Modulhandbuch
Mathematik (M.Sc.)

Wintersemester 2016/2017
Kurzfassung
Stand: 05.08.2016

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 Qualifikationsziele

Ausbildungsziel des Masterstudiengangs Mathematik ist die Qualifizierung für eine berufliche Tätigkeit in der Wirtschaft (insbesondere bei Banken, Versicherungen und Unternehmensberatungen), in der Industrie (insbesondere im Bereich der Simulation bzw. Interpretation von Simulationsergebnissen sowie im Bereich Softwareerstellung für verschiedene Belange) sowie für eine nachgelagerte wissenschaftliche Laufbahn (Promotion) in Mathematik, den Ingenieur- und Naturwissenschaften oder den Wirtschaftswissenschaften. Durch die forschungsorientierte Ausbildung werden die Absolventinnen und Absolventen insbesondere auf lebenslanges Lernen vorbereitet.

Fachliche Kernkompetenzen:
Absolventinnen und Absolventen verfügen über ein erweitertes und vertieftes Wissen im Fach Mathematik und gegebenenfalls in einem frei wählbaren Ergänzungsfach. Sie sind in der Lage, aktuelle, komplexe Fragestellungen in diesen Bereichen zu analysieren und zu erklären. Sie kennen die mathematischen Hauptdisziplinen (Gebiete), ihre methodischen Ansätze und ihre wechselseitigen Beziehungen. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, die Besonderheiten, Grenzen und Terminologien in den gewählten Themenbereichen zu definieren, zu beschreiben, zu interpretieren, den aktuellen Forschungsstand wiederzugeben sowie punktuell weiterzuentwickeln.

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

Lernergebnisse:
Die Absolventinnen und Absolventen können vertiefende mathematische Methoden benennen, erklären und selbständig anwenden. Sie besitzen ein vertieftes Verständnis mathematischer Methoden aus mindestens zwei der vier Gebiete *Algebra und Geometrie*, *Analysis*, *Angewandte und numerische Mathematik* und *Stochastik*.
Je nach Anwendungsfach besitzen die Absolventinnen und Absolventen ein breites Wissen über spezielle mathematische Modelle und Methoden. Dies befähigt sie, im jeweiligen Bereich komplexe und innovative Aufgaben zu analysieren und die Ergebnisse zu beurteilen.

1.2 Gliederung des Studiums

Das Studium wird in Fächer, die Fächer werden in Module, die jeweiligen Module in Lehrveranstaltungen gegliedert, wobei die meisten Module aus einer Vorlesung (mit oder ohne Übung) oder einem Seminar bestehen. Jedes Modul schließt mit einer Erfolgskontrolle 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 Masterarbeit besteht aus einem eigenen Modul mit 30 LP. Insgesamt müssen im Masterstudium 120 LP erworben werden, etwa gleichmäßig verteilt auf 4 Semester.

1.3 Die Fächer, Gebiete und ihre Module

Die in den Fächern angebotenen Module sind jeweils einem der vier **mathematischen Gebiete** *Algebra und Geometrie*, *Analysis*, *Angewandte und Numerische Mathematik* und *Stochastik* zugeordnet. Für die Masterprüfung

[1] Gültig ab Wintersemester 2016/17.

werden in der Regel keine einzelnen Module verpflichtend vorgeschrieben. Allerdings müssen im Fach 1 "Mathematische Methoden 1" aus einem der vier mathematischen Gebiete 24 Leistungspunkte und im Fach 2 "Mathematische Methoden 2" aus einem zweiten der vier Gebiete 16 Leistungspunkte erworben werden. Mindestens eines der in diesen Fächern gewählten Gebiete muss *Algebra und Geometrie* oder *Analysis* sein. Ferner sind in diesen beiden Fächern nur Vorlesungsmodule und keine Seminare zugelassen.
Im Fach 3 "Ergänzungsfach" sind insgesamt Module im Umfang von 16–24 LP zu bestehen. Diese Module sind entweder in einem der beiden mathematischen Gebiete zu wählen, die im Fach 1 und im Fach 2 nicht gewählt wurden, oder in einem der Fächer *Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau* oder *Elektrotechnik*. Werden die Module aus einem der mathematischen Gebiete gewählt, so sind keine Seminare zugelassen. Die Module aus der Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau bzw. Elektrotechnik und Informationstechnik 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. Es wird nachdrücklich empfohlen, den geplanten Studienverlauf im Ergänzungsfach mit dem Fachstudienberater zu besprechen, wenn im Ergänzungsfach kein mathematisches Gebiet gewählt wird. Die zugelassenen Module werden im Modulhandbuch aufgeführt, weitere können durch den Prüfungsausschuss zugelassen werden. Weitere Fächer können ebenfalls durch den Prüfungsausschuss genehmigt werden.
Im Fach 4 "Mathematisches Seminar" sind zwei Seminare mit je 3 LP vorgeschrieben, um die geforderten 6 LP als unbenotete Studienleistung zu erhalten.
Im Fach 5 "Mathematische Vertiefung" sind Module im Umfang von 14–22 LP zu bestehen. Die Festlegung der zugelassenen Module aus den oben genannten vier mathematischen Gebieten erfolgt im Modulhandbuch. Es kann maximal ein unbenotetes Seminar (mit 3 Leistungspunkten) eingebracht werden.
Die Summe der LP der im Fach "Ergänzungsfach" und im Fach "Mathematische Vertiefung" bestandenen Module muss mindestens 38 LP sein.
Das Fach 6 "Überfachliche Qualifikation" sieht den additiven Erwerb von überfachlichen Qualifikation im Umfang von 6 LP vor (siehe Abschnitt 1.6). Die hierbei belegten Lehrveranstaltungen können benotet oder unbenotet sein, in jedem Fall geht aber eine Note nicht in die Berechnung der Gesamtnote der Masterprüfung ein.

