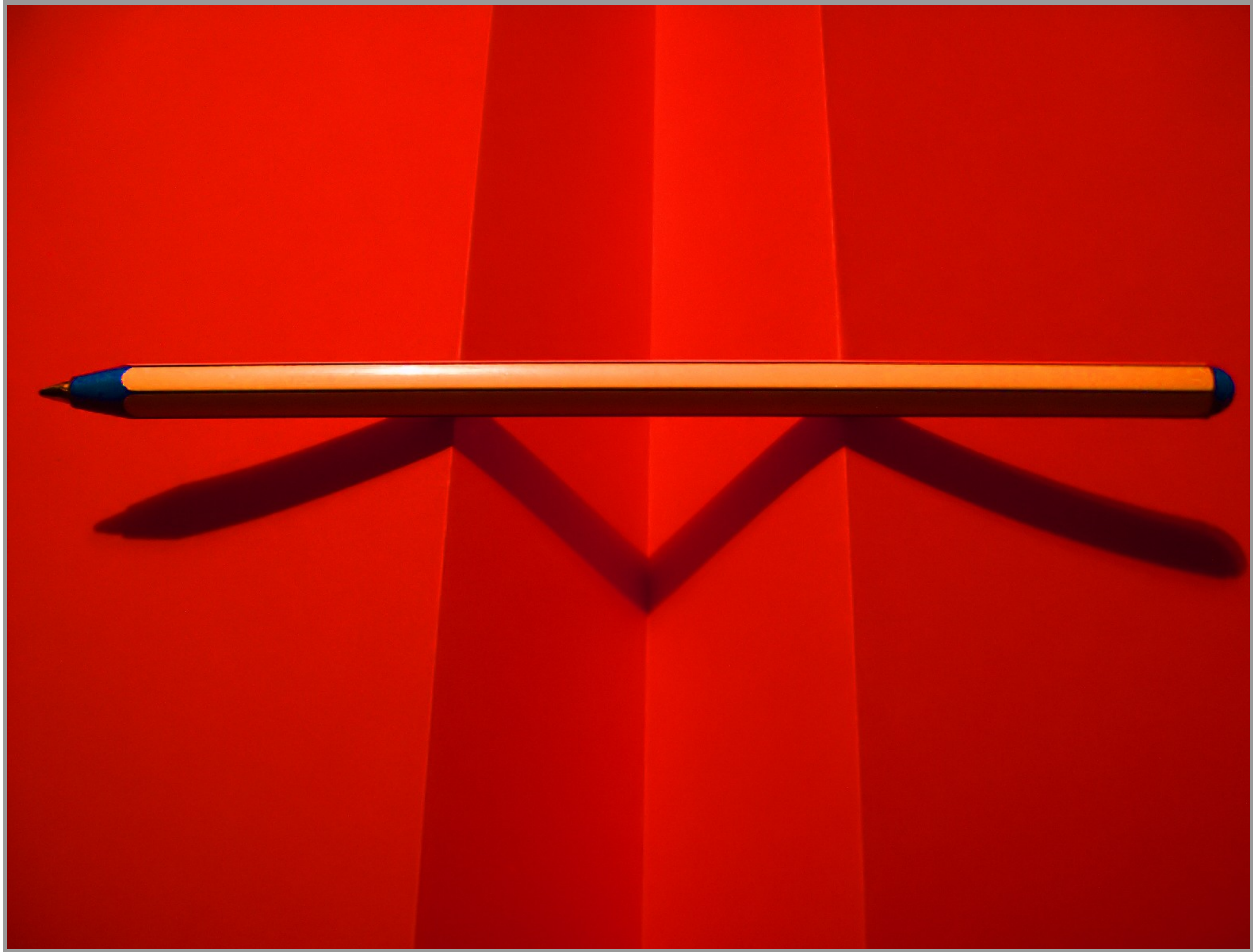
Karlsruhe Institute of Technology

Modulhandbuch Mathematik (M.Sc.)

Sommersemester 2014
Kurzfassung
Stand: 11.02.2014

Fakultät für Mathematik



KIT - Universität des Landes Baden-Württemberg und
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu

Herausgegeben von:

Fakultät für Mathematik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
76128 Karlsruhe
www.math.kit.edu

Fotograf: Arno Peil

Ansprechpartner: daniel.hug@kit.edu

Inhaltsverzeichnis

1 Studienplan Master Mathematik[1]

1.1 Ausbildungsziele

Der Masterstudiengang Mathematik vermittelt

- Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens in der Mathematik,
- die Fähigkeit zum Erkennen und Analysieren von Strukturen,
- die Fähigkeit, sich selbständig in neue Gebiete einzuarbeiten,
- vertiefte Kenntnisse in selbst gewählten mathematischen Schwerpunkten,
- Heranführung an die aktuelle Forschung in einem mathematischen Teilgebiet,
- praxisrelevante Techniken zur Lösung komplexer Probleme.

1.2 Vorbemerkung

Es ist das Anliegen des Studienplans, die Studien- und Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Mathematik zu ergänzen, zu erläutern und den Studierenden konkrete Beispiele zur Organisation des Studiums aufzuzeigen.

1.3 Gliederung des Studiums

Die Lehrveranstaltungen werden in Form von Modulen abgehalten, wobei die meisten Module aus einer Vorlesung (mit oder ohne Übung) oder einem Seminar bestehen. Es gilt grundsätzlich, dass nur solche Module gewählt werden können, die noch nicht im Bachelorstudium verwendet worden sind.[2] Jedes Modul schließt mit einer Leistungskontrolle ab. Der durchschnittliche Arbeitsaufwand wird in Leistungspunkten (LP) gemessen. Im Allgemeinen werden Module benotet. Ausnahmen sind z.B. Seminarmodule, die nur bestanden oder nicht bestanden werden können. Die Note geht in die Endnote ein. Die Masterarbeit besteht aus einem eigenen Modul mit 30 LP. Insgesamt müssen im Masterstudium 120 LP erworben werden, etwa gleichmäßig verteilt auf 4 Semester.

(a) Es werden keine einzelnen Module verpflichtend vorgeschrieben. Allerdings müssen aus einem der folgenden **mathematischen Fächer** 16 Leistungspunkte und aus einem zweiten 24 Leistungspunkte erworben werden:

1. Algebra und Geometrie
2. Analysis
3. Angewandte und Numerische Mathematik
4. Stochastik

Mindestens eines dieser beiden Fächer muss Algebra und Geometrie oder Analysis sein.

(b) Des weiteren sind Prüfungen in einem **Ergänzungsfach** über Module im Umfang von 16–24 Leistungspunkten abzulegen. Dieses Ergänzungsfach kann eines der mathematischen Fächer von 1. – 4. sein, die in (a) nicht gewählt wurden, oder eines der folgenden Anwendungsfächer:

5. Informatik
6. Physik
7. Wirtschaftswissenschaften
8. Maschinenbau
9. Elektrotechnik

[1] Gültig ab Wintersemester 2012/13.

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

Die Module dieser Anwendungsfächer werden von den jeweiligen Fakultäten Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau bzw. Elektrotechnik und Informationstechnik angeboten. Es können Module aus dem Master- und dem fortgeschrittenen Bachelorprogramm der jeweiligen Fakultät gewählt werden. Die Module werden durch den Studienberater individuell zugelassen. In Zweifelsfällen entscheidet der Prüfungsausschuss.

(c) Es müssen außerdem in einem **Wahlpflichtfach Mathematik** Module aus den mathematischen Fächern der Liste 1. – 4. im Umfang von 14–22 Leistungspunkten nachgewiesen werden. Diese Module können auch Seminarmodule sein.

Die in (b) und (c) nachgewiesenen Punkte müssen zusammen 38 Leistungspunkte erreichen. In den mathematischen Fächern in a) und b) können nur Vorlesungsmodule gewählt werden.

Ferner müssen zwei Seminarmodule der Fakultät für Mathematik über je 3 Leistungspunkte abgelegt werden sowie 6 Leistungspunkte an Schlüsselqualifikationen (siehe Abschnitt 1.6).

Es wird ein (freiwilliges) Praktikum empfohlen. Der Aufwand wird mit 8 Leistungspunkten angesetzt, wenn am Ende ein kurzer Bericht abgegeben und eine Kurzpräsentation gehalten wird. Diese Leistungspunkte werden als Zusatzqualifikation gewertet.

1.4 Einführende Module in den mathematischen Fächern

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

- **Fach Algebra und Geometrie**
  - Algebra (4+2 SWS, Ws)[3]
  - Differentialgeometrie (4+2 SWS, Ws)
  - Geometrische Gruppentheorie (4+2 SWS, Ss)

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

  - Symmetrische Räume (4+2 SWS) (Voraussetzung: Riemannsche Geometrie)
  - Algebraische Zahlentheorie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Algebra)
  - Algebraische Geometrie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Algebra)
  - Globale Differentialgeometrie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Riemannsche Geometrie)
  - Stochastische Geometrie (4+2 SWS)[4] (Voraussetzung: Modul Wahrscheinlichkeitstheorie aus dem Bachelorstudium)

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

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

  - Evolutionsgleichungen (4+2 SWS) (Voraussetzung: Funktionalanalysis)

[3] SWS = Semesterwochenstunde in Vorlesung + Übung, Ws = Wintersemester, Ss = Sommersemester.
[4] Dieses Modul kann wahlweise dem Fach Stochastik oder dem Fach Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

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

- **Fach Angewandte und Numerische Mathematik**

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

  Die Vorlesung "Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme" wird in der Regel jedes zweite Jahr gelesen. Die anderen drei dieser Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten. Alle vier Module können schon im Bachelorstudium zur Vertiefung gewählt werden. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Fach Angewandte und Numerische Mathematik. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.[5]

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

- **Fach Stochastik**

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

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

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

  - Finanzmathematik in stetiger Zeit (4+2 SWS)
  - Asymptotische Stochastik (4+2 SWS)
  - Räumliche Stochastik (4+2 SWS)
  - Stochastische Geometrie (4+2 SWS)[6]
  - Brownsche Bewegung (2+1 SWS, 4 LP)
  - Perkolation (2+1 SWS, 4 LP)
  - Generalisierte Regressionsmodelle (2+1 SWS, 4 LP)

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

[6] Dieses Modul kann wahlweise dem Fach Stochastik oder dem Fach Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

1.5 Weiterführende Module in den mathematischen Fächern

Im Modulhandbuch werden zahlreiche weitere, unregelmäßig angebotene Module aufgeführt. Diese bauen auf den in Abschnitt 1.4 genannten Modulen auf und vertiefen die jeweiligen Arbeitsgebiete. Sie ermöglichen, ergänzt durch den Besuch von Seminaren, die Anfertigung einer Masterarbeit in einem Spezialgebiet.

1.6 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.
Die innerhalb des Masterstudiengangs Mathematik 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 das Anwendungsfach
  2. Medien, Technik und Innovation

Neben der integrativen Vermittlung von Schlüsselqualifikationen ist der additive Erwerb von Schlüsselqualifikationen im Umfang von mindestens 6 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 das **Fach** Mathematik und ein Ergänzungsfach, die Mathematik wiederum ist in mathematische Fächer gegliedert. Das Lehrangebot jedes mathematischen Faches 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 des Faches Mathematik, 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 Aktuelle Änderungen

An dieser Stelle sind hervorgehobene Änderungen zur besseren Orientierung zusammengetragen. Es besteht jedoch kein Anspruch auf Vollständigkeit.

4 Module

4.1 Alle Module

Modul: Differentialgeometrie [MATHMMAG04]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
1036	Differentialgeometrie	4/2	W	8	S. Grensing , E. Leuzinger, G. Link, W. Tuschmann

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra I, II
Analysis I, II
Einführung in Geometrie und Topologie

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen

- können grundlegende Aussagen und Techniken der modernen Differentialgeometrie näher erörtern und anwenden,
- sind mit exemplarischen Anwendungen der Differentialgeometrie vertraut,
- können weiterführende Seminare und Vorlesungen im Bereich der Differentialgeometrie und Topologie besuchen.

Inhalt
• Mannigfaltigkeiten
• Bündel
• Tensoren
• Differentialformen
• Satz von Stokes
• Riemannsche Metriken
• Lineare Zusammenhänge
• Kovariante Ableitung
• Parallelverschiebung
• Geodätische
• Krümmungstensor und Krümmungsbegriffe

Modul: Algebra [MATHMMAG05]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
1031	Algebra	4/2	W	8	F. Herrlich, S. Kühnlein, C. Schmidt, G. Weitze-Schmithüsen

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra
Einführung in Algebra und Zahlentheorie

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- wesentliche Konzepte der Algebra nennen und erörtern,
- den Aufbau der Galoistheorie nachvollziehen und ihre Aussagen auf konkrete Fragestellungen anwenden,
- grundlegende Resultate über Bewertungsringe und ganze Ringerweiterungen nennen und zueinander in Beziehung setzen,
- und sind darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit im Bereich Algebra zu schreiben

Inhalt

- **Körper:** algebraische Körpererweiterungen, Galoistheorie, Einheitswurzeln und Kreisteilung, Lösen von Gleichungen durch Radikale
- **Bewertungen:** Beträge, Bewertungsringe
- **Ringtheorie:** Tensorprodukt von Moduln, ganze Ringerweiterungen, Normalisierung, noethersche Ringe, Hilbertscher Basissatz

Modul: Diskrete Geometrie [MATHMMAG06]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
1535	Diskrete Geometrie	4/2		8	D. Hug

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1+2

Lernziele
Die Studierenden

- kennen grundlegende kombinatorische Eigenschaften von und Resultate über konvexe Polytope, geometrische Graphen und Packungen und können diese wiedergeben und erläutern,
- vollziehen metrische, kombinatorische und graphentheoretische Argumentationsweisen nach und wenden diese in abgewandelter Form an,
- können reflexiv und selbstorganisiert arbeiten.

