Schätzer, BLUE, Cramér-Rao-Schranke, Suffizienz, Vollständigkeit, UMP- und UMPU-Tests

**Lehrveranstaltungen im Modul *Mathematische Statistik* [MATHMTST15]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung       | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST15 | Mathematische Statistik | 2/1          | W/S  | 4  | B. Klar, N. Henze, C. Kirch            |

**Modul: Nichtparametrische Statistik****Modulschlüssel: [MATHMTST16]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Norbert Henze**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

Asymptotische Stochastik

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte und Modelle der nichtparametrischen Statistik kennen. Sie können die Anwendbarkeit dieser Modelle beurteilen und sind in der Lage, die Modelle zur Analyse von Datensätzen einzusetzen.

**Inhalt**

Ordnungsstatistik, empirische Verteilungsfunktion, Quantile, U-Statistiken, Rang-Statistiken, Anpassungstests

**Lehrveranstaltungen im Modul *Nichtparametrische Statistik* [MATHMTST16]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung            | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|------------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST16 | Nichtparametrische Statistik | 2/1          | W    | 4  | N. Henze, C. Kirch, B. Klar            |

**Modul: Multivariate Statistik****Modulschlüssel: [MATHMTST17]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Norbert Henze**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

Asymptotische Stochastik

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte und Modelle der multivariaten Statistik kennen. Sie können die Anwendbarkeit dieser Modelle beurteilen und sind in der Lage, die Modelle zur Analyse von Datensätzen einzusetzen.

**Inhalt**

Mehrdimensionale Normalverteilung, Hotellings -Statistik, Wishart-Verteilung, Hauptkomponenten-, Faktoren, Diskriminanz- und Cluster-Analyse, Multidimensionale Skalierung

**Lehrveranstaltungen im Modul *Multivariate Statistik* [MATHMTST17]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung      | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST17 | Multivariate Statistik | 2/1          | W    | 4  | N. Henze, C. Kirch, B. Klar            |

**Modul: Zeitreihenanalyse****Modulschlüssel: [MATHMTST18]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Bernhard Klar**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine.

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden kennen und verstehen Standardmodelle der Zeitreihenanalyse. Sie haben exemplarisch mathematische Methoden zur datengesteuerten Auswahl und Validierung von Modellen in Anwendungssituationen kennengelernt. Modelle und Methoden der Vorlesung können von den Studierenden selbständig auf reale und simulierte Daten angewendet werden.

**Inhalt**

Stationarität, Autokorrelation, ARMA-Modelle, Spektraltheorie, Parameterschätzung, nichtlineare Zeitreihen

**Lehrveranstaltungen im Modul *Zeitreihenanalyse* [MATHMTST18]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|-------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST18 | Zeitreihenanalyse | 2/1          | W/S  | 4  | B. Klar, N. Henze, C. Kirch            |

**Modul: Analyse von Lebensdauern****Modulschlüssel: [MATHMTST19]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Bernhard Klar**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Keine.

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden lernen Theorie und Praxis der Lebensdaueranalyse kennen; dabei werden sowohl parametrische als auch nichtparametrische Methoden eingeführt. Aufbauend auf diesen Konzepten führen die Studierenden auch Datenanalysen mit Statistik-Software durch.

**Inhalt**

Lebensdauerverteilungen, Modelle der Zensierung, Kaplan-Meier-Schätzer, nichtparametrischer Vergleich von Überlebenszeiten, parametrische Modelle, Maximum-Likelihood-Schätzung, Regressionsmodelle

**Lehrveranstaltungen im Modul *Analyse von Lebensdauern* [MATHMTST19]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung        | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--------------------------|--------------|------|----|--|
| MATHST19 | Analyse von Lebensdauern | 2/1          | W/S  | 4  | B. Klar, N. Henze, C. Kirch            |

**Modul: Computerintensive Methoden der Statistik****Modulschlüssel: [MATHMTST20]****Fach:** Stochastik**Modulkoordination:** Bernhard Klar**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Unregelmäßig **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Wahrscheinlichkeitstheorie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Die Studierenden

- kennen grundlegende Techniken der Simulation und können diese auf statistische Problemstellungen anwenden,
- können derartige Problemstellungen unter Verwendung geeigneter Programme auf dem Rechner lösen.

**Inhalt**

Zufallszahlenerzeugung, Monte-Carlo-Methoden, (nicht-)parametrischer Bootstrap und Jackknife, statistische Lernverfahren, Optimierungsalgorithmen der Statistik (EM, Scoring, Newton), Bayessche Methoden

**Lehrveranstaltungen im Modul *Computerintensive Methoden der Statistik* [MATHMTST20]**

| Nr.      | Lehrveranstaltung                        | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|----------|--|--------------|------|----|--|
| MATHST20 | Computerintensive Methoden der Statistik | 2/1          | W/S  | 4  | N. Henze, C. Kirch, B. Klar            |

**Modul: Seminar****Modulschlüssel: [MATHMTSE01]****Fach:** Seminar**Modulkoordination:** Andreas Kirsch**Leistungspunkte (LP):** 4**Zyklus:** Jedes Semester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Leistungskontrolle anderer Art

Notenbildung:

ohne Note

**Voraussetzungen**

Keine.

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele****Inhalt**



**Modul: Riemannsche Geometrie****Modulschlüssel: [MATHMTAG04]****Fach:** Algebra/Geometrie**Modulkoordination:** Enrico Leuzinger**Leistungspunkte (LP):** 8**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1**Erfolgskontrolle**

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

**Voraussetzungen**

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Lineare Algebra 1+2

Analysis 1+2

Einführung in Geometrie und Topologie

**Bedingungen**

Keine.

**Lernziele**

Einführung in die Konzepte der Riemannschen Geometrie

**Inhalt**

- Mannigfaltigkeiten
- Riemannsche Metriken
- Affine Zusammenhänge
- Geodätische
- Krümmung
- Jacobi-Felder
- Längen-Metrik
- Krümmung und Topologie

**Lehrveranstaltungen im Modul *Riemannsche Geometrie* [MATHMTAG04]**

| Nr.  | Lehrveranstaltung     | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche |
|------|-----------------------|--------------|------|----|--|
| 1036 | Riemannsche Geometrie | 4/2          | W    | 8  | E. Leuzinger                           |

## Modul: Numerische Methoden für Differentialgleichungen [MATHMTNM03]

**Modulschlüssel:**

**Fach:** Angewandte und numerische Mathematik

**Modulkoordination:** Willy Dörfler

**Leistungspunkte (LP):** 8

**Zyklus:** Jedes 2. Sem., Wintersemester **Dauer:** 1

### Erfolgskontrolle

Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

### Voraussetzungen

Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Analysis 1+2

Lineare Algebra 1+2

Programmieren: Einstieg in die Informatik und algorithmische Mathematik

Numerische Mathematik 1+2

### Bedingungen

Keine.

### Lernziele

Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden und Algorithmen zur numerischen Behandlung von Differentialgleichungen. Dabei werden alle Aspekte von der Modellbildung über die algorithmische Umsetzung bis zur Stabilitäts- und Konvergenzanalyse gleichermaßen betrachtet.