Mathematische Methoden 1 (24 LP)	Mathematische Methoden 2 (16 LP)
Ergänzungsfach (16-24 LP)	Mathematische Vertiefung (14-22 LP)
Ergänzungsfach und Mathematische Vertiefung müssen zusammen mindestens 38 LP ergeben.	
Mathematisches Seminar (6 LP)	Überfachliche Qualifikation (6 LP)
Masterarbeit (30 LP)	

1.4 Einführende Module in den mathematischen Gebieten

In den Fächern können Module gewählt werden, die sich besonders gut zur Einführung in die mathematischen Gebiete im Masterstudium eignen. Die folgenden Module werden regelmäßig, d.h. mindestens in jedem zweiten Jahr angeboten, und entsprechen einem Arbeitsaufwand von 8 Leistungspunkten (falls nicht anders angegeben).

Es werden die folgenden Abkürzungen verwendet: SWS = Semesterwochenstunde in Vorlesung + Übung, Ws = Wintersemester, Ss = Sommersemester.

- **Gebiet Algebra und Geometrie**
  - Algebra (4+2 SWS, Ws)
  - Differentialgeometrie (4+2 SWS, Ws)
  - Geometrische Gruppentheorie (4+2 SWS, Ss)

  Die den Modulen zugeordneten gleichnamigen 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 Gebiet Algebra und Geometrie. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir beispielsweise die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.

  - Algebraische Zahlentheorie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Algebra)
  - Algebraische Geometrie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Algebra)
  - Globale Differentialgeometrie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Riemannsche Geometrie)
  - Algebraische Topologie (4+2 SWS)
  - Stochastische Geometrie (4+2, Ss) (Voraussetzung: Räumliche Stochastik)[2]

- **Gebiet 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 den Modulen zugeordneten gleichnamigen 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 Gebiet Analysis. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir beispielsweise die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus.

  - Evolutionsgleichungen (4+2 SWS) (Voraussetzung: Funktionalanalysis)
  - Fourieranalysis (4+2 SWS) (Voraussetzung: Funktionalanalysis)
  - Integralgleichungen (4+2 SWS) (Voraussetzung: Funktionalanalysis)
  - Geometrische Analysis (4+2 SWS) (Voraussetzung: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen)
  - Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen (4+2 SWS) (Voraussetzung: Rand- und Eigenwertprobleme)

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

  Die den Modulen zugeordneten gleichnamigen Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten. Alle drei Module können schon im Bachelorstudium zur Vertiefung gewählt werden. Wenn sie dort nicht belegt worden sind, so empfehlen wir sie als wichtige Einstiegsmodule in das Gebiet Angewandte und Numerische Mathematik. Wurden diese Module schon im Bachelorstudium gehört, so empfehlen wir beispielsweise die folgenden Module zur Einführung. Sie setzen nur eine – und im Folgenden angegebene – der einführenden Vorlesungen voraus. (Zum Teil sind zusätzliche Analysiskenntnisse erforderlich, die in den jeweiligen Modulbeschreibungen genauer spezifiziert sind.)

[2] Dieses Modul kann wahlweise dem Gebiet Stochastik oder dem Gebiet Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

- Finite Elemente Methoden (4+2 SWS, Ws) (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)
- Spezielle Themen der Numerischen Linearen Algebra (4+2 SWS, Ss, wird alle zwei Jahre angeboten)

• **Gebiet Stochastik**

- Finanzmathematik in diskreter Zeit (4+2 SWS, Ws)
- Finanzmathematik in stetiger Zeit (4+2 SWS, Ss)
- Asymptotische Stochastik (4+2 SWS, Ws)
- Räumliche Stochastik (4+2 SWS, Ws)
- Stochastische Geometrie (4+2 SWS, Ss)[3] (Voraussetzung: Räumliche Stochastik)
- Generalisierte Regressionsmodelle (2+1 SWS, 4 LP, Ss)
- Zeitreihenanalyse (2+1 SWS, 4 LP, Ss)

Die den Modulen zugeordneten gleichnamigen Lehrveranstaltungen werden jährlich angeboten. Die folgenden Module werden ferner zur Vertiefung empfohlen.