Inhalt

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

Modul: Konvexe Geometrie [MATHMMAG07]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
1044	Konvexe Geometrie	4/2	W/S	8	D. Hug

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3

Lernziele
Die Studierenden

- kennen grundlegende kombinatorische, geometrische und analytische Eigenschaften von konvexen Mengen und konvexen Funktionen und wenden diese auf verwandte Problemstellungen an,
- sind mit grundlegenden geometrischen und analytischen Ungleichungen für Funktionale konvexer Mengen und ihren Anwendungen auf geometrische Extremalprobleme vertraut und können zentrale Beweisideen und Beweistechniken angeben,
- kennen ausgewählte Integralformeln für konvexe Mengen und die hierfür erforderlichen Grundlagen über invariante Maße.
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

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

Modul: Geometrische Maßtheorie [MATHMMAG08]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
1040	Geometrische Maßtheorie	4/2	W/S	8	D. Hug

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3

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,
- können reflexiv und selbstorganisiert arbeiten.

Inhalt

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

Modul: Algebraische Zahlentheorie [MATHMMAG09]

Koordination: C. Schmidt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Algebra“ werden vorausgesetzt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen
- verstehen grundlegende Strukturen und Denkweisen der Algebraischen Zahlentheorie,
- erkennen die Bedeutung der abstrakten Begriffsbildungen für konkrete Fragestellungen,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Algebraischen Zahlentheorie zu schreiben.

Inhalt

- Algebraische Zahlkörper: Ganzheitsringe, Minkowskitheorie, Klassengruppe und Dirichletscher Einheitensatz
- Erweiterung von Zahlkörpern: Verzweigungstheorie, Galoistheoretische Fragestellungen
- Lokale Körper: Satz von Ostrowski, Bewertungstheorie, Lemma von Hensel, Erweiterungen lokaler Körper

Modul: Algebraische Geometrie [MATHMMAG10]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG10	Algebraische Geometrie	4/2	W/S	8	F. Herrlich, S. Kühnlein, G. Weitze-Schmithüsen

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Einführung in Algebra und Zahlentheorie
Algebra

Lernziele
Absolventen und Absolventinnen können

- grundlegende Konzepte der Theorie der algebraischen Varietäten nennen und erörtern,
- Hilfsmittel aus der Algebra, insbesondere der Theorie der Polynomringe, auf geometrische Fragestellungen anwenden,
- wichtige Resultate der klassischen algebraischen Geometrie erläutern und auf Beispiele anwenden,
- und sind darauf vorbereitet, Forschungsarbeiten aus der algebraischen Geometrie zu lesen und eine Abschlussarbeit in diesem Bereich zu schreiben.

Inhalt

- Hilbertscher Nullstellensatz
- affine und projektive Varietäten
- Morphismen und rationale Abbildungen
- nichtsinguläre Varietäten
- algebraische Kurven
- Satz von Riemann-Roch

Modul: Geometrie der Schemata [MATHMMAG11]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG11	Geometrie der Schemata	4/2	W/S	8	F. Herrlich, S. Kühnlein, G. Weitze-Schmithüsen

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Algebra
Algebraische Geometrie

Lernziele
Absolventen und Absolventinnen können

- das Konzept der algebraischen Schemata erläutern und in Zusammenhang mit algebraischen Varietäten bringen,
- grundlegende Eigenschaften von Schemata nennen und erörtern,
- mit Garben auf Schemata umgehen und Eigenschaften von Garben untersuchen,
- und sind grundsätzlich in der Lage, Forschungsarbeiten zur algebraischen Geometrie zu lesen und eine Abschlussarbeit in diesem Bereich anzufertigen.

Inhalt

- Garben von Moduln
- affine Schemata
- Varietäten und Schemata
- Morphismen zwischen Schemata
- kohärente und quasikohärente Garben
- Kohomologie von Garben

Modul: Geometrische Gruppentheorie [MATHMMAG12]

Koordination: G. Weitze-Schmithüsen
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG12	Geometrische Gruppentheorie	4/2	S	8	F. Herrlich, E. Leuzinger, R. Sauer, G. Weitze-Schmithüsen

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Einführung in Geometrie und Topologie“ werden benötigt. Das Modul „Einführung in Algebra und Zahlentheorie“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen

- erkennen Wechselwirkungen zwischen Geometrie und Gruppentheorie,
- verstehen grundlegende Strukturen und Techniken der Geometrischen Gruppentheorie und können diese nennen, diskutieren und anwenden,
- kennen und verstehen Konzepte und Resultate aus der Grobgeometrie,
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Geometrischen Gruppentheorie zu lesen.

Inhalt

- Endlich erzeugte Gruppen und Gruppenpräsentationen
- Cayley-Graphen und Gruppenaktionen
- Quasi-Isometrien von metrischen Räumen, quasi-isometrische Invarianten und der Satz von Schwarz-Milnor
- Beispielklassen für Gruppen, z.B. hyperbolische Gruppen, Fuchssche Gruppen, amenable Gruppen, Zopfgruppen, Thompson-Gruppe

Modul: Modulräume von Kurven [MATHMMAG18]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:

- Algebra
- Algebraische Geometrie
- Geometrie der Schemata

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Klassifikationsprobleme der algebraischen Geometrie mithilfe des Konzepts der von algebraischen Parametern abhängigen Familie beschreiben,
- Eigenschaften von Modulräumen und Ansätze zu ihrer Konstruktion erläutern,
- und sind in der Lage, Forschungsarbeiten über Modulräume von Kurven zu lesen, und darauf vorbereitet, eine Abschlussarbeit in diesem Bereich anzufertigen

Inhalt

- Klassifikation elliptischer Kurven
- Modulräume ebener Kurven
- grobe und feine Modulräume
- kanonische Einbettung von Kurven
- Hilbert-Schema
- Anfänge der Geometrischen Invariantentheorie

Modul: Integralgeometrie [MATHMMAG20]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG20	Integralgeometrie	4/2	W/S	8	D. Hug

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Konvexe Geometrie

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,
- könnnen selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

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

Modul: Klassenkörpertheorie [MATHAG21]

Koordination: C. Schmidt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
Klassenkörpertheorie	Klassenkörpertheorie	4+2		8	C. Schmidt

Erfolgskontrolle
schriftliche oder mündliche Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Algebraische Zahlentheorie

Lernziele
Vertieftes Studium zahlentheoretischer Strukturen

Inhalt
Adele und Idele,
Klassifikation der Galoiserweiterungen mit abelscher Galoisgruppe,
Reziprozitätsgesetz

Modul: Arithmetik Elliptischer Kurven [MATHAG22]

Koordination: C. Schmidt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
ArellKurv	Arithmetik Elliptischer Kurven	4+2		8	C. Schmidt

Erfolgskontrolle
schriftliche oder mündliche Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):

Algebraische Zahlentheorie

Lernziele
Vertieftes Studium in arithmetischer Geometrie

Inhalt
Algebraische Kurven,
Elliptische Kurven über endlichen Körpern, lokalen Körpern und globalen Körpern,
Mordell-Weil-Gruppe

Modul: Modulformen [MATHAG23]

Koordination: C. Schmidt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
Modulformen	Modulformen	4/2		8	F. Januszewski , S. Kühnlein, C. Schmidt

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „ Einführung in Algebra und Zahlentheorie“ und „Funktionentheorie“ werden vorausgesetzt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen
- verstehen grundlegende Fragestellungen aus der Theorie der Modulformen,
- erkennen die Relevanz analytischer Resultate für arithmetische Probleme,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Modulformen zu schreiben.

Inhalt

- Modulgruppe: Obere Halbebene und Möbiustransformationen, Fundamentalbereiche, Eisensteinreihen, Modulformen, Dimensionsformel
- Kongruenzuntergruppen: Petersson-Skalarprodukt, Hecke-Operatoren, Atkin-Lehner-Theorie der Neuformen
- L-Reihen: Mellintransformation, Funktionalgleichung, Eulerprodukt der L-Reihe von Hecke-Eigenformen

Modul: Geometrische Gruppentheorie II [MATHAG24]

Koordination: G. Weitze-Schmithüsen
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
GGTIIVorl	Geometrische Gruppentheorie II	4+2		8	F. Herrlich, E. Leuzinger, R. Sauer, G. Weitze-Schmithüsen

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Geometrische Gruppentheorie

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen

- sind mit zentralen Objekten und Konstruktionen der Geometrischen Gruppentheorie vertraut,
- kennen einige typische Klassen diskreter Gruppen und können Resultate der Geometrischen Gruppentheorie darauf anwenden,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Geometrischen Gruppentheorie zu schreiben.

Inhalt
Ausgewählte Themen der Geometrischen Gruppentheorie, z.B.:

- Gromov-hyperbolische Räume
- diskrete Untergruppen von Lie-Gruppen
- arithmetische Gruppen, Abbildungsklassengruppen
- Automorphismengruppen von freien Gruppen, Veechgruppen

Modul: Graphentheorie [MATHAG26]

Koordination: M. Axenovich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
GraphTH	Graphentheorie	4+2	W/S	8	M. Axenovich

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Lineare Algebra 1+2, Analysis 1+2

Lernziele
Die Lernziele umfassen: Verständnis struktureller und algorithmischer Eigenschaften von Graphen, Kenntnisse über Färbung von Graphen, unvermeidliche Strukturen in Graphen, probabilistische Methoden, Eigenschaften großer Graphen

Inhalt
Der Kurs über Graphentheorie spannt den Bogen von den grundlegenden Grapheneigenschaften, die auf Euler zurückgehen, bis hin zu modernen Resultaten und Techniken in der extremalen Graphentheorie. Insbesondere werden die folgenden Themen behandelt: Struktur von Bäumen, Pfade, Zykel, Wege in Graphen, unvermeidliche Teilgraphen in dichten Graphen, planare Graphen, Graphenfärbung, Ramsey-Theorie, Regularität in Graphen.

Modul: Globale Differentialgeometrie [MATHAG27]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG27	Globale Differentialgeometrie	4/2	W/S	8	S. Grensing , W. Tuschmann

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Empfehlenswert sind Vorkenntnisse im Rahmen der Vorlesungen „Einführung in Geometrie und Topologie“ und „Differentialgeometrie“.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen

- haben ein tieferes Verständnis exemplarischer Konzepte und Methoden der Globalen Differentialgeometrie und Riemannschen Geometrie erworben,
- sind auf eigenständige Forschung und weiterführende Seminare im Gebiet der Differentialgeometrie vorbereitet.

Inhalt
• Existenz- und Hindernissätze für Metriken mit besonderen Eigenschaften
• Geometrische Endlichkeits- und Klassifikationsresultate
• Geometrische Limiten
• Gromov-Hausdorff- und Lipschitz-Konvergenz Riemanscher Mannigfaltigkeiten

Modul: Kombinatorik in der Ebene [MATHAG28]

Koordination: M. Axenovich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
7	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG28	Kombinatorik in der Ebene	3/2	W/S	7	M. Axenovich, T. Ueckerdt

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Lernziele
Kennenlernen einiger grundlegender Konzepte der kombinatorischen Geometrie wie ebene Punktmengen, Ueberschneidungsmuster, partielle Ordnungen und geometrische Arrangements.
Erlernen von Fertigkeiten zum Umgang mit Faerbungsproblemen, Darstellungsfragen, Zaehlproblemen und Online-Problemen.

Inhalt
Diese Vorlesung ist eine Einfuehrung in eine Vielzahl von Standard- und Nichtstandard-Konzepten der ebenen Kombinatorik. Dies beinhaltet unter anderem ebene Punktmengen, Ueberschneidungsmuster, partielle Ordnungen und geometrische Arrangements.
Alle Konzepte werden problemorientiert vorgestellt, werden also mit typischen Fragestellungen aus diesem Gebiet motiviert. Dies sind zum Beispiel Faerbungsprobleme, extremale Fragen, strukturelle Fragen oder Darstellbarkeitsprobleme.

Modul: Funktionalanalysis [MATHMMAN05]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
01048	Funktionalanalysis	4/2	W	8	G. Herzog, D. Hundertmark, T. Lamm, M. Plum, W. Reichel, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3

Lernziele
Die Studierenden können im Rahmen der metrischen Räume topologische Grundbegriffe wie Kompaktheit erläutern und in Beispielen anwenden. Sie können das Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, den Banachschen Homomorphisatz und den Satz von Hahn-Banach wiedergeben und aus ihnen Folgerungen ableiten. Die Theorie dualer Banachräume, (insbesondere schwache Konvergenz, Reflexivität und Banach-Alaoglu) können sie beschreiben und in Beispielen diskutieren. Sie können die Theorie der Fouriertransformation und insbesondere den Satz von Plancherel erläutern und sind in der Lage die L^2 Theorie der Sobolevräume wiederzugeben, und mit diesen Methoden partielle Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten zu lösen.

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

Modul: Integralgleichungen [MATHMMAN07]

Koordination: F. Hettlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3

Lernziele
Die Studierenden können Integralgleichungen klassifizieren und hinsichtlich Existenz und Eindeutigkeit mittels Methoden der Störungstheorie und der Fredholmtheorie untersuchen. Beweisideen der Herleitung der Fredholmtheorie sowie der Störungstheorie insbesondere bei Faltungsintegralgleichungen können sie beschreiben und erläutern. Darüberhinaus können die Studierenden klassische Randwertprobleme zu gewöhnlichen linearen Differentialgleichungen und zur Potentialtheorie durch Integralgleichungen formulieren und analysieren.

Inhalt

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

Modul: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen [MATHMMAN08]

Koordination: M. Plum
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
KMPD	Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen	4/2	W	8	D. Hundertmark, T. Lamm, M. Plum, W. Reichel, J. Rottmann-Matthes, R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1+2+3
Lineare Algebra 1+2
Differentialgleichungen und Hilberträume

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen sind am Ende des Moduls mit grundlegenden Konzepten und Denkweisen auf dem Gebiet der partiellen Differentialgleichungen vertraut. Sie sind in der Lage, explizite Lösungen für gewisse Klassen partieller Differentialgleichungen zu berechnen und kennen Methoden zum Nachweis von qualitativen Eigenschaften von Lösungen.