### Inhalt

1. Anfangswertaufgaben

1.1. Einführung

1.2. Explizite Einschrittverfahren

1.3. Schrittweitensteuerung

1.4. Extrapolation

1.5. Mehrschrittverfahren

1.6. Implizite Einschrittverfahren

1.7. Stabilität

2. Randwertaufgaben

2.1. Differenzenverfahren

2.2. Variationsmethoden

3. Einführung Numerische Methoden für PDGIn

3.1. Elliptische Gleichungen

3.2. Parabolische Gleichungen (1-D)

3.3. Hyperbolische Gleichungen (1-D)

### Lehrveranstaltungen im Modul *Numerische Methoden für Differentialgleichungen* [MATHMTNM03]

| Nr.  | Lehrveranstaltung                               | SWS<br>V/Ü/T | Sem. | LP | Lehrveranstaltungs-<br>verantwortliche          |
|------|---|--------------|------|----|---|
| NMDG | Numerische Methoden für Differentialgleichungen | 4/2          | W    | 8  | W. Dörfler, V. Heuveline, A. Rieder, C. Wieners |

Stand: 25.02.2009

## **Prüfungs- und Studienordnung der Universität Karlsruhe (TH) für den Masterstudiengang Technomathematik**

Aufgrund von § 34 Abs. 1, Satz 1 des Landeshochschulgesetzes (LHG) vom 1. Januar 2005 hat der Senat der Universität Karlsruhe (TH) am XXX die folgende Studien und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Technomathematik beschlossen.

Der Rektor hat seine Zustimmung am XXX erteilt.

### **Inhaltsverzeichnis**

#### **I. Allgemeine Bestimmungen**

- § 1 Geltungsbereich, Ziele
- § 2 Akademischer Grad
- § 3 Regelstudienzeit, Studienaufbau, Leistungspunkte
- § 4 Aufbau der Prüfungen
- § 5 Anmeldung und Zulassung zu den Prüfungen
- § 6 Durchführung von Prüfungen und Erfolgskontrollen
- § 7 Bewertung von Prüfungen und Erfolgskontrollen
- § 8 Erlöschen des Prüfungsanspruchs, Wiederholung von Prüfungen und Erfolgskontrollen
- § 9 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß
- § 10 Mutterschutz, Elternzeit
- § 11 Masterarbeit
- § 12 Berufspraktikum
- § 13 Zusatzleistungen, Zusatzmodule, Schlüsselqualifikationen
- § 14 Prüfungsausschuss
- § 15 Prüferinnen und Beisitzende
- § 16 Anrechnung von Studienzeiten, Anerkennung von Studienleistungen und Modulprüfungen

#### **II. Masterprüfung**

- § 17 Umfang und Art der Masterprüfung
- § 18 Bestehen der Masterprüfung, Bildung der Gesamtnote
- § 19 Masterzeugnis, Masterurkunde, Transcript of Records und Diploma Supplement

#### **III. Schlussbestimmungen**

- § 20 Bescheid über Nicht-Bestehen, Bescheinigung von Prüfungsleistungen
- § 21 Ungültigkeit der Masterprüfung, Entziehung des Mastergrades
- § 22 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 23 Inkrafttreten

Stand: 25.02.2009

Die Universität Karlsruhe (TH) hat sich im Rahmen der Umsetzung des Bolognaprozesses zum Aufbau eines Europäischen Hochschulraumes zum Ziel gesetzt, dass am Abschluss der Studierendenausbildung an der Universität Karlsruhe (TH) der Mastergrad stehen soll. Die Universität Karlsruhe (TH) sieht daher die an der Universität Karlsruhe (TH) angebotenen konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengänge als Gesamtkonzept mit konsekutivem Curriculum.

In dieser Satzung ist nur die weibliche Sprachform gewählt worden. Alle personenbezogenen Aussagen gelten jedoch stets für Frauen und Männer gleichermaßen.

## **I. Allgemeine Bestimmungen**

### **§ 1 Geltungsbereich; Ziele**

**(1)** Diese Masterprüfungsordnung regelt Studienablauf, Prüfungen und den Abschluss des Studiums im Masterstudiengang Technomathematik an der Universität Karlsruhe (TH).

**(2)** Im Masterstudium sollen die im Bachelorstudium erworbenen wissenschaftlichen Qualifikationen weiter vertieft oder ergänzt werden. Die Studentin soll in der Lage sein, die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Methoden selbstständig anzuwenden und ihre Bedeutung und Reichweite für die Lösung komplexer wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Problemstellungen zu bewerten.

### **§ 2 Akademischer Grad**

Aufgrund der bestandenen Masterprüfung wird der akademische Grad „Master of Science“ (abgekürzt: „M.Sc.“) verliehen.

### **§ 3 Regelstudienzeit, Studienaufbau, Leistungspunkte**

**(1)** Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester. Sie umfasst neben den Lehrveranstaltungen Prüfungen und die Masterarbeit.

**(2)** Der Masterstudiengang Technomathematik hat zwei Ergänzungsfächer:

1. Technisches Nebenfach
2. Informatik

Die Studentin wählt zu Beginn des Masterstudiums das technische Nebenfach. Es kann eines der folgenden Fächer gewählt werden:

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

Andere technische Nebenfächer können vom Prüfungsausschuss genehmigt werden.

**(3)** Die im Studium zu absolvierenden Lehrinhalte sind in Module gegliedert, die jeweils aus einer Lehrveranstaltung oder mehreren, thematisch und zeitlich aufeinander bezogenen Lehrveranstaltungen bestehen. Art, Umfang und Zuordnung der Module zu einem Fach, sowie die Möglichkeiten, Module

Stand: 25.02.2009

untereinander zu kombinieren, beschreibt der Studienplan. Die Fächer und ihr Umfang werden in § 17 definiert.

**(4)** Der für das Absolvieren von Lehrveranstaltungen und Modulen vorgesehene Arbeitsaufwand wird in Leistungspunkten (Credits) ausgewiesen. Die Maßstäbe für die Zuordnung von Leistungspunkten entsprechen dem ECTS (European Credit Transfer System). Ein Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden.

**(5)** Der Umfang der für den erfolgreichen Abschluss des Studiums erforderlichen Studienleistungen wird in Leistungspunkten gemessen und beträgt insgesamt 120 Leistungspunkte.

**(6)** Die Verteilung der Leistungspunkte im Studienplan auf die Semester hat in der Regel gleichmäßig zu erfolgen.

**(7)** Lehrveranstaltungen können auch in englischer Sprache angeboten werden.

#### **§ 4 Aufbau der Prüfungen**

**(1)** Die Masterprüfung besteht aus einer Masterarbeit und Fachprüfungen, jede der Fachprüfungen aus einer oder mehreren Modulprüfungen, jede Modulprüfung aus einer oder mehreren Modulteilprüfungen. Eine Modulteilprüfung besteht aus mindestens einer Erfolgskontrolle.

**(2)** Erfolgskontrollen sind:

1. schriftliche Prüfungen,
2. mündliche Prüfungen oder
3. Erfolgskontrollen anderer Art.

Erfolgskontrollen anderer Art sind z.B. Vorträge, Übungsscheine, Projekte, schriftliche Arbeiten, Berichte, Seminararbeiten und Klausuren, sofern sie nicht als schriftliche oder mündliche Prüfung in der Modul- oder Lehrveranstaltungsbeschreibung im Studienplan ausgewiesen sind.