- Mathematische Statistik (2+1 SWS, 4LP)
- Nichtparametrische Statistik (2+1 SWS, 4LP)
- Der Poisson-Prozess (3+1 SWS, 6 LP)
- Brownsche Bewegung (2+1 SWS, 4 LP)
- Vorhersagen: Theorie und Praxis (Teil 1: 2 SWS, 3 LP; Teil 2: 2+2 SWS, 5 LP)

1.5 Weiterführende Module in den mathematischen Gebieten

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 Überfachliche Qualifikationen

Teil des Studiums ist auch der Erwerb von 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 überfachlichen Qualifikationen 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

[3] Dieses Modul kann wahlweise dem Gebiet Stochastik oder dem Gebiet Algebra und Geometrie zugeordnet werden.

- **Orientierungswissen**
  1. Vermittlung von interdisziplinärem Wissen über das Anwendungsfach
  2. Medien, Technik und Innovation

Neben der integrativen Vermittlung von überfachlichen Qualifikationen ist der additive Erwerb von überfachlichen Qualifikationen im Umfang von mindestens 6 Leistungspunkten vorgesehen. Im Modul Überfachliche Qualifikationen können Veranstaltungen des House of Competence (HoC), des Sprachenzentrums oder des Zentrums für Angewandte Kulturwissenschaften (ZAK) belegt werden. Das aktuelle Angebot ergibt sich aus dem semesterweise aktualisierten Veranstaltungsprogramm. Die Inhalte werden in den Beschreibungen der Veranstaltungen auf den Internetseiten des HoC (http://www.hoc.kit.edu/studium), des ZAK (http://www.zak.kit.edu/sq) und des Sprachenzentrums (http://www.spz.kit.edu/) detailliert erläutert. In dem hier integrierten Modulhandbuch werden deswegen im Gegensatz zu den fakultätsinternen Lehrveranstaltungen die einzelnen Lehrveranstaltungen nicht aufgeführt, sondern lediglich ein Überblick über die einzelnen Wahlbereiche gegeben.

1.7 Exemplarische Studienverläufe

In den folgenden Beispielen wurden für das Ergänzungsfach Module aus den vier mathematischen Gebieten gewählt. Aufgrund des Bereichs von 16 LP bis 24 LP im Ergänzungsfach ist eine passende Wahl in jedem der Anwendungsfächer unproblematisch.

Beispiel 1: Beginn im Sommersemester

Semester 1: 30 LP, 4 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Analysis): Spektraltheorie 8 LP
- Fach 2 (Stochastik): Zeitreihenanalyse 4 LP, Generalisierte Regressionsmodelle 4 LP
- Fach 3 (Algebra und Geometrie): Geometrische Gruppentheorie 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 2: 32 LP, 4 Prüfungsleistungen

- Fach 1 (Analysis): Funktionalanalysis 8 LP, Klassische Methoden für Partielle Differentialgleichungen 8 LP
- Fach 2 (Stochastik): Asymptotische Stochastik 8 LP
- Fach 3 (Algebra und Geometrie): Geometrische Gruppentheorie 2 8 LP oder Algebraische Topologie 8 LP

Semester 3: 28 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach Mathematische Vertiefung: Finanzmathematik in stetiger Zeit 8 LP, Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen oder Spezielle Themen der Numerischen Linearen Algebra mit je 8 LP, Spezialvorlesung mit 6 LP wie z.B. Perkolation oder Der Poissonprozess oder Numerische Verfahren für Maxwellgleichungen oder Geometrische Numerische Integration oder Steuerungstheorie
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 4: 30 LP

- Masterarbeit

Beispiel 2: Beginn im Sommersemester

Semester 1: 30 LP, 4 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Stochastik): Finanzmathematik in stetiger Zeit 8 LP, Zeitreihenanalyse 4 LP, Generalisierte Regressionsmodelle 4 LP

- Fach 2 (Algebra und Geometrie): Geometrische Gruppentheorie 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 2: 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Stochastik): Räumliche Stochastik 8 LP
- Fach 2 (Algebra und Geometrie): Algebraische Topologie 8 LP
- Fach 3 (Angewandte und Numerische Mathematik): Numerische Methoden für Differentialgleichungen 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 3: 30 LP, 4 Prüfungsleistungen

- Fach 3 (Angewandte und Numerische Mathematik): Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen 8 LP
- Fach Mathematische Vertiefung: Stochastische Geometrie 8 LP, Algebraische Topologie 2 8 LP, Spezialvorlesung 6 LP (oder zwei Seminare oder ein Seminar und eine Spezialvorlesung mit 3 LP)

Semester 4: 30 LP

- Masterarbeit

Beispiel 3: Beginn im Wintersemester

Semester 1: 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Algebra und Geometrie): Algebra 8 LP, Differentialgeometrie 8 LP
- Fach 2 (Analysis): Funktionalanalysis 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 2: 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Algebra und Geometrie): Geometrische Gruppentheorie 8 LP
- Fach 2 (Analysis): Rand- und Eigenwertprobleme 8 LP
- Fach Mathematische Vertiefung: Geometrie der Schemata 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 3: 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach Mathematische Vertiefung: Geometrische Gruppentheorie 2 8 LP
- Fach 3 (Stochastik): Asymptotische Stochastik 8 LP, Räumliche Stochastik 8 LP, Der Poissonprozess 6 LP (oder eine andere LV mit 6 LP)