Inhalt
- Beispiele partieller Differentialgleichungen
- Wellengleichung
- Laplace- und Poisson-Gleichung
- Wärmeleitungsgleichung
- Klassische Lösungsmethoden

Modul: Rand- und Eigenwertprobleme [MATHMMAN09]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
RUEP	Rand- und Eigenwertprobleme	4/2	S	8	D. Hundertmark, T. Lamm, M. Plum, W. Reichel, J. Rottmann-Matthes, R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3
Differentialgleichungen und Hilberträume

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von Rand- und Eigenwertproblemen innerhalb der Mathematik und/oder Physik beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- qualitative Eigenschaften von Lösungen beschreiben,
- mit Hilfe funktionalanalytischer Methoden die Existenz von Lösungen von Randwertproblemen beweisen,
- Aussagen über Existenz von Eigenwerten, Eigenfunktionen von elliptischen Differentialoperatoren treffen sowie deren Eigenschaften beschreiben.

Inhalt

- Beispiele von Rand- und Eigenwertproblemen
- Maximumprinzipien für Gleichungen 2. Ordnung
- Funktionenräume, z.B. Sobolev-Räume
- Schwache Formulierung linearer elliptischer Gleichungen 2. Ordnung
- Existenz- und Regularitätstheorie elliptischer Gleichungen
- Eigenwerttheorie für schwach formulierte elliptische Eigenwertprobleme

Modul: Spektraltheorie [MATHMMAN10]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3
Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

Lernziele
Die Studenten kennen das Spektrum und die Resolventenfunktion von abgeschlossenen Operatoren auf Banachräumen sowie deren grundlegende Eigenschaften und können diese an einfachen Beispielen erläutern. Sie können die speziellen Spektraleigenschaften kompakter Operatoren sowie die Fredholm'sche Alternative begründen. Sie können mit Hilfe des Funktionalkalküls von Dunford und dem Spektralkalkül für selbstadjungierte Operatoren algebraische Identitäten und Normabschätzungen für Operatoren herleiten. Dies gilt insbesondere für Spektralprojektionen und Spektralabbildungssätze. Sie sind in der Lage diese allgemeine Theorie auf Integral- und Differentialoperatoren anzuwenden und erkennen die Bedeutung der spektraltheoretischen Methoden in der Analysis.

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

Modul: Computerunterstützte analytische Methoden für Rand- und Eigenwertprobleme [MATHMMAN11]

Koordination: M. Plum
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1+2+3
Lineare Algebra 1+2
Differentialgleichungen und Hilberträume
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme
Funktionalanalysis

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen kennen am Ende des Moduls die Grundlagen computerunterstützter analytischer Methoden zum Nachweis der Existenz und zur Einschließung von Lösungen von Rand- und Eigenwertproblemen, sowie die Bedeutung solcher Methoden als 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

Modul: Evolutionsgleichungen [MATHMMAN12]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Funktionalanalysis

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden können die Grundlagen der Theorie stark stetiger Operatorhalbgruppen und ihrer Erzeuger und insbesondere die Theoreme zur Erzeugung und Wohlgestelltheit erläutern und auf Beispiele anwenden. Sie sind ferner in der Lage analytische Halbgruppen zu konstruieren und ihre Erzeuger zu charakterisieren. Mit Hilfe dieser Resultate und von Störungssätzen können sie partielle Differentialgleichungen lösen. Sie beherrschen die Lösungstheorie inhomogener Cauchyprobleme und können damit semilineare Gleichungen behandeln. Sie können die Grundzüge der Stabilitäts- und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen beschreiben und an Beispielen diskutieren.

Inhalt
stark stetige Operatorhalbgruppen und ihre Erzeuger,
Erzeugungssätze und Wohlgestelltheit,
analytische Halbgruppen,
inhomogene und semilineare Cauchyprobleme,
Störungstheorie,
Einführung in Stabilitäts- und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen,
Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen

Modul: Spieltheorie [MATHMMAN13]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von spieltheoretischen Modellen beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- die Grundlagen der Theorie nicht-kooperativer Spiele reproduzieren und den Begriff des Gleichgewichts erläutern
- Aussagen über Existenz von Gleichgewichten formulieren,
- Gleichgewichte anhand von Beispielen bestimmen.

Inhalt

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

Modul: Fourieranalysis [MATHMMAN14]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

Lernziele
Die Studenten kennen die Darstellung von (quadrat-)integrierbaren Funktionen durch Fourierreihen, die Konvergenztheorie dieser Reihen sowie den Zusammenhang zwischen Glattheit der Funktion und dem Abfall der Fourierkoeffizienten und können dies an einfachen Beispielen demonstrieren. Eigenschaften der Fouriertransformation beherrschen sie im Rahmen der Lebesgueräume und der Distributionen. Anhand expliziter Lösungen für die Wärmeleitungs-, die Wellen- und die Schrödingergleichung erkennen sie die Bedeutung der Fourieranalysis für die angewandte Mathematik. Sie beherrschen die grundlegenden Beschränktheitsaussagen für singuläre Integrale, z.B. für die Hilberttransformation. Dabei erkennen sie die Bedeutung und Anwendbarkeit von Interpolationsmethoden und Fouriermultiplikatorensätzen.

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 R^n
- Hilbert Transformation
- Der Interpolationssatz von Marcinkiewicz
- Singuläre Integraloperatoren
- Der Fourier Multiplikatorensatz von Mihlin

Modul: Funktionen- und Distributionenräume [MATHMMAN15]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

Lernziele
Die Studenten erkennen die Bedeutung der distributionellen Formulierung von Differentialgleichungen und können diese anhand von konkreten Beispielen erläutern. Dazu beherrschen sie den theoretischen Rahmen sowie das Rechnen mit Distributionen. Sie können Sobolev-Räume und schwache Ableitungen sowie den Rieszschen Darstellungssatz für den Dualraum stetiger Funktionen beschreiben und in diesen Rahmen einordnen.

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

Modul: Funktionentheorie II [MATHMMAN16]

Koordination: C. Schmoeger
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionentheorie

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können die Gründzüge der unten genannten Inhalte nennen, erörtern und anwenden.

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

Modul: Modelle der mathematischen Physik [MATHMMAN17]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1-3

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Modellierung grundlegender physikalischer Effekte nachvollziehen,
- die wichtigsten mathematischen Eigenschaften dieser Differentialgleichungsmodelle erfassen,
- exemplarisch Lösungen berechnen,
- aus den beweisbaren Eigenschaften der Differentialgleichungen bzw. der Lösungen Schlußfolgerungen hinsichtlich der Modelle ziehen.

Inhalt

- Reaktions-Diffusionsmodelle
- Wellenphänomene
- Maxwellgleichungen und Elektrodynamik
- Schrödingergleichung und Quantenmechanik
- Navier-Stokes-Gleichung und Flüssigkeitsdynamik
- Elastizität
- Oberflächenspannung

Modul: Kontrolltheorie [MATHMMAN18]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3

Lernziele
Die Studierenden können die zentralen Konzepte der Behandlung kontrollierter linearer Differentialgleichungssysteme (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit) und die zugehörigen Charakterisierungen erläutern und in Beispiele anwenden. Sie sind in der Lage die Grundzüge der Theorie der Transferfunktionen und der Realisierungstheorie beschreiben. Die Lösung des quadratischen optimalen Kontrollproblems können sie diskutieren und auf die Feedback Synthese anwenden. Sie können die Grundbegriffe der nichtlinearen Kontrolltheorie beschreiben.

Inhalt
Kontrollierte lineare Differentialgleichungssysteme: Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit,
Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit,
Transferfunktionen,
Realisierungstheorie,
Quadratische optimale Kontrolle, Feedback-Synthese
Einführung in die nichtlineare Kontrolltheorie

Modul: Nichtlineare Evolutionsgleichungen [MATHMMAN19]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Evolutionsgleichungen
Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden können die Theorie semilinearer Evolutionsgleichungen erläutern und auf nichtlineare partielle Wellengleichungen anwenden. Sie sind in der Lage die lokale Wohlgestelltheit quasilinearer parabolischer Gleichungen zu zeigen. Sie können das Langzeitverhalten mit Hilfe von Lyapunovfuntionen und dem Prinzip der linearisierten Stabilität untersuchen. Aufbauend auf die Strichartzabschätzungen können sie die Wohlgestelltheit und das Langzeitverhalten der nichtlinearen Schrödingergleichung behandeln.

Inhalt
semilineare Gleichungen,
quasilineare parabolische Gleichungen,
Lyapunovfunktionen, linearisierte Stabilität
nichtlineare Wellen- und Schrödingergleichungen
Strichartzungleichung

Modul: Potentialtheorie [MATHMMAN20]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Klausur oder mündliche Prüfung, Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die Begriffe der Potentialtheorie in der Theorie und an Beispielen zu erlaeutern und die Hauptsaetze anhand von Beweisskizzen zu verdeutlichen.

Inhalt
Eigenschaften harmonischer Funktionen, Existenz und Eindeutigkeit der Randwertaufgaben für die Laplace- und Poissongleichung, Greensche Funktion für die Kugel, Kugelflächenfunktionen, Flächenpotentiale, räumliche Potentiale

Modul: Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen [MATHMMAN21]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Funktionalanalysis
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von nichtlinearen Randwertproblemen in Bezug auf ihre Anwendungen in den Natur- und Ingenieurswissenschaften beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- qualitative Eigenschaften von Lösungen beschreiben,
- mit Hilfe funktionalanalytischer Methoden die Existenz von Lösungen beweisen,
- nichtlineare Phänomene (z.B. Verzweigung, Vielfachheit von Lösungen) erkennen, analysieren und anhand von prototypischen Beispiele illustrieren.

Inhalt

- Methode der Ober- und Unterlösungen
- Existenz mittels Fixpunktmethoden
- Qualitative Eigenschaften
- Variationelle Methoden und/oder Verzweigungstheorie

Modul: Spektraltheorie von Differentialoperatoren [MATHMMAN22]

Koordination: M. Plum
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1+2+3
Lineare Algebra 1+2
Differentialgleichungen und Hilberträume
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme
Funktionalanalysis

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen kennen am Ende des Moduls die Bedeutung von spektralen Problemen und können mit spektralen Grundbegriffen umgehen. Sie 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.

Modul: Stabilitäts- und Kontrolltheorie für Evolutionsgleichungen [MATHMMAN23]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionalanalysis
Evolutionsgleichungen
Spektraltheorie

Lernziele
Die Studierenden können die Stabilitäts- und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen beschreiben und die Kriterien für Stabilität und Dichotomie auf partielle Differentialgleichungen anwenden. Im Kontext semilinearer Evolutionsgleichungen beherrschen sie das Prinzip der linearisierten Stabilität. Die Studierenden sind in der Lage die zentralen Konzepte der Behandlung kontrollierter linearer Evolutionsgleichungen (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit) und die zugehörigen Charakterisierungen zu erläutern und in Beispielen anzuwenden. Sie können die Rolle der Transferfunktionen beschreiben.

Inhalt
Stabilitätsbegriffe, Dichotomien, Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen,
Kriterien für Stabilität und Dichotomie,
linearisierte Stabilität,
Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit, Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit für Operatorhalbgruppen,
Transferfunktionen
Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen.

Modul: Stochastische Differentialgleichungen [MATHMMAN24]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume

Lernziele
Die Studenten beherrschen die stochastischen Methoden, die den stochastischen Differentialgleichungen zu Grunde liegen, z.B. die Brownsche Bewegung, Martingale und Martingalgleichungen. Sie kennen die Konstruktion stochastischer Integrale und sie können die Itô-Formel formulieren und auf konkrete Beispiele anwenden. Sie können stochastische Differentialgleichungen auf Existenz, Eindeutigkeit und Stabilität untersuchen und erkennen dabei das Zusammenspiel analytischer und stochastischer Methoden. Sie sind in der Lage, die allgemeine Theorie auf konkrete Gleichungen aus den Naturwissenschaften und den Wirtschaftswissenschaften anzuwenden.

Inhalt

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

Modul: Variationsrechnung [MATHMMAN25]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Funktionalanalysis
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung von Variationsproblemen in Bezug auf ihre Anwendungen in den Natur- bzw. Ingenieurswissenschaften oder der Geometrie beurteilen und an Hand von Beispielen illustrieren,
- eigenständig variationelle Probleme formulieren,
- die spezifischen Schwierigkeiten innerhalb der Variationsrechnung erkennen,
- konkrete, prototypische Probleme analysieren und lösen,
- Techniken einsetzen, um die Existenz von Lösungen gewisser Klassen variationeller Probleme zu beweisen, und 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

Modul: Streutheorie [MATHMMAN26]

Koordination: F. Hettlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Funktionalanalysis oder lineare Integralgleichungen

Lernziele
Die Studierenden können grundlegende Eigenschaften von Lösungen der Helmholtzgleichung in Innen- und Aussengebieten beweisen und anwenden. Sie beherrschen die Darstellungssätze zu solchen Funktionen. Sie können die Existenztheorie zugehöriger Randwertprobleme mittels Integralgleichungen und/oder Variationsformulierungen inklusive der entsprechenden Beweise erläutern. Darüberhinaus können die Studierenden Abhängigkeiten des gestreuten Feldes vom Streuobjekt und der Wellenzahl sowie den Zusammenhang zum Fernfeld zeigen und anwenden.

Inhalt
- Helmholtzgleichung und elementare Lösungen
- Greensche Dartsellungssätze
- Existenz und Eindeutigkeit bei Streuproblemen
- Ausstrahlungsbedingung und Fernfeld

Modul: Inverse Streutheorie [MATHMMAN27]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Klausur oder mündliche Prüfung, Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die Begriffe der inversen Streutheorie in der Theorie und an Beispielen zu erläutern, die Hauptsätze anhand von Beweisskizzen zu verdeutlichen und die Unterschiede in den Fragestellungen und Problematiken zur direkten Streutheorie aufzuzeigen.

Inhalt
Direkte Streuprobleme, Eindeutigkeit des inversen Problems, Faktorisierungsmethode, Iterative Verfahren

Modul: Maxwellgleichungen [MATHMMAN28]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Klausur oder mündliche Prüfung, Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die Fragestellungen aus der Theorie der Maxwellgleichungen an Beispielen zu erläutern, die Hauptsätze anhand von Beweisskizzen zu verdeutlichen und den Zusammenhang mit einfacheren Differentialgleichungen (z. B. der Helmholtzgleichung) zu erkennen.