**(3)** In der Regel sind mindestens 50% einer Modulprüfung in Form von schriftlichen oder mündlichen Prüfungen (Abs. 2 Nr. 1 und 2) abzulegen, die restlichen Prüfungen erfolgen durch Erfolgskontrollen anderer Art (Abs. 2, Nr. 3). Hiervon ausgenommen sind Seminarmodule.

#### **§ 5 Anmeldung und Zulassung zu den Prüfungen**

**(1)** Um an den Modulprüfungen teilnehmen zu können, muss sich die Studentin schriftlich oder per Online-Anmeldung beim Studienbüro anmelden. Hierbei sind die gemäß dem Studienplan für die jeweilige Modulprüfung notwendigen Studienleistungen nachzuweisen. Darüber hinaus muss sich die Studentin für jede einzelne Modulteilprüfung, die in Form einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung (§ 4 Abs. 2, Nr. 1 und 2) durchgeführt wird, beim Studienbüro anmelden. Dies gilt auch für die Anmeldung zur Masterarbeit.

**(2)** Um zu schriftlichen und/oder mündlichen Prüfungen (§ 4 Abs. 2, Nr. 1 und 2) in einem bestimmten Modul zugelassen zu werden, muss die Studentin vor der ersten schriftlichen oder mündlichen Prüfung in diesem Modul beim Studienbüro eine bindende Erklärung über die Wahl des betreffenden Moduls und dessen Zuordnung zu einem Fach, wenn diese Wahlmöglichkeit besteht, abgeben.

**(3)** Die Zulassung darf nur abgelehnt werden, wenn die Studentin in einem mit der Mathematik vergleichbaren oder einem verwandten Studiengang bereits eine

Stand: 25.02.2009

Diplomvorprüfung, Diplomprüfung, Bachelor- oder Masterprüfung nicht bestanden hat, sich in einem Prüfungsverfahren befindet oder den Prüfungsanspruch in einem solchen Studiengang verloren hat. In Zweifelsfällen entscheidet der Prüfungsausschuss.

### **§ 6 Durchführung von Prüfungen und Erfolgskontrollen**

**(1)** Erfolgskontrollen werden studienbegleitend, in der Regel im Verlauf der Vermittlung der Lehrinhalte der einzelnen Module oder zeitnah danach, durchgeführt.

**(2)** Die Art der Erfolgskontrolle (§ 4 Abs. 2, Nr. 1 bis 3) der einzelnen Lehrveranstaltungen wird von der Prüferin der betreffenden Lehrveranstaltung in Bezug auf die Lehrinhalte der Lehrveranstaltung und die Lehrziele des Moduls festgelegt. Die Prüferin, die Art der Erfolgskontrollen, ihre Häufigkeit, Reihenfolge und Gewichtung, die Bildung der Lehrveranstaltungsnote, müssen mindestens 6 Wochen vor Semesterbeginn bekannt gegeben werden. Im Einvernehmen zwischen Prüferin und Studentin kann die Art der Erfolgskontrolle auch nachträglich geändert werden. Dabei ist jedoch § 4 Abs. 3 zu berücksichtigen.

**(3)** Bei unvertretbar hohem Prüfungsaufwand kann eine schriftlich durchzuführende Prüfung auch mündlich, eine mündlich durchzuführende Prüfung kann auch schriftlich abgenommen werden. Diese Änderung muss mindestens sechs Wochen vor der Prüfung bekannt gegeben werden.

**(4)** Weist eine Studentin nach, dass sie wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung nicht in der Lage ist, die Erfolgskontrollen ganz oder teilweise in der vorgeschriebenen Form abzulegen, kann der zuständige Prüfungsausschuss – in dringenden Angelegenheiten, deren Erledigung nicht bis zu einer Sitzung des Ausschusses aufgeschoben werden kann, dessen Vorsitzende – gestatten, Erfolgskontrollen in einer anderen Form zu erbringen. Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss auch in anderen begründeten Ausnahmefällen gestatten, Erfolgskontrollen in einer anderen Form zu erbringen.

**(5)** Bei Lehrveranstaltungen in englischer Sprache können mit Zustimmung der Studentin die entsprechenden Erfolgskontrollen in englischer Sprache abgenommen werden.

**(6)** Schriftliche Prüfungen (§ 4 Abs. 2, Nr. 1) sind in der Regel von einer Prüferin nach § 15 Abs. 2 oder § 15 Abs. 3 zu bewerten. Die Note ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen. Entspricht das arithmetische Mittel keiner der in § 7 Abs. 2, Satz 2 definierten Notenstufen, so ist auf die nächstliegende Notenstufe zu runden. Bei gleichem Abstand ist auf die nächst bessere Notenstufe zu runden. Das Bewertungsverfahren soll sechs Wochen nicht überschreiten. Schriftliche Einzelprüfungen dauern mindestens 60 und höchstens 240 Minuten.

**(7)** Mündliche Prüfungen (§ 4 Abs. 2, Nr. 2) sind von mehreren Prüferinnen (Kollegialprüfung) oder von einer Prüferin in Gegenwart einer Beisitzenden als Einzelprüfungen abzunehmen und zu bewerten. Vor der Festsetzung der Note hört die Prüferin die anderen an der Kollegialprüfung mitwirkenden Prüferinnen bzw. die Beisitzerin an. Mündliche Prüfungen dauern in der Regel mindestens 15 Minuten und maximal 45 Minuten.

**(8)** Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung in den einzelnen Fächern sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist der Studentin im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben.

**(9)** Studentinnen, die sich in einem späteren Prüfungszeitraum der gleichen Prüfung unterziehen wollen, werden entsprechend den räumlichen Verhältnissen

Stand: 25.02.2009

als Zuhörerinnen bei mündlichen Prüfungen zugelassen. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe der Prüfungsergebnisse. Aus wichtigen Gründen oder auf Antrag der Studentin ist die Zulassung zu versagen.

**(10)** Für Erfolgskontrollen anderer Art sind angemessene Bearbeitungsfristen einzuräumen und Abgabetermine festzulegen. Dabei ist durch die Art der Aufgabenstellung und durch entsprechende Dokumentation sicherzustellen, dass die erbrachte Studienleistung der Studentin zurechenbar ist. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse einer solchen Erfolgskontrolle sind in einem Protokoll festzuhalten.

**(11)** Schriftliche Arbeiten im Rahmen einer Erfolgskontrolle anderer Art haben dabei die folgende Erklärung zu tragen: „Ich versichere wahrheitsgemäß, die Arbeit selbstständig angefertigt, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Abänderungen entnommen wurde.“ Trägt die Arbeit diese Erklärung nicht, wird diese Arbeit nicht angenommen. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse einer solchen Erfolgskontrolle sind in einem Protokoll festzuhalten.

**(12)** Bei mündlich durchgeführten Erfolgskontrollen anderer Art muss in der Regel neben der Prüferin eine Beisitzerin anwesend sein, die zusätzlich zur Prüferin die Protokolle zeichnet.