Semester 4: 30 LP

- Masterarbeit

Beispiel 4: Beginn im Wintersemester

Semester 1: 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Analysis): Funktionalanalysis 8 LP
- Fach 2 (Stochastik): Räumliche Stochastik 8 LP oder Finanzmathematik in diskreter Zeit 8 LP
- Fach 3 (Angewandte und Numerische Mathematik): Numerische Methoden für Differentialgleichungen 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 2: 30 LP, 3 Prüfungsleistungen, 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Analysis): Spektraltheorie 8 LP
- Fach 2 (Stochastik): Stochastische Geometrie 8 LP oder Finanzmathematik in stetiger Zeit 8 LP
- Fach 3 (Angewandte und Numerische Mathematik): Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen oder Spezielle Themen der Numerischen Linearen Algebra je 8 LP
- Fach Überfachliche Qualifikation 3 LP
- Fach Mathematisches Seminar 3 LP

Semester 3: 30 LP, 4 Prüfungsleistungen oder 3 Prüfungsleistungen + 2 Studienleistungen

- Fach 1 (Analysis): Klassische Methoden für Partielle Differentialgleichungen 8 LP
- Fach 3 (Angewandte und Numerische Mathematik): Finite Elemente Methoden 8 LP
- Fach Mathematische Vertiefung: Differentialgeometrie 8 LP oder Asymptotische Stochastik 8 LP
- Fach Mathematische Vertiefung: Vorlesungsmodul mit 6 LP oder zwei Seminare mit zusammen 6 LP

Semester 4: 30 LP

- Masterarbeit

2 Aktuelle Änderungen

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

3 Module

3.1 Alle Module

Modul: Differentialgeometrie [MATHMMAG04]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

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

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 Prüfung (120 Minuten).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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
Tensoren
Riemannsche Metriken
Lineare Zusammenhänge
Kovariante Ableitung
Parallelverschiebung
Geodätische
Krümmungstensor und Krümmungsbegriffe

Optional:

Bündel

Differentialformen
Satz von Stokes

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Algebra [MATHMMAG05]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

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

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.) (nach §4(2), 2 SPO).
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes

- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Konvexe Geometrie [MATHMMAG07]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
keine

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Algebraische Zahlentheorie [MATHMMAG09]

Koordination: C. Schmidt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.) (nach §4(2), 2 SPO).
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Algebra“ werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Algebraische Geometrie [MATHMMAG10]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.) (nach §4(2), 2 SPO).
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Geometrie der Schemata [MATHMMAG11]

Koordination: F. Herrlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.) (nach §4(2), 2 SPO).
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Geometrische Gruppentheorie [MATHMMAG12]

Koordination: R. Sauer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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, P. Schwer, W. Tuschmann

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung von 120 min.
Die Modulnote ist die Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls “Einführung in die Geometrie und Topologie” bzw. “Elementare Geometrie“ werden empfohlen. Das Modul „Einführung in Algebra und Zahlentheorie” ist hilfreich.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Sommersemester.

Modul: Modulformen [MATHAG23]

Koordination: C. Schmidt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.) (nach §4(2), 2 SPO).
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls “Einführung in Algebra und Zahlentheorie” und Grundlagen der Funktionentheorie, etwa aus dem Modul “Analysis 4”, werden vorausgesetzt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Geometrische Gruppentheorie II [MATHAG24]

Koordination: R. Sauer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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, P. Schwer

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30min) (nach §4(2), 2 SPO). Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung. Die Prüfung wird jedes Semester angeboten und kann zu jedem ordentlichen Prüfungstermin wiederholt werden.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Geometrische Gruppentheorie I, Differentialgeometrie

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- haben eine tieferes Verständnis für exemplarische Objekte und Konzepte im Bereich der geometrischen Gruppentheorie
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und Abschlussarbeiten im Umfeld der geometrischen Gruppentheorie zu schreiben

Inhalt
Ausgewählte Themen der geometrischen Gruppentheorie wie z.B.

- Gromov-hyperbolische Räume
- Lie-Gruppen und diskrete Untergruppen
- Symmetrische Räume und arithmetische Gruppen
- Automorphismen-Gruppen von freien Gruppen
- Teichmüller-Räume und Abbildungsklassengruppen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Graphentheorie [MATHAG26]

Koordination: M. Axenovich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (3h). Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb kann ein Bonus erworben werden. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4). Der Bonus gilt nur für ein Jahr nachdem er erworben wurde.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse in lineare Algebra und Analysis sind empfohlen.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können grundlegende Begriffe und Techniken der Graphentheorie nennen, erörtern und anwenden. Sie können geeignete diskrete Probleme als Graphen modellieren und Resultate wie Menger's Satz, Kuratowski's Satz oder Turán's Satz, sowie die in den Beweisen entwickelten Ideen, auf Graphenprobleme anwenden. Insbesondere können die Studierenden Graphen hinsichtlich ihrer Kennzahlen wie Zusammenhang, Planarität, Färbbarkeit und Kantenzahl untersuchen. Sie sind in der Lage, Methoden aus dem Bereich der Graphentheorie zu verstehen und kritisch zu beurteilen. Desweiteren können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