Inhalt
Spezielle Beispiele von Lösungen der Maxwellgleichungen, Eigenschaften der Lösungen (z. B. Darstellungssätze), Spezialfälle (E-Mode, H-Mode), Randwertaufgaben

Modul: Nichtlineare Funktionalanalysis [MATHAN29]

Koordination: G. Herzog
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
NichtlinFA	Nichtlineare Funktionalanalysis	2		3	G. Herzog

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2, Analysis 1-3

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der Nichtlinearen Funktionalanalysis nennen, erörtern und anwenden,
- die Konstruktion des Abbildungsgrades erläutern,
- spezifische Techniken der Abbildungsgradtheorie auf nichtlineare Probleme anwenden.

Inhalt

- Der Brouwersche Abbildungsgrad und seine Anwendungen
- Der Leray-Schaudersche Abbildungsgrad und seine Anwendungen
- Nichtkompaktheitsmaße und ihre Anwendungen

Modul: Asymptotik von Evolutionsgleichungen [MATHAN30]

Koordination: R. Schnaubelt, L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
AsEvolGl	Asymptotik von Evolutionsgleichungen	2		3	R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Evolutionsgleichungen, Funktionalanalysis, Spektraltheorie

Lernziele
Die Studierenden können die Stabilitäts- und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen beschreiben und die Kriterien für Stabilität auf partielle Differentialgleichungen anwenden. Im Kontext semilinearer Evolutionsgleichungen beherrschen sie das Prinzip der linearisierten Stabilität und die Methode der Lyapunovfunktionen.

Inhalt
Stabilitätsbegriffe und Spektraltheorie von Operatorhalbgruppen,
Kriterien für Stabilität linearer Evolutionsgleichungen,
linearisierte Stabilität und Lyapunovfunktionen für die Stabilität semilinearer Evolutionsgleichungen.
Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen.

Modul: Monotoniemethoden in der Analysis [MATHAN31]

Koordination: G. Herzog
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
01577	Monotoniemethoden in der Analysis	2	W/S	3	G. Herzog

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2, Analysis 1-3
Das Modul Funktionalanalysis ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der ordnungstheoretischen Methoden der Analysis nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische ordnungstheoretische Techniken auf Fixpunktprobleme und Differentialgleichungen anwenden.

Inhalt
1.) Fixpunktsätze in geordneten Mengen und geordneten metrischen Räumen.
2.) Geordnete Banachräume.
3.) Quasimonotonie.
4.) Differentialgleichungen und Differentialungleichungen in geordneten Banachräumen.

Modul: Banachalgebren [MATHAN32]

Koordination: G. Herzog
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN32	Banachalgebren	2	W/S	3	G. Herzog, C. Schmoeger

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionentheorie 1

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Aussagen der Theorie der Banachalgebren nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische Techniken der Idealtheorie, der Spektraltheorie und des Funktionalkalküls in Banachalgebren gebrauchen.

Inhalt
1.)Banach- und Operatoralgebren.
2.)Multiplikative lineare Funktionale.
3.)Spektrum und Resolvente.
4.)Kommutative Banachalgebren.
5.)Corona Theorem.
6.)Funktionalkalkül in Banachalgebren.
7.)B*-Algebren.

Modul: Spezielle Funktionen und Anwendungen in der Potentialtheorie [MATHAN33]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN33	Spezielle Funktionen und Anwendungen in der Potentialtheorie	2/1	W/S	4	A. Kirsch

Erfolgskontrolle
Mündliche Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundvorlesungen Mathematik (Analysis I-III, LA I, II) oder HM I-III

Lernziele
Die Studierenden sollen die grundlegenden Eigenschaften einiger spezieller Funktionen reproduzieren und in der Potentialtheorie anwenden können. Sie sollen in die Lage versetzt werden, zusätzliche Eigenschaften der in der Vorlesung behandelter spezieller Funktionen herzuleiten, in der Potentialtheorie anzuwenden und die Techniken auf verwandte, nicht in der Vorlesung behandelter, Funktionen zu übertragen.

Inhalt
Gammafunktion, orthogonale Polynome, Kugelfunktionen, Eigenschaften harmonischer Funktionen (z.B. Integralformeln, Maximumprinzip), Randwertaufgaben

Modul: Analysis auf Mannigfaltigkeiten [MATHAN34]

Koordination: T. Lamm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN34	Analysis auf Mannigfaltigkeiten	2/1	S	4	G. Herzog, D. Hundertmark, T. Lamm, M. Plum, W. Reichel, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Note: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1-3

Lernziele
Die Studierenden sind mit den Begriffen und Methoden der Analysis auf Mannigfaltigkeiten vertraut.

Inhalt
Mannigfaltigkeiten
Differentialformen
Integration auf Mannigfaltigkeiten
Integralsaetze von Gauss und Stokes
Anwendungen

Modul: Methoden der Fourieranalysis [MATHAN35]

Koordination: P. Kunstmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN35	Methoden der Fourieranalysis	2/1	W/S	4	P. Kunstmann, R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Schriftliche oder mündliche Prüung, Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt sein: Funktionalanalysis oder Differentialgleichungen und Hilberträume.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können:

- Rechenregeln der Fouriertransformation von Funktionen und Distributionen aufzählen, ihre Beweise reproduzieren und sie in Beispielen anwenden,
- Eigenschaften von Fouriertransformierten benennen und erläutern,
- zentrale Sätze über translationsinvariante Operatoren und Fouriermultiplikatoren nennen und ihre Beweise erläutern,
- singuläre Integraloperatoren erkennen und Methoden zu ihrer Behandlung verdeutlichen,
- die Fouriertransformation zur Lösung einfacher Differentialgleichungen verwenden.

Inhalt
Fouriertransformation von Funktionen und temperierten Distrtibutionen
• Translationsinvariante Operatoren
• Hilberttransformation
• Singuläre Integraloperatoren
• Fouriermultiplikatorsatz von Mihlin

Modul: Geometrische Analysis [MATHAN36]

Koordination: T. Lamm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN36	Geometrische Analysis	4/2	W/S	8	T. Lamm

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Einfuehrung in die Geometrie und Topologie, Klassische Methoden partieller Differentialgleichungen

Lernziele
Die Studierenden koennen

- grundlegende Techniken der geometrischen Analysis anwenden
- Zusammenhaenge zwischen der Differentialgeometrie und den partiellen Differentialgleichungen erkennen.

Inhalt
Geometrische Evolutionsgleichungen
Geometrische Variationsprobleme
Minimalflaechen

Modul: Sobolevräume [MATHAN37]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN37	Sobolevräume	2/1	W/S	4	A. Kirsch

Erfolgskontrolle
Klausur oder mündliche Prüfung, Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Basisvorlesungen der Mathematik oder HM I-III

Lernziele
Die Studierenden sollen die Bedeutung der Sobolevräume in der Theorie partieller Differentialgleichungen kennen und die Beweisideen ihrer grundlegenden Eigenschaften nachvollziehen können.

Inhalt
Definition der Sobolevräume für skalare und vektorwertige Funktionen für Lipschitzgebiete, Fortsetzungs- und Spursätze, kompakte Einbettungen, Helmholtzzerlegung, einfache Randwertprobleme

Modul: Wandernde Wellen [MATHAN38]

Koordination: J. Rottmann-Matthes
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
6	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN38	Wandernde Wellen	3/1	W/S	6	J. Rottmann-Matthes

Erfolgskontrolle
Mündliche Prüfung am Ende des Semester. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Zu einem besseren Verständnis ist Vorwissen aus den folgenden Vorlesungen hilfreich, aber nicht erforderlich: Differentialgleichungen und Hilberträume, Funktionalanalysis, Spektraltheorie, Dynamische Systeme, Numerische Methoden für Differentialgleichungen

Lernziele
Die Studierenden kennen die grundlegenden, aktuellen analytische und numerische Methoden zur Untersuchung wandernder Wellen. Sie sollen in der Lage sein, diese auf ähnliche Problemstellungen anzuwenden.

Inhalt

- Beispiele für partielle Differentialgleichungen mit wandernden Wellen Lösungen
- Stabilitätsanalyse wandernder Wellen
- Analyse der spektralen Stabilität, unter anderem Evansfunktionstechniken
- Lineare Stabilität
- Nichtlineare Stabilität
- Techniken zur Approximation und numerischen Untersuchung

Modul: Distributionentheorie [MATHAN39]

Koordination: A. Müller-Rettkowski
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN39	Distributionentheorie	4/2	W/S	8	D. Hundertmark, A. Müller-Rettkowski

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Inhalt von Analysis I-III

Lernziele
Erwerb der Fähigkeit, die Techniken und Ergebnisse im Bereich der Partiellen Differentialgleichungen anzuwenden.

Inhalt

- Motivierende Beispiele: Randwertproblem bei GDGl 2. Ordnung, Wärmeleitungsgleichung
- Zusammenstellung von aus der Analysis benötigten Ergebnissen: Funktionenräume, Testfunktionen, Zerlegung der Eins
- Distributionen: Definition, reguläre und nichtreguläre Distributionen, Rechnen mit Distributionen, Beispiele, Grundlösungen bei PDGln
- Distributionen mit kompaktem Träger
- Faltungen: Distribution-Funktion, Distribution-Distribution, Regularisierung
- Fouriertransformation: Temperierte Distributionen

Modul: Internetseminar für Evolutionsgleichungen [MATHANISEM]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHANISEM	Internetseminar für Evolutionsgleichungen	2	W	8	R. Schnaubelt

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Funktionanalysis.

Lernziele
Die Studenten können die Grundideen, Begriffe und Aussagen eines Teilbereichs der Theorie der Evolutionsgleichungen erläutern und an Beispielen anwenden. Sie können sich diese Thematik ausgehend von einem Skriptum erarbeiten und in einem Lektürekurs diskutieren.

Inhalt
Das Internetseminar behandelt jedes Jahr einen anderen Aspekt der Theorie der Evolutionsgleichungen. Die genaueThematik wird rechtzeitig bekannt gegeben.

Anmerkungen
Das Internetseminar hat jährlich wechselnde Hauptorganisatoren, die ein Manuskript mit Übungen verschicken und ein Webseite mit Diskussionsforen bereitstellen. In Karlsruhe wird im Wintersemester in einem zweistündigen Lektürekurs das Material besprochen, das etwa den Umfang einer vierstündigen Vorlesung mit Übung hat. Es besteht die Möglichkeit (außerhalb unserer Module) während des Sommersemesters an einem Projekt zu arbeiten und dies auf einem Abschlussworkshop im Juni vorzustellen.

Modul: Numerische Methoden für Differentialgleichungen [MATHMMNM03]

Koordination: W. Dörfler, T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
NMDG	Numerische Methoden für Differentialgleichungen	4/2	W	8	W. Dörfler, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Analysis 1+2“, „Lineare Algebra 1+2“, „Numerische Mathematik 1+2“ sowie „Programmieren: Einstieg in die Informatik und algorithmische Mathematik“ werden benötigt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen zur Behandlung von Differentialgleichungen nennen, erörtern und anwenden (insbesondere die Stabilität, Konvergenz und Komplexität der numerischen Verfahren)
- Konzepte der Modellierung mit Differentialgleichungen wiedergeben
- Differentialgleichungen numerisch lösen

Inhalt

- Numerische Methoden für Anfangswertaufgaben (Runge-Kutta Verfahren, Mehrschrittverfahren, Stabilität, steife Probleme)
- Numerische Methoden für Randwertaufgaben (Finite Differenzenverfahren für elliptische Gleichungen zweiter Ordnung)
- Numerische Methoden für Anfangsrandwertaufgaben (Finite Differenzenverfahren, Parabolische Gleichungen, Hyperbolische Gleichungen)

Modul: Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen [MATHMMNM05]

Koordination: W. Dörfler, T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
EWR	Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen	3/3	S	8	W. Dörfler, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung oder Praktikumsschein
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Analysis 1+2“, „Lineare Algebra 1+2“, „Numerische Mathematik 1+2“, „Numerische Methoden für Differentialgleichungen“sowie „Programmieren: Einstieg in die Informatik und algorithmische Mathematik“ werden benötigt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Verzahnung aller Aspekte des Wissenschaftlichen Rechnens an einfachen Beispielen entwickeln: von der Modellbildung über die algorithmische Umsetzung bis zur Stabilitäts- und Fehleranalyse.
- Konzepte der Modellierung mit Differentialgleichungen erklären
- Einfache Anwendungsbeispiele algorithmisch umsetzen, den Code evaluieren und die Ergebnisse darstellen und diskutieren.

Inhalt

- Numerische Methoden für Anfangswertaufgaben, Randwertaufgaben und Anfangsrandwertaufgaben (Finite Differenzen, Finite Elemente)
- Modellierung mit Differentialgleichungen
- Algorithmische Umsetzung von Anwendungsbeispielen
- Präsentation der Ergebnisse wissenschaftlicher Rechnungen

Anmerkungen
3 Stunden Vorlesung und 3 Stunden Praktikum

Modul: Inverse Probleme [MATHMMNM06]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
01052	Inverse Probleme	4/2	W	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch, A. Rieder

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Lineare Algebra 1+2
Analysis 1-3
Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden können gegebene Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestelltheit unterscheiden. Sie können die allgemeine Theorie zu schlecht gestellten linearen Problemen und deren Regularisierung in Hilberträumen zusammen mit den Beweisideen beschreiben. Darüberhinaus können die Studierenden Regularisierungsverfahren wie etwa die Tikhonovregularisierung analysieren und hinsichtlich ihrer Konvergenz beurteilen.

Inhalt
- Lineare Gleichungen 1. Art
- Schlecht gestelle Probleme
- Regularisierungstheorie
- Tikhonov Regularisierung bei linearen Gleichungen
- Iterative Regularisierungsverfahren
- Beispiele schlecht gestellter Probleme

Modul: Finite Elemente Methoden [MATHMMNM07]

Koordination: W. Dörfler, C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM07	Finite Elemente Methoden	4/2	W	8	W. Dörfler, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnisse in Numerischer Mathematik und der Analysis von Randwertproblemen werden benötigt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen der Behandlung elliptischer Randwertprobleme mit Finiten Elementen erklären (insbesondere die Stabilität, Konvergenz und Komplexität der Diskretisierungen)
- Konzepte der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen wiedergeben
- Einfache Randwertaufgaben mit Finiten Elementen numerisch lösen

Inhalt

- Theorie der Finiten Elemente für elliptische Randwertaufgaben zweiter Ordnung im IR$\hat{\{\}}$n
- Grundlegende Konzepte der Implementierung
- Elliptische Eigenwertprobleme
- Gemischte Methoden

Modul: Paralleles Rechnen [MATHMMNM08]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
5	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM08	Paralleles Rechnen	2/2	W/S	5	C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfungsvorleistung: wöchentliche Aufgaben im Praktikum
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung oder Praktikumschein
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Kenntnisse in einer höheren Programmiersprache (C++, Java, Fortran).Grundlagenkenntnissein der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen (Finite Differenzen oder Finite Elemente).