## § 7 Bewertung von Prüfungen und Erfolgskontrollen

**(1)** Das Ergebnis einer Erfolgskontrolle wird von den jeweiligen Prüferinnen in Form einer Note festgesetzt.

**(2)** Im Masterzeugnis dürfen nur folgende Noten verwendet werden:

|   |                               |  |
|---|-------------------------------|--|
| 1 | : sehr gut (very good)        | = hervorragende Leistung   |
| 2 | : gut (good)                  | = eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt |
| 3 | : befriedigend (satisfactory) | = eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht               |
| 4 | : ausreichend (sufficient)    | = eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt.         |
| 5 | : nicht ausreichend (failed)  | = eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel nicht den Anforderungen genügt.  |

Für die Masterarbeit und die Modulteilprüfungen sind zur differenzierten Bewertung nur folgende Noten zugelassen:

|   |               |                     |
|---|---------------|---------------------|
| 1 | 1,0; 1,3      | = sehr gut          |
| 2 | 1,7; 2,0; 2,3 | = gut               |
| 3 | 2,7; 3,0; 3,3 | = befriedigend      |
| 4 | 3,7; 4,0      | = ausreichend und   |
| 5 | 4,7; 5,0      | = nicht ausreichend |

Diese Noten müssen in den Protokollen und in den Anlagen (Transcript of Records und Diploma Supplement) verwendet werden.

Stand: 25.02.2009

**(3)** Für Erfolgskontrollen anderer Art kann im Studienplan die Benotung mit „bestanden“ (passed) oder „nicht bestanden“ (failed) vorgesehen werden.

**(4)** Bei der Bildung der gewichteten Durchschnitte der Modulnoten und der Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.

**(5)** Jedes Modul, jede Lehrveranstaltung und jede Erfolgskontrolle darf in demselben Studiengang nur einmal angerechnet werden. Die Anrechnung eines Moduls, einer Lehrveranstaltung oder einer Erfolgskontrolle ist darüber hinaus ausgeschlossen, wenn das betreffende Modul, die Lehrveranstaltung oder die Erfolgskontrolle bereits in einem grundständigen Bachelorstudiengang angerechnet wurde, auf dem dieser Masterstudiengang konsekutiv aufbaut.

**(6)** Erfolgskontrollen anderer Art dürfen in Modulteilprüfungen oder Modulprüfungen nur eingerechnet werden, wenn die Benotung nicht nach Abs. 3 erfolgt ist. Die zu dokumentierenden Erfolgskontrollen und die daran geknüpften Bedingungen werden im Studienplan festgelegt.

**(7)** Eine Modulteilprüfung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4,0) ist.

**(8)** Eine Modulprüfung ist dann bestanden, wenn die Modulnote mindestens ausreichend (4,0) ist. Die Modulprüfung und die Bildung der Modulnote wird im Studienplan geregelt. Die differenzierten Lehrveranstaltungsnoten (Abs. 2) sind bei der Berechnung der Modulnoten als Ausgangsdaten zu verwenden. Enthält der Studienplan keine Regelung darüber, wann eine Modulprüfung bestanden ist, so ist diese Modulprüfung dann endgültig nicht bestanden, wenn eine dem Modul zugeordnete Modulteilprüfung endgültig nicht bestanden wurde.

**(9)** Die Ergebnisse der Masterarbeit, der Modulprüfungen bzw. der Modulteilprüfungen, der Erfolgskontrollen anderer Art sowie die erworbenen Leistungspunkte werden durch das Studienbüro der Universität erfasst.

**(10)** Die Noten der Module eines Faches gehen in die Fachnote mit einem Gewicht proportional zu den ausgewiesenen Leistungspunkten der Module ein. Eine Fachprüfung ist bestanden, wenn die für das Fach erforderliche Anzahl von Leistungspunkten nachgewiesen wird.

**(11)** Die Gesamtnote der Masterprüfung und die Modulnoten lauten:

|     |     |     |     |   |              |
|-----|-----|-----|-----|---|--------------|
|     |     | bis | 1,5 | = | sehr gut     |
| von | 1,6 | bis | 2,5 | = | Gut          |
| von | 2,6 | bis | 3,5 | = | Befriedigend |
| von | 3,6 | bis | 4,0 | = | Ausreichend  |

**(12)** Zusätzlich zu den Noten nach Absatz 2 werden ECTS-Noten für Fachprüfungen, Modulprüfungen und für die Masterprüfung nach folgender Skala vergeben:

Definition der ECTS-Note:

A gehört zu den besten 10% der Studierenden, die die Erfolgskontrolle bestanden haben

B gehört zu den nächsten 25% der Studierenden, die die Erfolgskontrolle bestanden haben

C gehört zu den nächsten 30% der Studierenden, die die Erfolgskontrolle bestanden haben



Stand: 25.02.2009

- D gehört zu den nächsten 25% der Studierenden, die die Erfolgskontrolle bestanden haben
- E gehört zu den letzten 10% der Studierenden, die die Erfolgskontrolle bestanden haben
- FX *nicht bestanden* (failed) - es sind Verbesserungen erforderlich, bevor die Leistungen anerkannt werden
- F *nicht bestanden* (failed) - es sind erhebliche Verbesserungen erforderlich.

Die Quote ist als der Prozentsatz der erfolgreichen Studierenden definiert, die diese Note in der Regel erhalten. Dabei ist von einer mindestens fünfjährigen Datenbasis über mindestens 30 Studierenden auszugehen. Für die Ermittlung der Notenverteilungen, die für die ECTS-Noten erforderlich sind, ist das Studienbüro der Universität zuständig. Bis zum Aufbau einer entsprechenden Datenbasis wird als Übergangsregel die Verteilung der Vordiplomsnoten des Diplomstudiengangs Technomathematik per 30. 9. 2009 zur Bildung dieser Skala für alle Module des Masterstudiengangs Technomathematik herangezogen. Diese Verteilung wird jährlich gleitend über mindestens fünf Semester mit mindestens 30 Studierenden jeweils zu Beginn des Semesters für jedes Modul, die Fachnoten und die Gesamtnote angepasst und in diesem Studienjahr für die Festsetzung der ECTS-Note verwendet.

### **§ 8 Erlöschen des Prüfungsanspruchs, Wiederholung von Prüfungen und Erfolgskontrollen**

- (1)** Studentinnen können eine nicht bestandene schriftliche Prüfung (§ 4 Abs. 2, Nr. 1) einmal wiederholen. Wird eine schriftliche Wiederholungsprüfung mit „nicht ausreichend“ bewertet, so findet eine mündliche Nachprüfung im zeitlichen Zusammenhang mit dem Termin der nicht bestandenen Prüfung statt. In diesem Falle kann die Note dieser Prüfung nicht besser als „ausreichend“ (4,0) sein.
- (2)** Studentinnen können eine nicht bestandene mündliche Prüfung (§ 4 Abs. 2, Nr. 2) einmal wiederholen.
- (3)** Wiederholungsprüfungen nach Absatz 1 und 2 müssen in Inhalt, Umfang und Form (mündlich oder schriftlich) der ersten entsprechen. Ausnahmen kann der zuständige Prüfungsausschuss auf Antrag zulassen. Fehlversuche an anderen Hochschulen sind anzurechnen.
- (4)** Die Wiederholung einer Erfolgskontrolle anderer Art (§ 4 Abs. 2, Nr. 3) wird im Studienplan geregelt.
- (5)** Eine zweite Wiederholung derselben schriftlichen oder mündlichen Prüfung ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Einen Antrag auf Zweitwiederholung hat die Studentin schriftlich beim Prüfungsausschuss zu stellen. Über den ersten Antrag der Studentin auf Zweitwiederholung entscheidet der Prüfungsausschuss, wenn er den Antrag genehmigt. Wenn der Prüfungsausschuss diesen Antrag ablehnt, entscheidet die Rektorin. Über weitere Anträge auf Zweitwiederholung entscheidet nach Stellungnahme des Prüfungsausschusses die Rektorin. Absatz 1, Satz 2 und 3 gilt entsprechend.
- (6)** Die Wiederholung einer bestandenen Erfolgskontrolle ist nicht zulässig.
- (7)** Eine Fachprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn mindestens ein Modul des Faches endgültig nicht bestanden ist.
- (8)** Die Masterarbeit kann bei einer Bewertung mit „nicht ausreichend“ einmal wiederholt werden. Eine zweite Wiederholung der Masterarbeit ist ausgeschlossen.