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, Pfaden, Zykeln, Wegen in Graphen, unvermeidliche Teilgraphen in dichten Graphen, planare Graphen, Graphenfärbung, Ramsey-Theorie, Regularität in Graphen.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen

- Turnus: jedes zweite Jahr im Wintersemester
- Unterrichtssprache: Englisch

Modul: Globale Differentialgeometrie [MATHAG27]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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: Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Kombinatorik in der Ebene [MATHAG28]

Koordination: M. Axenovich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
7	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse in linearer Algebra, Kombinatorik und Graphentheorie sind empfohlen.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können Begriffe und Techniken der kombinatorischen ebenen Geometrie nennen, erörtern und anwenden. Sie können geeignete diskrete geometrische Probleme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Die Studierenden können Resultate und Methoden, wie das Kreuzungslemma, den Schinken-Sandwich-Satz oder den Satz von Erdös-Szekeres, sowie die in den Beweisen entwickelten Ideen, auf geometrische Probleme anwenden. Insbesondere sind sie in der Lage, Konfigurationen von Punkten und Linien zu dualisieren oder Helly Zahlen zu bestimmen. Die Studierenden sind fähig, Methoden aus dem Bereich der diskreten Geometrie zu verstehen und kritisch zu beurteilen. Desweiteren können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 210 Stunden

Präsenzzeit: 75 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 135 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Unterrichtssprache: Englisch

Modul: Vergleichsgeometrie [MATHAG30]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	5

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG30	Vergleichsgeometrie	2/2	W/S	5	W. Tuschmann

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Vorlesung 'Differentialgeometrie'.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen haben ein tieferes Verständnis exemplarischer Konzepte und Methoden der Vergleichsgeometrie, einem Teilgebiet der modernen Differentialgeometrie und Riemannschen Geometrie erworben und sind auf eigenständige Forschung und weiterführende Seminare im Gebiet der Differentialgeometrie vorbereitet.

Inhalt
The course provides a thorough introduction to comparison theory in Riemannian geometry:
What can be said about a complete Riemannian manifold when (mainly lower) bounds for the sectional or Ricci curvature are given? Starting from the comparison theory for the Riccati ODE which describes the evolution of the principal curvatures of equidistant hypersurfaces, we discuss the global estimates for volume and length given by Bishop-Gromov and Toponogov. An application is Gromov's estimate of the number of generators of the fundamental group and the Betti numbers when lower curvature bounds are given. Using convexity arguments, we prove the "soul theorem" of Cheeger and Gromoll and the sphere theorem of Berger and Klingenberg for nonnegative curvature. If lower Ricci curvature bounds are given we exploit subharmonicity instead of convexity and show the rigidity theorems of Myers-Cheng and the splitting theorem of Cheeger and Gromoll. The Bishop-Gromov inequality shows polynomial growth of finitely generated subgroups of the fundamental group of a space with nonnegative Ricci curvature (Milnor). We also discuss briefly Bochner's method.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: CAT(0) kubische Komplexe [MATHAG32]

Koordination: P. Schwer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG32	CAT(0) kubische Komplexe	4/2	W/S	8	P. Schwer

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30min.).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Einführung in Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ werden benötigt. Das Modul „Geometrische Gruppentheorie“ ist hilfreich.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- kennen Methoden und Ergebnisse aus dem Bereich der CAT(0) Räume und darauf wirkender Gruppen kennen. Sie verstehen die besondere Rolle der CAT(0) kubischen Komplexe.
- sind in der Lage, Methoden und Techniken aus dem Bereich der CAT(0) Räume und Gruppen zu benennen, zu diskutieren und anzuwenden.
- sind darauf vorbereitet, aktuelle Forschungsarbeiten im Gebiet der kubischen Komplexe und darauf wirkender Gruppen zu lesen.

Inhalt

- Geometrie der CAT(0) Räume
- Elementare Eigenschaften von CAT(0) Gruppen
- Geometrische Struktur von CAT(0) kubischen Komplexen
- Kubulierung von Gruppen und Pocsets
- Beispielklassen für CAT(0) Räume (z.B. symmetrische Räume, Gebäude), CAT(0) Gruppen, sowie CAT(0) kubischen Gruppen (z.B. Coxetergruppen)

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Algebraische Topologie [MATHAG34]

Koordination: R. Sauer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG34	Algebraische Topologie	4/2	W/S	8	H. Kammeyer, R. Sauer

Erfolgskontrolle
Schriftliche Prüfung im Umfang von 120 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Einführung in die Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ werden empfohlen. Das Modul „Einführung in Algebra und Zahlentheorie“ kann hilfreich sein, ist aber nicht notwendig.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- können die Homologie grundlegender Beispielsräume berechnen,
- beherrschen elementare Techniken der homologischen Algebra (Diagrammjagd),
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

Inhalt

- CW-Komplexe
- Satz von Seifert und van Kampen
- Homotopiegruppen
- Singuläre Homologie und Kohomologie
- Grundzüge der homologischen Algebra (Projektive Auflösung, Tor, Ext)

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Sommersemester.