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen

- beherrschen die Grundlagen des parallelen Rechnens.
- haben einen Überblick zu wissenschaftlichem Rechnen auf parallelen Rechnern
- verfügen über theoretische und praktische Erfahrungen mit parallelen Programmiermodellen und parallelen Lösungsmethoden
- können einfache praktische Aufgaben eigenständig skalierbar implementieren

Inhalt

- Parallele Programmiermodelle
- Paralleles Lösen linearer Gleichungssysteme
- Parallele Finite Differenzen, Finite Elemente, Finite Volumen
- Methoden der Gebietszerlegung
- Matrix-Matrix und Matrix-Vektor-Operationen
- Konvergenz- und Leistungsanalyse
- Lastverteilung
- Anwendungen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften

Modul: Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen [MATHMMNM09]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM09	Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen	2/1	W/S	4	W. Dörfler, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- den Überblick zur Modellierung mit optimaler Kontrolle gewinnen
- erlangen Kenntnisse zum funktionalanalytischen Rahmen
- Lösungsverfahren auf elliptische und parabolische Kontrollprobleme anwenden

Inhalt

- Einleitung und Motivation
- Linear-quadratische elliptische Probleme
- Parabolische Probleme
- Steuerung semilinearer elliptischer Gleichungen
- semilineare parabolische Kontrollprobleme

Modul: Grundlagen der Kontinuumsmechanik [MATHMMNM11]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Optimierungstheorie

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Begriffe der Kontinuumsmechanik erklären
- Modelle der Kontinuumsmechanik unterscheiden und ihre Eigenschaften analysieren
- Methoden und Prinzipien der mathematischen Modellbildung für Festkörper und Strömungen anwenden

Inhalt

- Kinematische Grundlagen
- Bilanzgleichungen für statische Probleme, Cauchy-Theorem
- Elastische Materialien
- Hyperelastische Materialien
- Bilanzgleichungen für dynamische Probleme, Reynolds-Theorem
- Newtonsche Fluide
- Nicht-Newtonsche Fluide

Modul: Numerische Methoden in der Festkörpermechanik [MATHMMNM12]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Einmalig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Finite Elemente Methoden

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

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

Inhalt

- Finite Elemente für Lineare Elastizität
- Einführung in die Plastizität
- Nichtlineare Lösungsverfahren für inkrementelle Plastizität
- Einführung in die Theorie der Porösen Medien
- Dynamische Probleme in Festkörpern und porösen Medien

Modul: Numerische Methoden in der Elektrodynamik [MATHMMNM13]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
6	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM13	Numerische Methoden in der Elektrodynamik	3/1	W/S	6	W. Dörfler, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse in der Analysis von Randwertproblemen und der Finite Elemente Methode.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen

- können elektrostatische oder -dynamische Effekte mit mathematischen Modellen beschreiben,
- erkennen die grundlegenden Probleme der korrekten Approximation,
- können stabile Diskretisierungen der Maxwellgleichungen angeben.

Inhalt

- Die Maxwell Gleichungen, Modellierung
- Rand- und Übergangsbedingungen
- Analytische Hilfsmittel
- Das Quellenproblem
- Das Eigenwertproblem
- Finite Elemente für die Maxwell-Gleichungen
- Interpolationsabschätzungen

Modul: Wavelets [MATHMMNM14]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
Wave	Wavelets	4/2		8	A. Rieder

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Analysis 1+2“, „Lineare Algebra 1+2“ sowie „Analysis 3“ werden benötigt.
Das Modul „Funktionalanalysis“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die funktionalanalytischen Grundlagen der kontinuierlichen und diskreten Wavelet-Transformation nennen, erörtern und analysieren.
- die Wavelet-Transformation als Analysewerkzeug in der Signal- und Bildverarbeitung anwenden sowie die erzielten Ergebnisse bewerten.
- Designaspekte von Wavelet-Systemen erläutern.

Inhalt

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

Modul: Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik [MATHMMNM15]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul „Funktionalanalysis“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen lernen einige Methoden der medizinischen Bildgebung kennen und können die zugrunde liegenden mathematischen Aspekte erörtern und analysieren. Insbesondere die funktionalanalytischen Eigenschaften der Radon-Transformation können sie erläutern. Die darauf aufbauenden Rekonstruktionsalgorithmen können sie implementieren, die auftretenden Artefakte erklären und bewerten.Sie sind in der Lage, die gelernten Techniken auf verwandte Fragestellungen anzuwenden.

Inhalt

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

Modul: Mathematische Methoden in Signal- und Bildverarbeitung [MATHMMNM16]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul „Funktionalanalysis“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen lernen die wesentlichen mathematischen Werkzeuge der Signal- und Bildverarbeitung sowie deren Eigenschaften kennen. Sie sind in der Lage, diese Werkzeuge adäquat anzuwenden, die erhaltenen Resultate zu hinterfragen und zu beurteilen.

Inhalt

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

Modul: Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren [MATHMMNM17]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Einmalig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Finite Elemente Methoden

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

Modul: Numerische Methoden in der Finanzmathematik [MATHMMNM18]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM18	Numerische Methoden in der Finanzmathematik	4/2	W/S	8	T. Jahnke

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlegende Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“
Grundkenntnisse über numerische Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (Runge-Kutta-Verfahren, Ordnung, Stabilität usw.) sind hilfreich.

Lernziele
Im Mittelpunkt der Vorlesung steht die Bewertung von Optionen durch numerische Verfahren.Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, die dynamische Wertentwicklung von verschiedenen Optionstypen durch Binomialbäume, stochastische oder partielle Differentialgleichungen zu modellieren und die Unterschiede zwischen diesen Modellen bzw. ihre jeweiligen Vor- und Nachteile zu beurteilen. Insbesondere kennen sie die Annahmen, auf denen diese Modelle beruhen, und können dadurch deren Aussagekraft und Zuverlässigkeit kritisch hinterfragen. Absolventinnen und Absolventen kennen grundlegende numerische Verfahren zur Lösung von stochastischen bzw. partiellen Differentialgleichungen. Sie können diese Verfahren nicht nur implementieren und zur Bewertung von verschiedenen Optionen anwenden, sondern auch die Stabilität und Konvergenz der Verfahren analysieren und durch theoretische Resultate erklären.

Inhalt
Modellierung:

- Optionen, Arbitrage und andere Grundbegriffe
- Wiener-Prozess, Ito-Integral, Ito-Formel
- Black-Scholes-Gleichung und Black-Scholes-Formel

Numerische Verfahren:

- Binomialbaumverfahren
- Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen, Monte-Carlo-Methode, Quasi-Monte-Carlo-Methode
- Numerische Verfahren für stochastische Differentialgleichungen
- Finite-Differenzen-Verfahren für eindimensionale Black-Scholes-Gleichungen
- Asiatische Optionen, Upwind-Verfahren
- Bewertung von amerikanischen Optionen

Modul: Adaptive Finite Elemente Methoden [MATHMMNM19]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
6	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM19	Adaptive Finite Elemente Methoden	3/1	W/S	6	W. Dörfler

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnisse in Finite Element Methoden, in einer Programmiersprache und der Analysis von Randwertproblemen werden benötigt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- können die Notwendigkeit adaptiver Methoden darstellen
- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen der Behandlung elliptischer Randwertprobleme mit Adaptiven Finiten Elementen erklären
- Konzepte der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen wiedergeben
- Einfache Randwertaufgaben mit Adaptiven Finiten Elementen numerisch lösen

Inhalt

- Notwendigkeit adaptiver Methoden
- Residuenfehlerschätzer
- Aspekte der Implementierung
- Optimalität der adaptiven Methode
- Funktionalfehlerschätzer
- hpFinite Elemente

Modul: Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen [MATHMMNM20]

Koordination: M. Hochbruck
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM20	Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen	4/2	W/S	8	M. Hochbruck, T. Jahnke

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Methoden für Differentialgleichungen, Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen

Lernziele
Die Studierenden können numerische Verfahren für abstrakte Evolutionsgleichungen analysieren. Sie können aktuelle Forschungsergebnisse verstehen und beherrschen verschiedene Techniken zum Beweis von Stabilität und Fehlerabschätzungen impliziter und exponentieller Zeitintegrationsverfahren. Sie können dazu selbständig Übungsaufgaben lösen, Lösungen präsentieren und diskutieren.

Inhalt

- Runge-Kutta-Verfahren und Exponentielle Integratoren für lineare, semilineare und quasilineare Evolutionsgleichungen
- Zeitintegration für hochoszillatorische Probleme, z. B. exponentielle Integratoren, Magnus-Methoden, trigonometrische Integratoren

Modul: Numerische Optimierungsmethoden [MATHMMNM25]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM25	Numerische Optimierungsmethoden	4/2	W/S	8	W. Dörfler, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Optimierungstheorie

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- verschiedene numerische Verfahren für restringierte und unrestringierte Optimierungsprobleme beschreiben.
- Aussagen über lokale und globale Konvergenz erklären
- exemplarische Anwendungen skizzieren

Inhalt

- Allgemeine unrestringierte Minimierungsverfahren
- Newton-Verfahren
- Inexakte Newton-Verfahren
- Quasi-Newton-Verfahren
- Nichtlineare cg-Verfahren
- Trust-Region-Verfahren
- Innere-Punkte-Verfahren
- Penalty-Verfahren
- Aktive-Mengen Strategien
- SQP-Verfahren
- Nicht-glatte Optimierung

Modul: Numerische Methoden in der Finanzmathematik II [MATHNM26]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM26	Numerische Methoden in der Finanzmathematik II	4/2	W/S	8	T. Jahnke

Erfolgskontrolle
Schriftliche oder mündliche Prüfung.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Modul “Numerische Methoden in der Finanzmathematik”

Lernziele
Im Mittelpunkt der Vorlesung steht die Bewertung von Optionen durch numerische Verfahren, wobei die Kenntnisse aus Teil 1 der Vorlesung erweitert und vertieft werden. Absolventinnen und Absolventen kennen nicht nur grundlegende, sondern auch raffiniertere numerische Verfahren zur Lösung von stochastischen bzw. partiellen Differentialgleichungen und hochdimensionalen Problemen. Sie können diese Verfahren nicht nur zur Bewertung von verschiedenen Optionen anwenden, sondern auch die Stabilität und Konvergenz der Verfahren analysieren und durch theoretische Resultate erklären.

Inhalt

- Multi-Level Monte-Carlo-Methoden
- Historische, implizite und lokale Volatilität
- Sprung-Diffusions-Prozesse und Integro-Differentialgleichungen,
- Lösung von Black-Scholes-Gleichungen mit der Methode der Finiten Elemente
- Dünngittermethoden (Sparse Grids) für die Bewertung von Basketoptionen

Modul: Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis [MATHNM27]

Koordination: G. Thäter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM27	Mathematische Modellierung und Simulation in der Praxis	2/1	W/S	4	G. Thäter

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis I-III, Numerische Mathematik 1,2 sowie Numerische Methoden für differentialgleichungen bzw. vergleichbare HM-Vorlesungen.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Projektorientiert arbeiten,
- Überblickswissen verknüpfen,
- Typische Modellansätze weiterentwickeln

Inhalt
Mathematisches Denken (als Modellieren) und mathematische Techniken (als Handwerkszeug) treffen auf Anwendungsprobleme wie:

- Differenzengleichungen
- Bevölkerungsmodelle
- Verkehrsflussmodelle
- Wachstumsmodelle
- Spieltheorie
- Chaos
- Probleme aus der Mechanik

Anmerkungen
Die Veranstaltung findet immer auf Englisch statt.

Modul: Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen [MATHNM28]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
6	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM28	Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen	3/1	W/S	6	W. Dörfler

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnisse in Finite Element Methoden, in einer Programmiersprache und der Analysis von Randwertproblemen werden benötigt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Methoden, Techniken und Algorithmen der Behandlung
- hyperbolischer Anfangswertprobleme erklären
- Konzepte der Modellierung mit hyperbolischen Differentialgleichungen wiedergeben
- Einfache skalare oder vektorwertige hyperbolische Gleichungen numerisch lösen

Inhalt

- Modellierung mit Erhaltungsgleichungen
- Schocks, Verdünnungswellen und schwache Lösungen
- Aspekte der Existenz und Regularitätstheorie skalarer Probleme
- Diskretisierung von skalarer Erhaltungsgleichungen
- Eigenschaften und Diskretisierung hyperbolischer Systeme

Modul: Numerische Methoden für Integralgleichungen [MATHNM29]

Koordination: T. Arens
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM29	Numerische Methoden für Integralgleichungen	4/2	W/S	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1
Integralgleichungen

Lernziele
Die Studierenden können die grundlegenden Methoden zur numerischen Lösung von linearen Integralgleichungen der zweiten Art wie degenerierte Kernapproximation, Nyström-Verfahren, Kollokations-Verfahren und Galerkin-Verfahren und ihnen zu Grunde liegender Konzepte wie Interpolation und numerische Integration nennen und beschreiben. Sie sind in der Lage, diese Verfahren zur numerischen Lösung von Integralgleichungen auf konkrete Aufgabenstellungen anzuwenden und für konkrete Beispiele auf einem Computer zu implementieren. Die Studierenden können die Konvergenzresultate für diese Verfahren darlegen und beherrschen die Anwendung der dafür notwendigen Beweistechniken. Sie können entsprechende Resultate für einfache Variationen der Verfahren selbst ableiten und in konkreten Anwendungen eine Analyse des Konvergenzverhaltens durchführen.