**(9)** Ist gemäß § 34 Abs. 2, Satz 3 LHG die Masterprüfung bis zum Ende des siebten Fachsemesters dieses Studiengangs einschließlich etwaiger Wiederholungen nicht vollständig abgelegt, so erlischt der Prüfungsanspruch im Studiengang, es sei denn, dass die Studentin die Fristüberschreitung nicht zu vertreten hat. Die Entscheidung darüber trifft der Prüfungsausschuss. Die Entscheidung über eine Fristverlängerung und über Ausnahmen von der Fristregelung trifft der Prüfungsausschuss.

### **§ 9 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

**(1)** Die Studentin kann bei schriftlichen Modulprüfungen ohne Angabe von Gründen bis einen Tag (24 Uhr) vor dem Prüfungstermin zurücktreten (Abmeldung). Bei mündlichen Modulprüfungen muss der Rücktritt spätestens drei Werktage vor dem betreffenden Prüfungstermin erklärt werden (Abmeldung). Ein Rücktritt von einer mündlichen Prüfung weniger als drei Werktage vor dem betreffenden Prüfungstermin ist nur unter den Voraussetzungen des Abs. 3 möglich. Die Abmeldung kann schriftlich bei der Prüferin oder per Online-Abmeldung beim Studienbüro erfolgen. Eine durch Widerruf abgemeldete Prüfung gilt als nicht angemeldet. Der Rücktritt von mündlichen Nachprüfungen im Sinne von § 8 Abs. 2 ist grundsätzlich nur unter den Voraussetzungen von Abs. 3 möglich.

**(2)** Eine Modul- bzw. Modulteilprüfung gilt als mit „nicht ausreichend“ bewertet, wenn die Studentin einen Prüfungstermin ohne triftigen Grund versäumt oder wenn sie nach Beginn der Prüfung ohne triftigen Grund von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn die Masterarbeit nicht innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit erbracht wird, es sei denn, die Studentin hat die Fristüberschreitung nicht zu vertreten.

**(3)** Der für den Rücktritt nach Beginn der Prüfung oder das Versäumnis geltend gemachte Grund muss dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Studentin bzw. eines von ihr allein zu versorgenden Kindes oder pflegebedürftigen Angehörigen kann die Vorlage eines ärztlichen Attestes und in Zweifelsfällen ein amtsärztliches Attest verlangt werden. Die Anerkennung des Rücktritts ist ausgeschlossen, wenn bis zum Eintritt des Hinderungsgrundes bereits Prüfungsleistungen erbracht worden sind und nach deren Ergebnis die Prüfung nicht bestanden werden kann. Wird der Grund anerkannt, wird ein neuer Termin anberaumt. Die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse sind in diesem Fall anzurechnen. Bei Modulprüfungen, die aus mehreren Prüfungen bestehen, werden die Prüfungsleistungen dieses Moduls, die bis zu einem anerkannten Rücktritt bzw. einem anerkannten Versäumnis einer Prüfungsleistung dieses Moduls erbracht worden sind, angerechnet.

**(4)** Versucht die Studentin das Ergebnis seiner Modulprüfung durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Modulprüfung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet.

**(5)** Eine Studentin, die den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der jeweiligen Prüferin oder Aufsichtsführenden von der Fortsetzung der Modulprüfung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss die Studentin von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen.

**(6)** Die Studentin kann innerhalb einer Frist von einem Monat verlangen, dass Entscheidungen gemäß Absatz 4 und 5 vom Prüfungsausschuss überprüft werden. Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der Studentin unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Sie sind zu begründen und mit einer

Stand: 25.02.2009

Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Der Studentin ist vor einer Entscheidung, Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

**(7)** Näheres regelt die Allgemeine Satzung der Universität Karlsruhe (TH) zur Redlichkeit bei Prüfungen und Praktika.

### **§ 10 Mutterschutz, Elternzeit, Wahrnehmung von Familienpflichten**

**(1)** Auf Antrag einer Studentin sind die Mutterschutzfristen, wie sie im jeweils gültigen Gesetz zum Schutz der erwerbstätigen Mutter (MuSchG) festgelegt sind, entsprechend zu berücksichtigen. Dem Antrag sind die erforderlichen Nachweise beizufügen. Die Mutterschutzfristen unterbrechen jede Frist nach dieser Prüfungsordnung. Die Dauer des Mutterschutzes wird nicht in die Frist eingerechnet.

**(2)** Gleichfalls sind die Fristen der Elternzeit nach Maßgabe des jeweiligen gültigen Gesetzes (BErzGG) auf Antrag zu berücksichtigen. Die Studentin muss bis spätestens 4 Wochen vor dem Zeitpunkt, von dem sie die Elternzeit antreten will, dem Prüfungsausschuss unter Beifügung der erforderlichen Nachweise schriftlich mitteilen, zu welchem Zeitraum sie Elternzeit in Anspruch nehmen will. Der Prüfungsausschuss hat zu prüfen, ob die gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen, die bei einer Arbeitnehmerin den Anspruch nach Elternzeit auslösen würden, und teilt der Studentin das Ergebnis sowie die neu festgesetzten Prüfungszeiten unverzüglich mit. Die Bearbeitungszeit der Masterarbeit kann nicht durch Elternzeit unterbrochen werden. Die gestellte Arbeit gilt als nicht vergeben. Nach Ablauf der Elternzeit erhält die Studentin ein neues Thema.

**(3)** Der Prüfungsausschuss entscheidet auf Antrag über die flexible Handhabung von Prüfungsfristen entsprechend den Bestimmungen des Landeshochschulgesetzes, wenn Studierende Familienpflichten wahrzunehmen haben. Die Bearbeitungszeit der Masterarbeit kann nicht durch die Wahrnehmung von Familienpflichten unterbrochen oder verlängert werden. Die gestellte Arbeit gilt als nicht vergeben. Die Studentin erhält ein neues Thema, das innerhalb der in § 11 festgelegten Bearbeitungszeit zu bearbeiten ist.

### **§ 11 Masterarbeit**

**(1)** Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Studentin in der Lage ist, ein Problem aus ihrem Fach selbstständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entsprechen, zu bearbeiten.

**(2)** Zum Modul Masterarbeit wird zugelassen, wer mindestens 70 Leistungspunkte erworben hat.

**(3)** Die Masterarbeit kann von jeder Prüferin nach § 15 Abs. 2 vergeben werden. Soll die Masterarbeit außerhalb der Fakultät für Mathematik angefertigt werden, so bedarf dies der Genehmigung des Prüfungsausschusses. Der Studentin ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen. Auf Antrag der Studentin sorgt ausnahmsweise die Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass die Studentin innerhalb von vier Wochen nach Antragstellung von einer Betreuerin ein Thema für die Masterarbeit erhält. Die Ausgabe des Themas erfolgt in diesem Fall über die Vorsitzende des Prüfungsausschusses. Die Masterarbeit kann auch auf Englisch geschrieben werden.