Modul: Einführung in die geometrische Maßtheorie [MATHAG35]

Koordination: S. Winter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG35	Einführung in die geometrische Maßtheorie	3/1	W/S	6	S. Winter

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Kombinatorik [MATHAG37]

Koordination: M. Axenovich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG37	Kombinatorik	4/2	S	8	M. Axenovich, T. Ueckerdt

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (3h). Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb kann ein Bonus erworben werden. Liegt die Note der schriftlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4). Der Bonus gilt nur für ein Jahr nachdem er erworben wurde.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse in lineare Algebra und Analysis sind empfohlen.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können grundlegende Begriffe und Techniken der Kombinatorik nennen, erörtern und anwenden. Sie können kombinatorische Probleme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Die Studierenden können Resultate und Methoden, wie das Inklusions-Exklusions-Prinzip, Erzeugendenfunktionen oder Young Tableaux, sowie die in den Beweisen entwickelten Ideen, auf kombinatorische Probleme anwenden. Insbesondere sind sie in der Lage, die Anzahl der geordneten und ungeordneten Arrangements gegebener Größe zu bestimmen oder die Existenz solcher Arrangements zu beweisen oder zu widerlegen. Die Studierenden sind fähig, Methoden aus dem Bereich der Kombinatorik zu verstehen und kritisch zu beurteilen. Desweiteren können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

Inhalt
Die Vorlesung bietet eine Einführung in die Kombinatorik. Angefangen mit Problemen des Abzählens und Bijektionen, werden die klassischen Methoden des Inklusion-Exklusions-Prinzip und der erzeugenden Funktionen behandelt. Weitere Themengebiete beinhalten Catalan-Familien, Permutationen, Partitionen, Young Tableaux, partielle Ordnungen und kombinatorische Designs.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen

- Turnus: jedes zweite Jahr im Sommersemester
- Unterrichtssprache: Englisch

Modul: L2-Invarianten [MATHAG38]

Koordination: H. Kammeyer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG38	L2-Invarianten	2/2	W/S	5	H. Kammeyer, R. Sauer

Erfolgskontrolle
Mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten).
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Inhalte der Module „Einführung in Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ (Fundamentalgruppe und Überlagerungen) sowie „Algebraische Topologie“ (CW-Komplexe, Kettenkomplexe, Homologie) werden benötigt.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen
-verstehen Motivation und Umsetzung der Definitionen von L2-Invarianten,
-kennen Methodik und Werkzeuge, sie in einfachen Beispielen zu berechnen,
-wissen um die Relevanz der L2-Invarianten in verschiedenen mathematischen Gebieten und können sie in diesen Zusammenhängen einsetzen.

Inhalt
-Hilbertmoduln und von-Neumann-Dimension
-L2-Betti-Zahlen von CW-Komplexen und Gruppen
-Novikov-Shubin-Invarianten
-Fuglede-Kadison-Determinante und L2-Torsion

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie [MATHAG40]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	5

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG40	Gruppenwirkungen in der Riemannschen Geometrie	2/2	W/S	5	W. Tuschmann

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung (ca. 20min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Differentialgeometrie“ werden empfohlen.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen
- verstehen grundlegende Fragestellungen aus der Theorie der Gruppenwirkungen auf Riemannschen Mannigfaltigkeiten,
- erkennen die Relevanz der Gruppenwirkungen für Probleme in der Riemannschen Geometrie,
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der Gruppenwirkungen auf Riemannschen Mannigfaltikeiten zu schreiben.

Inhalt
Gruppenwirkungen

- Isotropiegruppen, Bahnen, Bahnenraum.
- Scheibensatz.
- Homogene Räume, Kohomogenität-Eins-Mannigfaltigkeiten.

Geometrie der Bahnenräume

- Elementare Alexandrov-Geometrie.
- Positive Krümmung und Abstandsfunktion.

Krümmung und Gruppenwirkungen

- Der Satz von Hsiang-Kleiner und seine Verallgemeinerungen.
- Symmetrierang von Mannigfaltigkeiten mit positiver Krümmung.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Algebraische Topologie II [MATHAG41]

Koordination: R. Sauer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG41	Algebraische Topologie II	4/2	W/S	8	R. Sauer

Erfolgskontrolle
Schriftliche Prüfung im Umfang von 120 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Einführung in die Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ und “Algebraische Topologie” werden empfohlen.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- können die Kohomologieringe grundlegender Beispielsräume berechnen,
- beherrschen grundlegende Techniken der homologischen Algebra,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

Inhalt

- Singuläre Kohomologie
- Produktstrukturen in der Kohomologie
- Universelle Koeffiziententheoreme der homologischen Algebra
- Poincare Dualität

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Turnus: Alle zwei Jahre.