Inhalt
Interpolation
Quadraturformeln
Approximation durch degenerierte Kernfunktionen
Nyström-Verfahren
Projektionsverfahren

Modul: Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra [MATHNM30]

Koordination: M. Hochbruck
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM30	Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra	4/2	W/S	8	M. Hochbruck

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1 und 2

Lernziele
Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der zentralen Methoden und Konzepte der numerischen linearen Algebra. Für verschiedene Anwendungsbereiche können sie die richtigen numerischen Verfahren auswählen und implementieren sowie deren Konvergenzeigenschaften und Effizienz beurteilen und begründen. Sie können dazu selbständig Übungsaufgaben lösen, Lösungen präsentieren und diskutieren.

Inhalt

- Direkte Verfahren für dünn besetzte Gleichungssysteme
- Krylov-Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme und Eigenwertprobleme
- Verfahren für strukturierte Matrizen (optional)
- Matrixfunktionen

Modul: Geometrische numerische Integration [MATHNM31]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM31	Geometrische numerische Integration	2/1	W/S	4	M. Hochbruck, T. Jahnke

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen und Runge-Kutta-Verfahren (Konstruktion, Ordnung, Stabilität usw.) werden vorausgesetzt. Diese Kenntnisse werden z.B. im Modul „Numerische Methoden für Differentialgleichungen“ vermittelt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen verstehen die zentralen Eigenschaften von endlichdimensionalen Hamiltonsystemen (Energieerhaltung, symplektischer Fluss, Erhaltungsgrößen usw.). Sie kennen wichtige Klassen von geometrischen Zeitintegrationsverfahren wie z.B. symplektische (partitionierte) Runge-Kutta-Verfahren, Splitting-Verfahren, SHAKE und RATTLE. Sie können diese Verfahren nicht nur implementieren und auf praxisnahe Probleme anwenden, sondern auch das beobachtete Langzeitverhalten (z.B. fast-Energieerhaltung über lange Zeiten) analysieren und erklären.

Inhalt

- Newton’sche Bewegungsgleichung, Lagrange-Gleichungen, Hamiltonsysteme
- Eigenschaften von Hamiltonsystemen: symplektischer Fluss, Energieerhaltung, weitere Erhaltungsgrößen
- Symplektische numerische Verfahren: symplektisches Euler-Verfahren, Störmer-Verlet-Verfahren, symplektische (partitionierte) Runge-Kutta-Verfahren
- Konstruktion von symplektischen Verfahren, z.B. durch Komposition und Splitting
- Backward error analysis und Energieerhaltung über lange Zeitintervalle

In der danach noch verbleibenden Zeit können weiterführende Themen behandelt werden wie z.B.

- KAM-Theorie und lineares Fehlerwachstum
- Verfahren auf Mannigfaltigkeiten (Magnus-Verfahren, Liegruppenmethoden)
- Mechanische Systeme mit Zwangsbedingungen
- Trigonometrische Verfahren für oszillatorische Probleme
- Modulierte Fourierentwicklungen

Modul: Optimierung in Banachräumen [MATHNM32]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik, Analysis

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM32	Optimierung in Banachräumen	4/2	W/S	8	A. Kirsch

Erfolgskontrolle
Klausur oder mündliche Prüfung, Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, Eigenschaften endlichdimensionaler Optimierungsprobleme auf unendlichdimensionale Fälle zu übertragen und diese auf Probleme der Approximationstheorie, der Variationsrechnung und der optimalen Steuerungstheorie anzuwenden.

Inhalt
Funktionalanalytische Grundlagen (insbes. Trennungssätze konvexer Mengen, Eigenschaften konvexer Funktionen, Differenzierbarkeitsbegriffe). Dualitätstheorie linearer und konvexer Probleme, differenzierbare Optimierungsaufgaben (Lagrangesche Multiplikatorenregel), hinreichende Optimalitätsbedingungen, Existenzaussagen, Anwendungen in der Approximationstheorie, der Variationsrechnung und der optimalen Steuerungstheorie.

Modul: Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen [MATHNM33]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM33	Numerische Verfahren für die Maxwell-gleichungen	2/1	W/S	4	T. Jahnke

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse über gewöhnliche und/oder partielle Differentialgleichungen
Das Modul „Numerische Methoden für Differentialgleichungen” sollte besucht worden sein.

Lernziele
Thema der Vorlesung sind numerische Verfahren für die zeitabhängigen Maxwell-Gleichungen. Absolventinnen und Absolventen können die in den Maxwellgleichungen auftretenden Terme physikalisch interpretieren und die Existenz und Eindeutigkeit der Lösung unter geeigneten Bedingungen beweisen. Die Absolventinnen und Absolventen kennen grundlegende Verfahren und Techniken zur numerischen Approximation der Lösung. Sie sind in der Lage, die Konvergenz und Stabilität dieser Verfahren zu analysieren und die Vor- und Nachteile der einzelnen Ansätze zu beurteilen.

Inhalt

- Maxwellgleichungen in Integral- und Differentialform, Materialgesetze, Randbedingungen
- Die lineare Wellengleichung als Modellproblem: Herleitung, analytische Eigenschaften, explizite Lösungsformeln
- Finite-Differenzen-Verfahren für die lineare Wellengleichung
- Wohlgestelltheit und andere Eigenschaften der Maxwell-Gleichungen
- Das Yee-Schema
- Splitting-Verfahren
- Raumdiskretisierung durch Nedelec-Elemente

Modul: Numerische Methoden in der Strömungsmechanik [MATHNM34]

Koordination: W. Dörfler, G. Thäter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM34	Numerische Methoden in der Strömungsmechanik	2/1	W/S	4	W. Dörfler, G. Thäter

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnisse in der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen(z. B. von Randwertproblemen oder Anfangsrandwertproblemen) werden benötigt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.

Lernziele
Studierende können die Modellierung und die physikalischen Annahmen erläutern, die zu den Navier-Stokes Gleichungen führen. Sie können die Finite Elemente Methode auf die Strömungsrechnung anwenden und insbesondere mit der Inkompressibilität numerisch umgehen. Sie können die Konvergenz und Stabilität der Verfahren erläutern und begründen.

Inhalt

- Modellbildung und Herleitung der Navier-Stokes Gleichungen
- Mathematische und physikalische Repräsentation von Energie und Spannung
- Analytische und numerische Behandlung des Stokes-Problemes
- Stabilitäts- und Konvergenztheorie
- Lax-Milgram Theorem, Céa-Lemma und Sattelpunkttheorie
- Numerische Behandlung der stationären nichtlinearen Gleichung
- Numerische Verfahren für das instationäre Problem
- Turbulenzmodelle

Modul: Splitting-Verfahren [MATHNM35]

Koordination: K. Schratz
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM35	Splitting-Verfahren	2/1	W	4	M. Hochbruck, T. Jahnke, K. Schratz

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnis der Zeitintegration von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen (z.B. Modul „Numerische Methoden für Differentialgleichungen“).

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können
- Aspekte von Splitting-Verfahren für gewöhnliche und lineare partielle Differentialgleichungen erörtern und analysieren, insbesondere bzgl. ihrer Konvergenz-, Stabilitäts- und Strukturerhaltungseigenschaften
- Splitting-Verfahren für ausgewählte gewöhnliche und lineare partielle Differentialgleichungen implementieren

Inhalt
Splitting-Verfahren als Zeitintegratoren für gewöhnliche und lineare partielle Differentialgleichungen, unter anderem

- Einführung zu Splitting-Verfahren (Vorteil gegenüber Standardverfahren, Anwendungsbeispiele)
- Fehleranalyse von Splitting-Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen mittels der Baker-Campbell-Hausdorff Formel
- Konstruktion von Splitting-Verfahren hoher Ordnung
- Konvergenz- und Stabilitätsanalyse von Splitting-Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen
- Strukturerhaltung von Splitting-Verfahren für Hamiltonsche Systeme von gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Splitting-Verfahren für lineare partielle Differentialgleichungen (unter anderem lineare Schrödinger-Gleichung mit Potential, Dimensions-Splitting)

Modul: Aspekte der Zeitintegration [MATHNM36]

Koordination: K. Schratz
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
5	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM36	Aspekte der Zeitintegration	2/2	S	5	M. Hochbruck, T. Jahnke, K. Schratz

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnis der Zeitintegration von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen (z.B. Modul „Numerische Methoden für Differentialgleichungen“). Das Modul „Splitting-Verfahren“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können
- Aspekte von Splitting-Verfahren für partielle Differentialgleichungen erörtern und analysieren, insbesondere bzgl. ihrer Konvergenz-, Stabilitäts- und Strukturerhaltungseigenschaften
- Splitting-Verfahren für ausgewählte partielle Differentialgleichungen implementieren
- Aspekte von Zeitintegratoren für hochfrequente Gleichungen analysieren um insbesondere deren Effizienz zu erörtern

Inhalt

- Splitting-Verfahren als Zeitintegratoren für partielle Differentialgleichungen (unter anderem Korrekturverfahren für parabolische Differentialgleichungen mit Randbedingungen, Konstruktion von Verfahren hoher Ordnung für parabolische Differentialgleichungen, Analyse von Splitting-Verfahren für nichtlineare Schrödinger-Gleichungen mit polynomialen Nichtlinearitäten insbesondere deren Konvergenz-, Stabilitäts- und Strukturerhaltung)
- Zeitintegratoren für hochfrequente gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen (unter anderem Ansätze aus der asymptotischen Analysis)

Modul: Compressive Sensing [MATHNM37]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM37	Compressive Sensing	2	W/S	3	A. Rieder

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Analysis 1+2“, „Lineare Algebra 1+2“ werden benötigt.
Das Modul „Einführung in die Stochastik“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können die Ideen des Compressive Sensing erläutern und Anwendungsgebiete nennen. Die grundlegenden Algorithmen können sie anwenden, vergleichen und ihr Konvergenzverhalten analysieren.

Inhalt

- Was ist Compressive Sensing und wo kommt es zum Einsatz
- Dünnbesetzte Lösungen unterbestimmter Gleichungssysteme
- Grundlegende Algorithmen
- Restricted Isometry Property
- Dünnbesetzte Lösungen unterbestimmter Gleichungssysteme mit Zufallsmatrizen

Modul: Operatorfunktionen [MATHNM38]

Koordination: V. Grimm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM38	Operatorfunktionen	2/1	W/S	4	V. Grimm

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1 und 2, Funktionalanalysis

Lernziele
Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der Approximation von Operatorfunktionen. Sie können die Verfahren auf deren Konvergenzeigenschaften und Effizienz untersuchen. Bei Anwendung in der Numerik von Evolutionsgleichungen können sie die besprochenen Verfahren analysieren, selbständig die geeigneten Verfahren auswählen und ihre Wahl begründen.

Inhalt
Definition von Operatorfunktionen
Stark stetige und analytische Halbgruppen
Feste rationale Approximationen an Operatorfunktionen
Rationale Krylov-Verfahren zur Approximation von Operatorfunktionen
Anwendungen in der Numerik von Evolutionsgleichungen

Modul: Matrixfunktionen [MATHNM39]

Koordination: V. Grimm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM39	Matrixfunktionen	4/2	W/S	8	V. Grimm

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1 und 2

Lernziele
Die Studierenden kennen die grundlegenden Definitionen und Eigenschaften von Matrixfunktionen. Sie können die Verfahren zur Approximation von Matrixfunktionen hinsichtlich Konvergenz und Effizienz beurteilen, selbständig Übungsaufgaben lösen, eigene Lösungen präsentieren und die diskutierten Verfahren implementieren.

Inhalt
Definition von Matrixfunktionen
Approximation an Matrixfunktionen für große Matrixen
Krylov-Verfahren und rationale Krylov-Verfahren
Anwendung auf die numerische Lösung partieller Differentialgleichungen

Modul: Projektorientiertes Softwarepraktikum [MATHNM40]

Koordination: G. Thäter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM40	Projektorientiertes Softwarepraktikum	4	W/S	4	G. Thäter

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche Ausarbeitung und Vortrag zu jedem Projekt. Benoted.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Kenntnisse einer Programmiersprache
Grundkenntnisse in der Analysis von Randwertproblemen,der numerischen Methoden für Differentialgleichungen und der Finite Elemente Methode.

Lernziele
Die Studierenden können über die eigene Fachdisziplin hinaus Probleme gemeinsam modellieren und simulieren. Sie haben eine kritische Distanz zu Ergebnissen und deren Darstellung erworben. Sie können die Ergebnisse der Projekte im Disput verteidigen. Sie haben die Bedeutung von Stabilität und Konvergenz von numerischen Verfahren aus eigener Erfahrung verstanden und sind in der Lage, Fehler aus der Modellbildung, der Approximation, der Berechnung und in der Darstellung zu bewerten.

Inhalt
Vorlesungsanteil: Einführung in Modellbildung und Simulationen, Wiederholung zugehöriger numerischer Verfahren, Einführung in zugehörige Software
Eigene Gruppenarbeit: Bearbeitung von 1-2 Projekten in denen Modellbildung, Diskretisierung, Simulation und Auswertung (z.B. Visualisierung) für konkrete Themen aus dem Katalog durchgeführt werden. Der Katalog umfasst z.B:
Solving the Poisson equation: Diffusion im Rechteckgebiet;
Incompressible Navier-Stokes equations: Strömung im Kanal;
Applying an Inexact Newton Method in HiFlow3: Nutzen nichtlinearer Tools;
Distributed Control Problem for Poisson Equation: Backofensteuerung;
Stabilization Schemes for Advection Dominated Steady Convection-Diffusion

Modul: Finanzmathematik in diskreter Zeit [MATHST04]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
FMDZ	Finanzmathematik in diskreter Zeit	4/2	W	8	N. Bäuerle, V. Fasen

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der modernen diskreten Finanzmathematik nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- ökonomische Fragestellungen im Bereich der diskreten Bewertung und Optimierung mathematisch analysieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Endliche Finanzmärkte
- Das Cox-Ross-Rubinstein-Modell
  - Grenzübergang zu Black-Scholes
- Charakterisierung von No-Arbitrage
- Charakterisierung der Vollständigkeit
- Unvollständige Märkte
- Amerikanische Optionen
- Exotische Optionen
- Portfolio-Optimierung
- Präferenzen und stochastische Dominanz
- Erwartungswert-Varianz Portfolios
- Risikomaße

Modul: Statistik [MATHMAST05]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
Stat	Statistik	4/2	W	8	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Lernziele
Die Studierenden

- können die grundlegenden Aufgaben der Statistik nennen und an Beispielen verdeutlichen,
- können die prinzipielle Vorgehensweise statistischer Tests erläutern,
- sind mit den wichtigsten Schätz- und Testverfahren vertraut,
- können in einfachen Situationen beurteilen, welche statistischen Methoden anwendbar sind,
- kennen spezifische probabilistische Techniken und können damit statistische Verfahren mathematisch analysieren.