**(4)** Der Masterarbeit werden 30 Leistungspunkte zugeordnet. Die Bearbeitungsdauer beträgt sechs Monate. Thema, Aufgabenstellung und Umfang der Masterarbeit sind von der Betreuerin so zu begrenzen, dass sie mit dem in Satz 1 festgelegten Arbeitsaufwand bearbeitet werden kann. Auf begründeten Antrag

Stand: 25.02.2009

der Studentin kann der Prüfungsausschuss diesen Zeitraum um höchstens drei Monate verlängern.

**(5)** Bei der Abgabe der Masterarbeit hat die Studentin schriftlich zu versichern, dass sie die Arbeit selbstständig verfasst hat und keine anderen, als die von ihr angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt hat, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung der Universität Karlsruhe (TH) zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet hat. Wenn diese Erklärung nicht enthalten ist, wird die Arbeit nicht angenommen. Bei Abgabe einer unwahren Versicherung wird die Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet.

**(6)** Der Zeitpunkt der Ausgabe des Themas der Masterarbeit und der Zeitpunkt der Abgabe der Masterarbeit sind aktenkundig zu machen. Die Studentin kann das Thema der Masterarbeit nur einmal und nur innerhalb der ersten zwei Monate der Bearbeitungszeit zurückgeben. Wird die Masterarbeit nicht fristgerecht abgeliefert, gilt sie als mit „nicht ausreichend“ bewertet, es sei denn, dass die Studentin dieses Versäumnis nicht zu vertreten hat. Die Möglichkeit der Wiederholung wird in § 8 geregelt.

**(7)** Die Masterarbeit wird von einer Betreuerin sowie in der Regel von einer weiteren Prüferin aus der Fakultät begutachtet und bewertet. Eine der beiden muss Hochschullehrerin sein. Bei nicht übereinstimmender Beurteilung der beiden Prüferinnen setzt der Prüfungsausschuss im Rahmen der Bewertung der beiden Prüferinnen die Note der Masterarbeit fest. Der Bewertungszeitraum soll 8 Wochen nicht überschreiten.

## **§ 12 Berufspraktikum**

**(1)** Der Studentin wird empfohlen, während des Master-Studiums ein Berufspraktikum abzuleisten, welches geeignet ist, der Studentin eine Anschauung von der Anwendbarkeit von Mathematik zu vermitteln. Dem Berufspraktikum sind 8 Leistungspunkte zugeordnet.

**(2)** Die Studentin setzt sich in eigener Verantwortung mit geeigneten privaten bzw. öffentlichen Einrichtungen in Verbindung, an denen das Praktikum abgeleistet werden kann. Die Studentin wird dabei von einer Prüferin nach § 15 Abs. 2 und einer Firmenbetreuerin betreut.

**(3)** Am Ende des Berufspraktikums ist ein kurzer Bericht der Prüferin abzugeben und eine Kurzpräsentation der Erfahrungen im Berufspraktikum zu halten.

**(4)** Das Berufspraktikum ist abgeschlossen, wenn eine mindestens 6-wöchige Tätigkeit nachgewiesen wird, der Bericht abgegeben und die Kurzpräsentation gehalten wurde. Das Berufspraktikum geht nicht in die Gesamtnote ein. Ein Berufspraktikum kann als Zusatzleistung im Sinne von § 13 Abs. 1 oder im Rahmen des Wahlpflichtfachs gem. § 17 Abs. 4 erbracht werden.

## **§ 13 Zusatzleistungen, Zusatzmodule, Schlüsselqualifikationen**

**(1)** Innerhalb der Regelstudienzeit, einschließlich der Urlaubssemester für das Studium an einer ausländischen Hochschule (Regelprüfungszeit), können in einem Modul bzw. Fach, auch weitere Leistungspunkte (Zusatzleistungen) im Umfang von höchstens 20 Leistungspunkten pro Studiengang erworben werden. § 3 und § 4 der Prüfungsordnung bleiben davon unberührt. Diese Zusatzleistungen gehen nicht in die Festsetzung der Gesamt-, Fach-, und Modulnoten ein. Die bei der Festlegung der Modul bzw. Fachnote nicht berücksichtigten Leistungspunkte werden als Zusatzleistungen automatisch im Transcript of Records aufgeführt und als Zusatzleistungen gekennzeichnet. Zusatzleistungen werden mit den nach § 7 vorgesehenen Noten gelistet.

Stand: 25.02.2009

**(2)** Die Studentin hat bereits bei der Anmeldung zu einer Prüfung in einem Modul diese als Zusatzleistung zu deklarieren.

**(3)** Das Ergebnis maximal zweier Module, die jeweils mindestens 6 Leistungspunkte umfassen müssen, wird auf Antrag der Studentin in das Bachelor-Zeugnis als Zusatzmodule aufgenommen und als Zusatzmodule gekennzeichnet. Zusatzmodule werden bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen. Nicht in das Zeugnis aufgenommene Zusatzmodule werden im Transcript of Records automatisch aufgenommen und als Zusatzmodule gekennzeichnet. Zusatzmodule werden mit den nach § 7 vorgesehenen Noten gelistet.

**(4)** Neben den verpflichtenden fachwissenschaftlichen Modulen sind Module zu den überfachlichen Schlüsselqualifikationen im Umfang von mindestens 4 Leistungspunkten Bestandteil eines Masterstudiums. Im Studienplan werden Empfehlungen ausgesprochen, welche Module im Rahmen des Angebots zur Vermittlung der additiven Schlüsselqualifikationen belegt werden sollen.

### **§ 14 Prüfungsausschuss**

**(1)** Für den Masterstudiengang Mathematik wird ein Prüfungsausschuss gebildet. Er besteht aus vier stimmberechtigten Mitgliedern (drei Hochschullehrerinnen, Hochschul- oder Privatdozentinnen und einer Vertreterinnen der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen nach § 10 Abs. 1, Satz 2, Nr. 2 LHG) sowie einer Vertreterin der Studentinnen mit beratender Stimme. Im Falle der Einrichtung eines gemeinsamen Prüfungsausschusses für den Bachelorstudiengang Mathematik und den Masterstudiengängen Mathematik und Technomathematik erhöht sich die Anzahl der Vertreter der Studentinnen auf zwei Mitglieder mit beratender Stimme, wobei je eine Vertreterin aus dem Bachelor- und aus dem Masterstudiengang stammt. Weitere Mitglieder mit beratender Stimme können vom Fakultätsrat bestellt werden. Die Amtszeit der nichtstudentischen Mitglieder beträgt zwei Jahre, die der studentischen Mitglieder ein Jahr.

**(2)** Die Vorsitzende, ihre Stellvertreterin, die weiteren Mitglieder des Prüfungsausschusses sowie deren Stellvertreterinnen werden von den jeweiligen Fakultätsräten bestellt, die Mitglieder der Gruppe der akademischen Mitarbeiterinnen nach § 10 Abs. 1, Satz 2, Nr. 2 LHG und die Vertreterin der Studentinnen auf Vorschlag der Mitglieder der jeweiligen Gruppe; Wiederbestellung ist möglich. Die Vorsitzende und deren Stellvertreterin müssen Hochschullehrerinnen sein. Die Vorsitzende des Prüfungsausschusses nimmt die laufenden Geschäfte wahr.