Modul: Extremale Graphentheorie [MATHAG42]

Koordination: M. Axenovich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG42	Extremale Graphentheorie	4/2	W/S	8	M. Axenovich, T. Ueckerdt

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.)
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse in lineare Algebra, Analysis und Graphentheorie sind empfohlen.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können Begriffe und Techniken der extremalen Graphentheorie nennen, erörtern und anwenden. Sie können extremale graphentheoretische Probleme analysieren, strukturieren und formal beschreiben. Die Studierenden verstehen Szemeredis Regularitätslemma und Szemeredis Satz und können diese, sowie probabilistische Techniken, wie abhängige Zufallswahlen und mehrschrittige zufällige Färbungen, anwenden. Sie kennen die besten Schranken für die Extremalzahlen von vollständigen Graphen, Kreisen, vollständig bipartiten Graphen und bipartiten Graphen mit beschränktem Maximalgrad. Die Studierenden verstehen Ramseys Satz für Graphen und Hypergraphen und können diesen, als auch Stepping-Techniken zur Abschätzung von Ramseyzahlen, anwenden. Desweiteren kennen und verstehen sie die Ramseyzahlen für Graphen mit beschränktem Maximalgrad. Zusätzlich können die Studierenden in englischer Fachsprache kommunizieren.

Inhalt
Die Vorlesung vermittelt tiefergehende Konzepte der Graphentheorie, vor allem in den Bereichen der extremalen Funktionen, Regularität und der Ramsey-Theorie für Graphen und Hypergraphen. Weitere Themen beinhalten Turáns Satz, Erdös-Stone Satz, Szemerédis Lemma, Graphenfärbungen und probabilistische Techniken.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Unterrichtssprache: Englisch

Modul: Spin-Mannigfaltigkeiten, alpha-Invariante und positive Skalarkrümmung [MATHAG43]

Koordination: W. Tuschmann
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG43	Spin-Mannigfaltigkeiten, alpha-Invariante und positive Skalarkrümmung	2/2	W/S	5	S. Klaus, W. Tuschmann

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Differentialgeometrie und Globale Differentialgeometrie, Algebraische Topologie

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen
- verstehen grundlegende Fragestellungen aus der Theorie der Spin-Geometrie und Riemannschen Mannigfaltigkeiten mit positiver Skalarkrümmung;
- erkennen die Relevanz der charakteristischen Klassen und Bordismustheorien für Probleme in der Differentialgeometrie und Riemannschen Geometrie;
- sind grundsätzlich in der Lage, aktuelle Forschungsarbeiten zu lesen und eine Abschlussarbeit auf dem Gebiet der der Spin-Geometrie und Riemannschen Mannigfaltigkeiten mit positiver Skalarkrümmung zu schreiben.

Inhalt
Atiyah-Singer-Index-Theorem, alpha-Invariante von Atiyah und A-Geschlecht, Beweis der Vermutung von Gromov und Lawson über die Existenz von Metriken mit positiver Skalarkrümmung auf einfach einfach-zusammenhängenden Spin-Mannigfaltigkeiten nebst den dazu benötigten Grundlagen aus der Differentialtopologie und Homotopietheorie, wie z.B. K-Theorie, charakteristische Klassen, Chirurgie, Spin-Bordismus, Pontrjagin-Thom-Konstruktion und Adams-Spektralsequenz.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Homotopietheorie [MATHAG44]

Koordination: R. Sauer
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG44	Homotopietheorie	4/2	W/S	8	R. Sauer

Erfolgskontrolle
Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Einführung in die Geometrie und Topologie“ bzw. „Elementare Geometrie“ und “Algebraische Topologie I,II” werden benötigt.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- können Homotopiegruppen und Kohomologiealgebren grundlegender Beispielsräume berechnen
- beherrschen fortgeschrittene Techniken der homologischen Algebra
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten

Inhalt

- Bordismustheorie
- höhere Homotopiegruppen
- Spektralsequenzen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Die Riemannsche Zeta-Funktion [MATHAG45]

Koordination: F. Januszewski
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Algebra/Geometrie

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAG45	Die Riemannsche Zeta-Funktion	2/1	W/S	4	F. Januszewski

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 20min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen die fundamentalen Eigenschaften der Riemannschen Zeta-Funktion, insbesondere als Prototyp allgemeiner L-Funktionen (Euler-Produkt, meromorphe Fortsetzung, Funktionalgleichung). Weiterhin können die Studierenden aus den Eigenschaften der Zeta-Funktion den Primzahlsatz ableiten und die Relevanz der Riemannschen Vermutung für die Verteilung der Primzahlen erkläutern.

Inhalt

- Definition und Konvergenz, Euler-Produkt-Entwicklung
- Analytische Fortsetzung und Funktionalgleichung
- Anwendungen auf den Primzahlsatz, Riemannsche Vermutung

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Funktionalanalysis [MATHMMAN05]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

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

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 Prüfung von 120 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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
Literatur: D. Werner, Funktionalanalysis.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben

- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Integralgleichungen [MATHMMAN07]

Koordination: F. Hettlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30min.).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen [MATHMMAN08]

Koordination: M. Plum
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

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

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1+2+3
Lineare Algebra 1+2

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Rand- und Eigenwertprobleme [MATHMMAN09]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

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

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Spektraltheorie [MATHMMAN10]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

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

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: mündliche Prüfung, ca 30 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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
- Sektorielle Operatoren
- Anwendungen auf partielle Differentialgleichungen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

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

Koordination: M. Plum
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme
Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Evolutionsgleichungen [MATHMMAN12]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung von ca. 30 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
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
Literatur: K.-J. Engel und R. Nagel, One-Parameter Semigroups for Linear Evolution Equations.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Turnus: Alle zwei Jahre.