Inhalt
Die Statistik befasst sich mit der Frage, wie man mit Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie aus Datensätzen Informationen über eine größere Gesamtheit gewinnen kann. Inhalte der Vorlesung sind:

- Statistische Modelle
- Parameterschätzung
  - Maximum-Likelihood-Methode
  - Momentenmethode
  - Eigenschaften von Schätzern
  - Cramer-Rao-Ungleichung
  - Asymptotik von ML-Schätzern
- Konfidenzintervalle
  - Satz von Student
  - Intervall-Schätzung unter Normalverteilungsannahme
- Testen statistischer Hypothesen
  - p-Wert
  - Gauß- und Ein-Stichproben-t-Test
  - Optimalität von Tests
  - Likelihood-Quotienten-Tests
  - Vergleich von zwei Stichproben unter Normalverteilungsannahme
- Lineare Regressionsmodelle
  - Kleinste-Quadrate-Methode
  - Tests und Konfidenzbereiche im klassischen linearen Regressionsmodell
- Varianz- und Kovarianzanalyse
- Analyse von kategorialen Daten
- Nichtparametrische Verfahren

Modul: Stochastische Geometrie [MATHMMST06]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Algebra/Geometrie, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST06	Stochastische Geometrie	4/2	W/S	8	D. Hug, G. Last

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Wahrscheinlichkeitstheorie
Konvexe Geometrie oder Räumliche Stochastik

Lernziele
Die Studierenden

- kennen die grundlegenden geometrischen Modelle und Kenngrößen der Stochastischen Geometrie,
- sind mit Eigenschaften von Poissonprozessen geometrischer Objekte vertraut,
- kennen exemplarisch Anwendungen von Modellen der Stochastischen Geometrie,
- können reflexiv und selbstorganisiert arbeiten.

Inhalt

- Zufällige Mengen
- Geometrische Punktprozesse
- Stationarität und Isotropie
- Keim-Korn-Modelle
- Boolesche Modelle
- Grundlagen der Integralgeometrie
- Geometrische Dichten und Kenngrößen
- Zufällige Mosaike

Modul: Asymptotische Stochastik [MATHMMST07]

Koordination: N. Henze
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST07	Asymptotische Stochastik	4/2	W	8	V. Fasen, N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Lernziele
Die Absolvent(inn)en

- sind mit grundlegenden probabilistischen Techniken im Zusammenhang mit dem Nachweis der Verteilungskonvergenz von Zufallsvektoren vertraut und können diese anwenden ,
- kennen das asymptotische Verhalten von Maximum-Likelihood-Schätzern und des verallgemeinerten Likelihood-Quotienten bei parametrischen Testproblemen,
- können das Limesverhalten von nichtdegenerierten und einfach degenerierten U-Statistiken erläutern,
- kennen den Satz von Donsker und können dessen Beweis skizzieren.

Inhalt

- Poissonscher Grenzwertsatz für Dreiecksschemata,
- Momentenmethode,
- Zentraler Grenzwertsatz für stationäre m-abhängige Folgen,
- allgemeine multivariate Normalverteilung,
- Verteilungskonvergenz und Zentraler Grenzwertsatz im R$\hat{\{\}}$d,
- Satz von Glivenko-Cantelli,
- Grenzwertsätze für U-Statistiken,
- asymptotische Schätztheorie (Maximum-Likelihood- und Momentenschätzer),
- asymptotische Effizienz und relative Effizienz von Schätzern,
- asymptotische Tests in parametrischen Modellen, parametrischer Bootstrap,
- schwache Konvergenz in metrischen Räumen,
- Satz von Prokhorov,
- Brown-Wiener-Prozess, Satz von Donsker, funktionaler Zentraler Grenzwertsatz, Brownsche Brücke
- Anpassungstests.

Modul: Finanzmathematik in stetiger Zeit [MATHMMST08]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST08	Finanzmathematik in stetiger Zeit	4/2	S	8	N. Bäuerle, V. Fasen

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung *Mathematical and Empirical Finance* [MATHMWSTAT1] geprüft werden.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt. Das Modul „Finanzmathematik in diskreter Zeit“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Techniken der modernen zeitstetigen Finanzmathematik nennen, erörtern und anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- ökonomische Fragestellungen im Bereich der Bewertung und Optimierung mathematisch analysieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Stochastische Prozesse und Filtrationen
  - Martingale in stetiger Zeit
  - Stoppzeiten
  - Quadratische Variation
- Stochastisches Ito-Integral bzgl. stetiger Semimartingale
- Ito-Kalkül
  - Ito-Doeblin Formel
  - Stochastische Exponentiale
  - Satz von Girsanov
  - Martingaldarstellung
- Black-Scholes Finanzmarkt
  - Arbitrage und äquivalente Martingalmaße
  - Optionen und No-Arbitragepreise
  - Vollständigkeit
- Portfolio Optimierung
- Bonds, Forwards und Zinsstrukturmodelle

Modul: Generalisierte Regressionsmodelle [MATHMMST09]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Statistik" werden benötigt.

Lernziele
Die Studierenden

- kennen die wichtigsten Regressionsmodelle und deren Eigenschaften,
- können die Anwendbarkeit dieser Modelle beurteilen und die Ergebnisse interpretieren,
- sind in der Lage, die Modelle zur Analyse komplexerer Datensätze einzusetzen.

Inhalt
Die Vorlesung behandelt grundlegende Modelle der Statistik, die es ermöglichen, Zusammenhänge zwischen Größen zu erfassen. Themen sind:

- Lineare Regressionsmodelle
  - Modelldiagnostik
  - Variablen-Selektion
  - alternative Schätzverfahren
- Nicht-lineare Regressionsmodelle
  - Konsistenz und asymptotische Normalität
- Logistische Regression
- Verallgemeinerte lineare Modelle
- Lineare gemischte Modelle

Modul: Brownsche Bewegung [MATHMMST10]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST10	Brownsche Bewegung	2/1	W/S	4	N. Bäuerle, V. Fasen, N. Henze, G. Last

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Eigenschaften der Brownschen Bewegung nennen, erklären und begründen,
- die Brownsche Bewegung zur Modellierung von stochastischen Phänomenen anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Existenz und Konstruktion der Brownschen Bewegung
- Pfadeigenschaften der Brownschen Bewegung
- Starke Markov-Eigenschaft der Brownschen Bewegung mit Anwendungen
- Skorohod Darstellung der Brownschen Bewegung

Modul: Markovsche Entscheidungsprozesse [MATHMMST11]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST11	Markovsche Entscheidungsprozesse	2/1	W/S	4	N. Bäuerle

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul „Wahrscheinlichkeitstheorie“ sollte bereits absolviert sein. Das Modul „Markovsche Ketten“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Die mathematischen Grundlagen der Markovschen Entscheidungsprozesse nennen und Lösungsverfahren anwenden,
- stochastische, dynamische Optimierungsprobleme als Markovschen Entscheidungsprozess formulieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- MDPs mit endlichem Horizont
  - Die Bellman Gleichung
  - Strukturierte Probleme
  - Anwendungsbeispiele
- MDPs mit unendlichem Horizont
  - kontrahierende MDPs
  - positive MDPs
  - Howards Politikverbesserung
  - Lösung durch lineare Programme
- Stopp-Probleme
  - endlicher und unendlicher Horizont
  - One-step-look-ahead-Regel

Modul: Steuerung stochastischer Prozesse [MATHMMST12]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST12	Steuerung stochastischer Prozesse	2/1	W/S	4	N. Bäuerle

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul „Wahrscheinlichkeitstheorie“ sollte bereits absolviert sein. Die Module „Brownsche Bewegung“ und „Finanzmathematik in stetiger Zeit“ sind hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Die mathematischen Grundlagen der Stochastischen Steuerung nennen und Lösungsverfahren anwenden,
- Zeitstetige, stochastische, dynamische Optimierungsprobleme als stochastisches Steuerproblem formulieren,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Verifikationstechnik, Hamilton-Jacobi-Bellman Gleichung
- Viskositätslösung
- Singuläre Steuerung
- Feynman-Kac Darstellungen
- Anwendungsbeispiele aus der Finanz-und Versicherungsmathematik

Modul: Perkolation [MATHMMST13]

Koordination: G. Last
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Wahrscheinlichkeitstheorie

Lernziele
Die Studierenden

- kennen grundlegende Modelle der diskreten und stetigen Perkolation,
- erwerben die Fähigkeit, spezifische probabilistische und graphentheoretische Methoden zur Analyse dieser Modelle einzusetzen,
- könnnen selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Kanten- und Knoten-Perkolation auf Graphen
- Satz von Harris-Kesten
- Asymptotik der Clustergröße im sub- und superkritischen Fall
- Stetige Perkolation
- Eindeutikeit des unendlichen Clusters im quasitransitiven Fall
- Perkolation auf dem Gilbert-Graphen
- Voronoi-Perkolation

Modul: Räumliche Stochastik [MATHMMST14]

Koordination: G. Last
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Jedes 2. Semester, Wintersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Wahrscheinlichkeitstheorie

Lernziele
Die Studierenden kennen grundlegende räumliche stochastische Prozesse. Dabei verstehen sie nicht nur allgemeine Verteilungseigenschaften, sondern können auch konkrete Modelle (Poissonscher Prozess, Gaußsche Zufallsfelder) beschreiben und anwenden. Sie können ferner selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Punktprozesse
- Zufällige Maße
- Poissonprozess
- Gibbssche Punktprozesse
- Palmsche Verteilung
- Räumlicher Ergodensatz
- Spektraltheorie zufälliger Felder
- Gaußsche Felder

Modul: Mathematische Statistik [MATHMMST15]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt. Das Modul „Statistik“ ist hilfreich.

Lernziele
Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Konzepte der mathematischen Statistik,
- können diese bei einfachen Fragestellungen und Beispielen eigenständig anwenden,
- kennen spezifische probabilistische Techniken und können damit Schätz- und Test-Verfahren mathematisch analysieren.

Inhalt
Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte der mathematischen Statistik, insbesondere die finite Optimalitätstheorie von Schätzern und Tests. Themen sind:

- Optimale erwartungstreue Schätzer
- Beste lineare erwartungstreue Schätzer
- Cramér-Rao-Schranke in Exponentialfamilien
- Suffizienz und Vollständigkeit
- Satz von Lehmann-Scheffé
- Neyman-Pearson-Tests
- Optimale unverfälschte Tests

Modul: Nichtparametrische Statistik [MATHMMST16]

Koordination: C. Kirch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
8	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST16	Nichtparametrische Statistik	4/2	W/S	8	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls 'Wahrscheinlichkeitstheorie' werden benötigt. Das Modul 'Asymptotische Stochastik' ist hilfreich.

Lernziele

- Absolventinnen und Absolventen können verschiedene nichtparametrische statistische Testmethoden an Hand folgender Beispiele erklären und gegen parametrische Methoden abgrenzen:
  - Einstichproben-Lage-Problem
  - Zweistichproben-Lage-Problem

  Sie können die Effizienz verschiedener Tests mittels asymptotischer Methoden vergleichen.

- Sie können verschiedene Abhängigkeitsmaße nennen und gegeneinander abgrenzen.
- Sie können verschiedene nichtparametrische Schätzmethoden an Hand folgender Beispiele nennen und erklären:
  - Dichteschätzung
  - Nichtparametrische Regression

Inhalt

- Rang-Statistiken
- Ordnungsstatistiken
- Permutationsstatistiken
- Abhängigkeitsmaße
- Nichtparametrische Dichte- und Regressionsschätzung

Modul: Multivariate Statistik [MATHMMST17]

Koordination: N. Henze
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein (Empfehlung):
Wahrscheinlichkeitstheorie
Asymptotische Stochastik

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

Modul: Zeitreihenanalyse [MATHMMST18]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Jedes 2. Semester, Sommersemester	1

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt. Das Modul „Statistik“ ist hilfreich.

Lernziele
Die Studierenden

- kennen und verstehen die Standardmodelle der Zeitreihenanalyse,
- kennen exemplarisch statistische Methoden zur Modellwahl und Modellvalidierung,
- wenden Modelle und Methoden der Vorlesung eigenständig auf reale und simulierte Daten an,
- kennen spezifische mathematische Techniken und können damit Zeitreihenmodelle analysieren.

Inhalt
Die Vorlesung behandelt die grundlegenden Begriffe der klassischen Zeitreihenanalyse:

- Stationäre Zeitreihen
- Trends und Saisonalitäten
- Autokorrelation
- Autoregressive Modelle
- ARMA-Modelle
- Parameterschätzung
- Vorhersage
- Spektraldichte und Periodogramm

Modul: Finanzstatistik [MATHST19]

Koordination: C. Kirch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST19	Finanzstatistik	2/1	W/S	4	V. Fasen, N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Erfolgskontrolle
Schriftliche oder mündliche Prüfung, Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls 'Zeitreihenanalyse' werden benötigt. Das Modul 'Asymptotische Stochastik' ist hilfreich.

Lernziele

- Absolventinnen und Absolventen kennen Zeitreihenmodelle für Finanzdaten wie etwa Aktienkurse und können diese mathematisch analysieren.
- Sie können diese Modelle mittels moderner Software praktisch
  - zur Volatilitätsvorhersage sowie
  - zur Riskomessung einsetzen.

  Sie können statistische Methoden
- – zur Risikoanalyse sowie
  – zur multivariaten Modellierung nennen, erörtern und anwenden.

Inhalt

- Integration von Zeitreihen
- GARCH-Zeitreihen
- Volatilitätsvorhersage
- Statistische Methoden zur Schätzung von Risikomaßen
- Copulas

Modul: Der Poisson-Prozess [MATHST20]

Koordination: G. Last
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST20	Der Poisson-Prozess	2/1	W/S	4	V. Fasen, D. Hug, G. Last

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung

Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie.