**(3)** Der Prüfungsausschuss ist zuständig für die Organisation der Modulprüfungen und die Durchführung der ihm durch diese Studien- und Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben. Er achtet auf die Einhaltung der Bestimmungen dieser Studien- und Prüfungsordnung und fällt die Entscheidung in Prüfungsangelegenheiten. Er entscheidet über die Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Modulprüfungen und übernimmt die Gleichwertigkeitsfeststellung. Er berichtet der jeweiligen Fakultät regelmäßig über die Entwicklung der Prüfungs- und Studienzeiten, einschließlich der Bearbeitungszeiten für die Masterarbeiten und die Verteilung der Fach- und Gesamtnote. Er gibt Anregungen zur Reform der Studien- und Prüfungsordnung und des Modulhandbuchs.

**(4)** Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende des Prüfungsausschusses übertragen.

**(5)** Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme von Prüfungen beizuwohnen. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses, die Prüferinnen und die Beisitzenden unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im

Stand: 25.02.2009

öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende zur Verschwiegenheit zu verpflichten.

**(6)** In Angelegenheiten des Prüfungsausschusses, die eine an einer anderen Fakultät zu absolvierende Prüfungsleistung betreffen, ist auf Antrag eines Mitgliedes des Prüfungsausschusses eine fachlich zuständige und von der betroffenen Fakultät zu nennende Hochschullehrerin, Hochschul- oder Privatdozentin hinzuziehen. Sie hat in diesem Punkt Stimmrecht.

**(7)** Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der Studentin schriftlich mitzuteilen. Sie sind zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Widersprüche gegen Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind innerhalb eines Monats nach Zugang der Entscheidung schriftlich oder zur Niederschrift beim Rektorat der Universität Karlsruhe (TH) einzulegen

### **§ 15 Prüferinnen und Beisitzende**

**(1)** Der Prüfungsausschuss bestellt die Prüferinnen und die Beisitzenden. Er kann die Bestellung der Vorsitzenden übertragen.

**(2)** Prüferinnen sind Hochschullehrerinnen und habilitierte Mitglieder der Fakultät für Mathematik sowie akademische Mitarbeiterinnen, denen die Prüfungsbefugnis übertragen wurde. Zur Prüferin und Beisitzerin darf nur bestellt werden, wer mindestens die dem jeweiligen Prüfungsgegenstand entsprechende fachwissenschaftliche Qualifikation erworben hat. Bei der Bewertung der Masterarbeit muss eine Prüferin Hochschullehrerin sein.

**(3)** Soweit Lehrveranstaltungen von anderen als den unter Absatz 2 genannten Personen durchgeführt werden, sollen diese zur Prüferin bestellt werden, wenn die jeweilige Fakultät für Mathematik ihr eine diesbezügliche Prüfungsbefugnis erteilt hat.

**(4)** Zur Beisitzerin darf nur bestellt werden, wer einen akademischen Abschluss in einem Masterstudiengang der Technomathematik oder einen gleichwertigen akademischen Abschluss erworben hat.

### **§ 16 Anrechnung von Studienzeiten, Anerkennung von Studienleistungen und Modulprüfungen**

**(1)** Studienzeiten und Studienleistungen und Modulprüfungen, die in gleichen oder anderen Studiengängen an der Universität Karlsruhe (TH) oder an anderen Hochschulen erbracht wurden, werden angerechnet, soweit Gleichwertigkeit besteht. Gleichwertigkeit ist festzustellen, wenn Leistungen in Inhalt, Umfang und in den Anforderungen denjenigen des Studiengangs im Wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung vorzunehmen. Bezüglich des Umfangs einer zur Anerkennung vorgelegten Studienleistung und Modulprüfung werden die Grundsätze des ECTS herangezogen; die inhaltliche Gleichwertigkeitsprüfung orientiert sich an den Qualifikationszielen des Moduls.

**(2)** Werden Leistungen angerechnet, können die Noten – soweit die Notensysteme vergleichbar sind – übernommen werden und in die Berechnung der Modulnoten und der Gesamtnote einbezogen werden. Liegen keine Noten vor, muss die Leistung nicht anerkannt werden. Die Studentin hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen vorzulegen.

**(3)** Bei der Anrechnung von Studienzeiten und der Anerkennung von Studienleistungen und Modulprüfungen, die außerhalb der Bundesrepublik erbracht wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen der Hochschulpartnerschaften zu beachten.

Stand: 25.02.2009

**(4)** Absatz 1 gilt auch für Studienzeiten, Studienleistungen und Modulprüfungen, die in staatlich anerkannten Fernstudien und an anderen Bildungseinrichtungen, insbesondere an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien erworben wurden.

**(5)** Die Anerkennung von Teilen der Masterprüfung kann versagt werden, wenn in einem Studiengang mehr als die Hälfte aller Erfolgskontrollen und/oder in einem Studiengang mehr als die Hälfte der erforderlichen Leistungspunkte und/oder die Masterarbeit anerkannt werden sollen. Dies gilt insbesondere bei einem Studiengangwechsel sowie bei einem Studienortswechsel.

**(6)** Zuständig für die Anrechnungen ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit sind die zuständigen Fachvertreter zu hören. Der Prüfungsausschuss entscheidet in Abhängigkeit von Art und Umfang der anzurechnenden Studien- und Prüfungsleistungen über die Einstufung in ein höheres Fachsemester.

## **II. Masterprüfung**

### **§ 17 Umfang und Art der Masterprüfung**

**(1)** Die Masterprüfung besteht aus den Fachprüfungen nach Absatz 2, 3 und 4 sowie der Masterarbeit nach Absatz 6.

**(2)** Es sind Fachprüfungen aus folgenden mathematischen Fächern durch den Nachweis von insgesamt 40 Leistungspunkten in einem oder mehreren Modulen abzulegen:

1. Algebra und Geometrie
2. Analysis (im Umfang von mindestens 8 Leistungspunkten)
3. Angewandte und Numerische Mathematik (im Umfang von mindestens 8 Leistungspunkten)
4. Stochastik

**(3)** Des weiteren sind Fachprüfungen aus den Ergänzungsfächern von § 3 Absatz 2 durch den Nachweis von insgesamt 32 Leistungspunkten in einem oder mehreren Modulen abzulegen, davon müssen 18-22 Leistungspunkte aus dem Technischen Anwendungsfach (siehe §3 Abs. 2) und 10-14 Leistungspunkte aus der Informatik erbracht werden.

Zusätzlich müssen zwei Seminarmodule über je 3 Leistungspunkte abgelegt werden, davon eines in einem mathematischen Fach aus Abs. 2.

Neben den fachwissenschaftlichen Modulen sind Module zu den Schlüsselqualifikationen im Umfang von 4 Leistungspunkten nach § 13 Abs. 4 abzulegen.

**(4)** Es sind weitere 8 Leistungspunkte nachzuweisen. Diese können durch Fachprüfungen der in Abs. 2 und 3 genannten Fächer oder durch ein Berufspraktikum nach § 12 eingebracht werden.

Die Module, die ihnen zugeordneten Leistungspunkte und die Zuordnung der Module zu den Fächern sind im Studienplan festgelegt. Zur entsprechenden Modulprüfung kann nur zugelassen werden, wer die Anforderungen nach § 5 erfüllt.

**(5)** Im vierten Semester ist als eine weitere Prüfungsleistung eine Masterarbeit gemäß § 11 anzufertigen.

### **§ 18 Bestehen der Masterprüfung, Bildung der Gesamtnote**

Stand: 25.02.2009

**(1)** Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle in § 17 genannten Prüfungsleistungen mit mindestens „ausreichend“ bewertet wurden und 120 Leistungspunkte erreicht worden sind.

**(2)** Die Gesamtnote der Masterprüfung errechnet sich als ein mit Leistungspunkten gewichteter Notendurchschnitt. Dabei werden alle Prüfungsleistungen nach § 17 mit ihren Leistungspunkten gewichtet.

**(3)** Hat die Studentin die Masterarbeit mit der Note 1,0 und die Masterprüfung mit einem Durchschnitt von 1,0 abgeschlossen, so wird das Prädikat „mit Auszeichnung“ (with distinction) verliehen. Mit einer Masterarbeit mit der Note 1,0 und bis zu einem Durchschnitt von 1,3 kann auf Antrag an den Prüfungsausschuss das Prädikat „mit Auszeichnung“ (with distinction) verliehen werden.

### **§ 19 Masterzeugnis, Masterurkunde, Transcript of Records und Diploma Supplement**

**(1)** Über die Masterprüfung wird nach Bewertung der letzten Prüfungsleistung eine Masterurkunde und ein Zeugnis erstellt. Die Ausfertigung von Masterurkunde und Zeugnis soll nicht später als sechs Wochen nach der Bewertung der letzten Prüfungsleistung erfolgen. Masterurkunde und Masterzeugnis werden in deutscher und englischer Sprache ausgestellt. Masterurkunde und Zeugnis tragen das Datum der erfolgreichen Erbringung der letzten Prüfungsleistung. Sie werden der Studentin gleichzeitig ausgehändigt. In der Masterurkunde wird die Verleihung des akademischen Mastergrades beurkundet. Die Masterurkunde wird von der Rektorin und der Dekanin unterzeichnet und mit dem Siegel der Universität versehen.

**(2)** Das Zeugnis enthält die in den Fachprüfungen, den zugeordneten Modulprüfungen und der Masterarbeit erzielten Noten, deren zugeordnete Leistungspunkte und ECTS-Noten und die Gesamtnote und die ihr entsprechende ECTS-Note. Das Zeugnis ist von den Dekaninnen der beteiligten Fakultäten und von der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.

**(3)** Weiterhin erhält die Studentin als Anhang ein Diploma Supplement in deutscher und englischer Sprache, das den Vorgaben des jeweils gültigen ECTS User's Guide entspricht. Das Diploma Supplement enthält eine Abschrift der Studiendaten der Studentin (Transcript of Records).

**(4)** Die Abschrift der Studiendaten (Transcript of Records) enthält in strukturierter Form alle von der Studentin erbrachten Prüfungsleistungen. Dies beinhaltet alle Fächer, Fachnoten und ihre entsprechende ECTS-Note samt den zugeordneten Leistungspunkten, die dem jeweiligen Fach zugeordneten Module mit den Modulnoten, entsprechender ECTS-Note und zugeordneten Leistungspunkten, sowie die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen samt Noten und zugeordneten Leistungspunkten. Aus der Abschrift der Studiendaten soll die Zugehörigkeit von Lehrveranstaltungen zu den einzelnen Modulen und die Zugehörigkeit der Module zu den einzelnen Fächern deutlich erkennbar sein. Angerechnete Studienleistungen sind im Transcript of Records aufzunehmen.

**(5)** Die Masterurkunde, das Masterzeugnis und das Diploma-Supplement einschließlich des Transcript of Records werden vom Studienbüro der Universität ausgestellt.

### **III. Schlussbestimmungen**

#### **§ 20 Bescheid über Nicht-Bestehen, Bescheinigung von Prüfungsleistungen**



Stand: 25.02.2009

(1) Der Bescheid über die endgültig nicht bestandene Masterprüfung wird der Studentin durch den Prüfungsausschuss in schriftlicher Form erteilt. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

(2) Hat die Studentin die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, wird ihr auf Antrag und gegen Vorlage der Exmatrikulationsbescheinigung eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, die die erbrachten Prüfungsleistungen und deren Noten sowie die zur Prüfung noch fehlenden Prüfungsleistungen enthält und erkennen lässt, dass die Prüfung insgesamt nicht bestanden ist. Dasselbe gilt, wenn der Prüfungsanspruch erloschen ist.

### **§ 21 Ungültigkeit der Masterprüfung, Entziehung des Mastergrades**

(1) Hat die Studentin bei einer Prüfungsleistung getäuscht und wird diese Tatsache nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, so können die Noten der Modulprüfungen, bei deren Erbringung die Studentin getäuscht hat, berichtigt werden. Gegebenenfalls kann die Modulprüfung für „nicht ausreichend“ (5,0) und die Masterprüfung für nicht bestanden erklärt werden.

(2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Studentin darüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Studentin die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, so kann die Modulprüfung für „nicht ausreichend“ (5,0) und die Masterprüfung für nicht bestanden erklärt werden.

(3) Vor einer Entscheidung des Prüfungsausschusses ist Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

(4) Das unrichtige Zeugnis ist zu entziehen und gegebenenfalls ein neues zu erteilen. Mit dem unrichtigen Zeugnis ist auch die Masterurkunde einzuziehen, wenn die Masterprüfung auf Grund einer Täuschung für nicht bestanden erklärt wurde.

(5) Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von 5 Jahren ab dem Datum des Zeugnisses ausgeschlossen.

(6) Die Aberkennung des akademischen Grads richtet sich nach den gesetzlichen Vorschriften.

### **§ 22 Einsicht in die Prüfungsakten**

(1) Nach Abschluss der Masterprüfung wird der Studentin auf Antrag innerhalb eines Jahres Einsicht in ihre Masterarbeit, die darauf bezogenen Gutachten und in die Prüfungsprotokolle gewährt.

(2) Für die Einsichtnahme in die schriftlichen Modulprüfungen, schriftlichen Modulteilprüfungen bzw. Prüfungsprotokolle gilt eine Frist von einem Monat nach Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.

(3) Die Prüferin bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

(4) Prüfungsunterlagen sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

### **§ 23 In-Kraft-Treten**

(1) Diese Studien- und Prüfungsordnung tritt am XXX in Kraft.

(2) Studierende, die auf Grundlage der Prüfungsordnungen für die Diplomstudiengänge Mathematik vom 24. Oktober 1991 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH), Nr. 1, vom 22. Januar 1992) in der Fassung der 2. Änderungssatzung vom 28. Februar 2001 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH), Nr. 7, vom 14. März 2001), Technomathematik vom 10. September 2003 (Amtliche Bekanntmachung der

Stand: 25.02.2009

Universität Karlsruhe (TH), Nr. 29 vom 20. Oktober 2003) und Wirtschaftsmathematik vom 15. November 2001 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH), Nr. 30 vom 26. November 2001) in der Fassung der 1. Änderungssatzung vom 10. September 2003 (Amtliche Bekanntmachung Nr. 28 vom 20. Oktober 2003) ihr Studium an der Universität Karlsruhe (TH) aufgenommen haben, können einen Antrag auf Zulassung zur Prüfung letztmalig am 30.09.2020 stellen.

Karlsruhe, den XXX 2008

Professor Dr. sc.tech. Horst Hippler  
(Rektor)