Lernziele
Die Studierenden lernen wichtige Eigenschaften des Poisson-Prozesses kennen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den probabilistischen Methoden und Resultaten, die unabhängig vom zugrunde liegenden Phasenraum sind. Die Studierenden verstehen die zentrale Rolle des Poisson-Prozesses als spezieller Punktprozess und als zufälliges Maß.
Die Studierenden können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Verteilungseigenschaften des Poisson-Prozesses
- Der Poisson-Prozess als spezieller Punktprozess
- Stationäre Poisson- und Punktprozesse
- Zufällige Maße und Coxprozesse
- Poisson-Cluster Prozesse und zusammengesetzte Poisson-Prozesse
- Der räumliche Gale-Shapley Algorithmus

Modul: Lévy-Prozesse [MATHST21]

Koordination: V. Fasen
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST21	Lévy-Prozesse	2/1	W/S	4	V. Fasen, G. Last

Erfolgskontrolle
Prüfung: schriftliche oder mündliche Prüfung
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt. Das Modul „Brownsche Bewegung“ ist hilfreich.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Eigenschaften von Lévy-Prozessen nennen, erklären und begründen,
- Lévy-Prozesse zur Modellierung von stochastischen Phänomenen anwenden,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Lévy-Prozesse und unendlich oft teilbare Verteilungen
- Lévy-Khintchine Formel
- Lévy-Ito Zerlegung
- Verteilungs- und Pfadeigenschaften von Lévy Prozessen
- Spezielle Lévy Prozesse wie Brownsche Bewegung, zusammengesetzter Poisson Prozess, stabile Lévy Prozess

Modul: Extremwerttheorie [MATHST23]

Koordination: V. Fasen
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
4	Unregelmäßig	1

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST23	Extremwerttheorie	2/1	W/S	4	V. Fasen, N. Henze, C. Kirch

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche oder mündliche Prüfung. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- statistische Methoden zur Schätzung von Risikomaßen nennen, erklären, begründen und anwenden,
- extreme Ereignisse modellieren und quantifizieren,
- spezifische probabilistische Techniken gebrauchen,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Satz von Fisher und Tippett
- verallgemeinerte Extremwert- und Paretoverteilung (GED und GPD)
- Anziehungsbereiche von verallgemeinerten Extremwertverteilungen
- Satz von Pickands-Balkema-de Haan
- Schätzen von Risikomaßen
- Hill-Schätzer
- Blockmaximamethode
- POT-Methode

Modul: Schlüsselqualifikationen [MATHMMSQ01]

Koordination: Studiendekan/Studiendekanin
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Schlüsselqualifikationen

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
6		

Erfolgskontrolle
Erfolgskontrolle anderer Art
Notenbildung:
(in der Regel) ohne Note

Bedingungen
Keine.

Lernziele
Lernziele lassen sich in drei Hauptkategorien einteilen, die sich wechselseitig ergänzen:
1. Orientierungswissen

- Die Studierenden sind sich der kulturellen Prägung ihrer Position bewusst und sind in der Lage, die Sichtweisen und Interessen anderer (über Fach-, Kultur- und Sprachgrenzen hinweg) zu berücksichtigen.
- Sie haben ihre Fähigkeiten erweitert, sich an wissenschaftlichen oder öffentlichen Diskussionen sachgerecht und angemessen zu beteiligen.

2. Praxisorientierung

- Studierende haben Einsicht in die Routinen professionellen Handelns erhalten.
- Sie haben ihre Lernfähigkeit weiter entwickelt.
- Sie haben durch Ausbau ihrer Fremdsprachenkenntnisse ihre Handlungsfähigkeit erweitert.
- Sie können grundlegende betriebswirtschaftliche und rechtliche Sachverhalte mit ihrem Erfahrungsfeld verbinden.

3. Basiskompetenzen

- Die Studierenden erwerben geplant und zielgerichtet sowie methodisch fundiert selbständig neues Wissen und setzen dieses bei der Lösung von Aufgaben und Problemen ein.
- Sie können die eigene Arbeit auswerten.
- Sie verfügen über effiziente Arbeitstechniken, können Prioritäten setzen, Entscheidungen treffen und Verantwortung übernehmen.

Inhalt
Das House of Competence bietet mit dem Modul Schlüsselqualifikationen eine breite Auswahl aus sechs Wahlbereichen, in denen Veranstaltungen zur besseren Orientierung thematisch zusammengefasst sind. Die Inhalte werden in den Beschreibungen der Veranstaltungen auf den Internetseiten des HoC (http://www.hoc.kit.edu/studium) detailliert erläutert. Dabei können Tutorenprogramme nur über die Fakultät belegt werden. Mikrobausteine werden in der Regel in Verbindung mit einer Fachveranstaltung angeboten.
Wahlbereiche des HoC:
• „Kultur – Politik – Wissenschaft – Technik“, 2-3 LP
• „Kompetenz- und Kreativitätswerkstatt“, 2-3 LP
• „Fremdsprachen“, 2-3 LP
• „Persönliche Fitness & Emotionale Kompetenz“, 2-3 LP
• „Tutorenprogramme“, 3 LP
• „Mikrobausteine“, 1 LP

Modul: Seminar [MATHMMSE01]

Koordination: Studiendekan/Studiendekanin
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Seminar

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
3	Jedes Semester	1

Erfolgskontrolle
Erfolgskontrolle anderer Art
Notenbildung: keine

Bedingungen
Keine.

Lernziele
Absolventinnen und Absolventen können

- Ein abgegrenztes Problem in einem speziellen Gebiet analysieren,
- Fachspezifische Probleme innerhalb der vorgegebenen Aufgabenstellung erörtern, präsentieren und verteidigen,
- Zusammenfassungen der wichtigsten Ergebnisse des Themas selbständig erstellen.

DieAbsolventinnen und Absolventen verfügen über kommunikative, organisatori-sche u. didaktische Kompetenzen bei komplexen Problemanalysen. Sie können Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens anwenden.

Inhalt
Der konkrete Inhalt richtet sich nach den angebotenen Seminarthemen.

Modul: Masterarbeit [MMATHMAST]

Koordination: Studiendekan/Studiendekanin
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet:

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer
30	Jedes Semester	

Erfolgskontrolle
Weitere Details werden in §11 der Studien- und Prüfungsordnung geregelt.

Bedingungen
Der Student bzw. die Studentin muss mindestens 70 Leistungspunkte erbracht haben.

Lernziele
DieAbsolventinnen und Absolventen können ein zugeordnetes Thema selbständig und wissenschaftlich auf dem Stand der Forschung bearbeiten. Sie beherrschen die dafür erforderlichen betreffenden wissenschaftlichen Methoden und Verfahren, setzen diese korrekt an, passen sie an und entwickeln sie weiter. Alternative Ansätze werden kritisch verglichen. Die Absolventinnen und Absolventen schreiben ihre Ergebnisse klar strukturiert und in akademisch angemessener Form in ihrer Arbeit auf.

Inhalt
Nach §11 SPO soll die Masterarbeit 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.Der Studentin ist Gelegenheit zu geben, für das Thema eigene 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.

Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität · gegründet 1825

Der Rektor

Amtliche Bekanntmachung

2009 **Ausgegeben Karlsruhe, den 28. August 2009** **Nr. 74**

I n h a l t **Seite**

442

Studien- und Prüfungsordnung der Universität Karlsruhe (TH) für den Masterstudiengang Mathematik

Aufgrund von § 34 Abs. 1, Satz 1 des Landeshochschulgesetzes (LHG) vom 1. Januar 2005 hat die beschließende Senatskommission für Prüfungsordnungen der Universität Karlsruhe (TH) am 13. Februar 2009 die folgende Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Mathematik beschlossen.

Der Rektor hat seine Zustimmung am 28. August 2009 erteilt.

Inhaltsverzeichnis

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 wird nur die weibliche Sprachform gewählt. 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 Mathematik 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) Die Studentin wählt zu Beginn des Studiums ein Ergänzungsfach. Es kann eines der folgenden Fächer gewählt werden:

1. Informatik,
2. Physik,
3. Wirtschaftswissenschaften,
4. Maschinenbau,
5. Elektrotechnik,
6. Mathematisches Ergänzungsfach, das nicht zu den zwei gewählten Fächern gehört (siehe § 17 Abs. 2).

Auf Antrag können auch andere Ergänzungsfächer 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 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 (Absatz 2, Nr. 1 und 2) abzulegen, die restlichen Prüfungen erfolgen durch Erfolgskontrollen anderer Art (Absatz 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 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 durchgeführt, in der Regel im Verlauf der Vermittlung der Lehrinhalte der einzelnen Module oder zeitnah danach.

(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 und die Bildung der Lehrveranstaltungsnote müssen mindestens sechs 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 oder eine mündlich durchzuführende Prüfung 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 nächstbessere 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 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 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 Beisitzende 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
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.

(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 Fachnoten, 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 Absatz 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 werden im Studienplan geregelt. Die differenzierten Lehrveranstaltungsnoten (Absatz 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, die Fachnoten 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,

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 Studierende 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 Diplomsnoten des Diplomstudiengangs Mathematik per 30. September 2009 zur Bildung dieser Skala für alle Module des Masterstudiengangs Mathematik 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 einer 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 Absatzes 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 Absatz 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 Aufsicht Führenden von der Fortsetzung der Modulprüfung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „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 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 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 vier Wochen vor dem Zeitpunkt, von dem an sie die Elternzeit antreten will, dem Prüfungsausschuss unter Beifügung der erforderlichen Nachweise schriftlich mitteilen, in welchem Zeitraum sie Elternzeit in Anspruch nehmen will. Der Prüfungsausschuss hat zu prüfen, ob die gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen, die bei einer Arbeitnehmerin den Anspruch auf 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 und betreut 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 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 acht Wochen nicht überschreiten.

§ 12 Berufspraktikum

(1) Der Studentin wird empfohlen, während des Masterstudiums 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 der Prüferin ein kurzer Bericht abzugeben und eine Kurzpräsentation der Erfahrungen im Berufspraktikum zu halten.

(4) Das Berufspraktikum ist abgeschlossen, wenn eine mindestens sechswöchige Tätigkeit nachgewiesen wird, der Bericht abgegeben und die Kurzpräsentation gehalten wurde. Das Berufspraktikum geht nicht in die Gesamtnote ein. Ein freiwillig abgeleistetes Praktikum wird als Zusatzleistung im Sinne von § 13 Abs. 1 in das Transcript of Records aufgenommen.

§ 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.

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

(3) Die Ergebnisse maximal zweier Module, die jeweils mindestens 6 Leistungspunkte umfassen müssen, werden auf Antrag der Studentin in das Bachelorzeugnis 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 6 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 Vertreterin 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 die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik erhöht sich die Anzahl der Vertreterinnen 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 dem Fakultätsrat bestellt, das Mitglied 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 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 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 hinzuzuziehen. 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 Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer mindestens die dem jeweiligen Prüfungsgegenstand entsprechende fachwissenschaftliche Qualifikation erworben hat.

(3) Soweit Lehrveranstaltungen von anderen als den unter Absatz 2 genannten Personen durchgeführt werden, sollen diese zu Prüferinnen bestellt werden, wenn die Fakultät für Mathematik ihnen eine diesbezügliche Prüfungsbefugnis erteilt hat.

(4) Zur Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer einen akademischen Abschluss in einem Masterstudiengang der Mathematik 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.

(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 soll/en. Dies gilt insbesondere bei einem Studiengangwechsel sowie bei einem Studienortwechsel.

(6) Zuständig für die Anrechnungen ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellungen über die Gleichwertigkeit sind die zuständigen Fachvertreterinnen 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 und 3 sowie der Masterarbeit nach Absatz 6.

(2) Es sind Fachprüfungen aus zwei der folgenden vier mathematischen Fächer abzulegen:

1. Algebra und Geometrie,
2. Analysis,
3. Angewandte und Numerische Mathematik,
4. Stochastik.

Mindestens eines dieser Fächer muss Algebra und Geometrie oder Analysis sein.

In einem der beiden gewählten Fächer müssen 16 Leistungspunkte, in dem anderen 24 Leistungspunkte nachgewiesen werden.

(3) Es sind Prüfungen in einem Ergänzungsfach im Umfang von 16 - 24 Leistungspunkten abzulegen. Das Ergänzungsfach kann eines der nicht in Absatz 2 gewählten mathematischen Fächer 1. - 4. sein oder eines der nicht-mathematischen Anwendungsfächer von § 3 Abs. 2.

(4) Es sind Prüfungen in einem Wahlpflichtfach Mathematik im Umfang von 14 - 22 Leistungspunkten abzulegen.

Die geprüften Module aus Absatz 3 und 4 zusammen müssen den Umfang von 38 Leistungspunkten erreichen.

(5) Ferner müssen zwei Seminarmodule über je 3 Leistungspunkte abgelegt werden.

Neben den fachwissenschaftlichen Modulen sind Module zu den Schlüsselqualifikationen im Umfang von 6 Leistungspunkten nach § 13 Abs. 4. abzulegen.

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.

(6) Als weitere Prüfungsleistung ist eine Masterarbeit gemäß § 11 anzufertigen.

§ 18 Bestehen der Masterprüfung, Bildung der Gesamtnote

(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 werden nach Bewertung der letzten Prüfungsleistung eine Masterurkunde und ein Masterzeugnis erstellt. Die Ausfertigung von Masterurkunde und Masterzeugnis 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 der Dekanin 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

(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 aufgrund einer Täuschung für „nicht bestanden“ erklärt wurde.

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

(6) Die Aberkennung des akademischen Grades 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 fünf Jahre aufzubewahren.

§ 23 In-Kraft-Treten

(1) Diese Studien- und Prüfungsordnung tritt am 1. Oktober 2009 in Kraft.

(2) Studierende, die auf Grundlage der Prüfungsordnungen der Universität Karlsruhe (TH) 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 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 der Universität Karlsruhe (TH) 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. September 2020 stellen.

Karlsruhe, den 28. August 2009

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

Stichwortverzeichnis