Modul: Fourieranalysis [MATHMMAN14]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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 Prüfung 120 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul "Funktionalanalysis" sollte bereits belegt worden sein.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Turnus: Alle zwei Jahre.

Modul: Komplexe Analysis [MATHMMAN16]

Koordination: C. Schmoeger
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagen der Funktionentheorie, etwa aus dem Modul „Analysis 4“

Qualifikationsziele
Die Studierenden können die Grundbegriffe und Resultate der Theorie unendlicher Produkte erläutern und im Rahmen der Weierstraßschen Sätze in Beispielen anwenden.
Sie können den Satz von Mittag-Leffler wiedergeben und aus ihm Folgerungen ableiten.
Den Riemannschen Abbildungssatz können sie erläutern und sind in der Lage zu beschreiben, wie der Satz von Montel lautet und wie dieser Satz in den Beweis der Riemannschen Satzes eingeht.
Die Studierenden können die wichtigsten Eigenschaften der Klasse S der schlichten Funktionen nennen und die (bewiesene) Bieberbachsche Vermutung formulieren.
Sie können die Grundbegriffe der Theorie harmonischer Funktionen erläutern und in Beispielen anwenden.
Gleiches gilt für das Schwarzsche Spiegelungsprinzip.
Eigenschaften regulärer und singulärer Punkte bei Potenzreihen können sie beschreiben und in Beispielen diskutieren.

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Modelle der mathematischen Physik [MATHMMAN17]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1-3

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Steuerungstheorie [MATHAN18]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN18	Steuerungstheorie	3/1	W/S	6	R. Schnaubelt, L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung von ca. 20 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können die zentralen Konzepte der Behandlung kontrollierter linearer Differentialgleichungssysteme (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit) und die zugehörigen Charakterisierungen erläutern und in Beispielen anwenden. Sie sind in der Lage die Grundzüge der Theorie der Transferfunktionen und der Realisierungstheorie zu beschreiben. Die Lösung des quadratischen optimalen Kontrollproblems können sie diskutieren und auf die Feedback Synthese anwenden. Sie können die Grundbegriffe der Steuerungstheorie samt der zugehörigen Kriterien auch für nichtlineare System beschreiben und auf Beispiele anwenden.

Inhalt
Kontrollierte lineare Differentialgleichungssysteme: Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit,
Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit,
Transferfunktionen,
Realisierungstheorie,
Quadratische optimale Kontrolle, Feedback-Synthese
Nichtlineare Kontrolltheorie: Grundbegriffe, Kriterien via Linearisierung, Lie Klammern und Lyapunov Funktionen
Literatur: J. Zabczyk, Mathematical Control Theory. An Introduction.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Nichtlineare Evolutionsgleichungen [MATHMMAN19]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung von ca. 30 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Evolutionsgleichungen
Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Potentialtheorie [MATHMMAN20]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 30 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
Die Studierenden sind in der Lage, die Begriffe der Potentialtheorie in der Theorie und an Beispielen zu erläutern. Sie können die Hauptsätze wiedergeben, beweisen, anhand von Beispielen verdeutlichen, auf Spezialfälle reduzieren und auf verwandte Fragestellungen anwenden.

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Randwertprobleme für nichtlineare Differentialgleichungen [MATHMMAN21]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Funktionalanalysis
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Spektraltheorie von Differentialoperatoren [MATHMMAN22]

Koordination: M. Plum
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Rand- und Eigenwertprobleme
Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
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.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Stochastische Differentialgleichungen [MATHMMAN24]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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: mündliche Prüfung, ca 30 min.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul “Funktionalanalysis” sollte bereits belegt worden sein.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben

- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Variationsrechnung [MATHMMAN25]

Koordination: W. Reichel
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Funktionalanalysis
Klassische Methoden für partielle Differentialgleichungen
Rand- und Eigenwertprobleme

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Streutheorie [MATHMMAN26]

Koordination: F. Hettlich
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30min.).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Maxwellgleichungen [MATHMMAN28]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 30 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
Die Studierenden sind in der Lage, die mathematischen Fragestellungen aus der Theorie der Maxwellschen Gleichungen an Beispielen zu erläutern.
Sie können die Hauptsätze wiedergeben, beweisen, auf Spezialfälle anwenden und mit den Eigenschaften einfacherer Differentialgleichungen (z.B. der Helmholtzgleichung) vergleichen.

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Nichtlineare Funktionalanalysis [MATHAN29]

Koordination: G. Herzog
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
3	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min.)
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Monotoniemethoden in der Analysis [MATHAN31]

Koordination: G. Herzog
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
3	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min.)

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.

Qualifikationsziele
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.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Banachalgebren [MATHAN32]

Koordination: G. Herzog
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
3	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min.)

Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Kenntnisse der Funktionentheorie (z.B. aus Analysis 4) sind hilfreich.

Qualifikationsziele
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.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

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

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN33	Spezielle Funktionen und Anwendungen in der Potentialtheorie	2/2	W/S	5	A. Kirsch

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 20 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
Die Studierenden können die grundlegenden Definitionen und Eigenschaften der in der Vorlesung behandelten speziellen Funktionen wiedergeben und in der Potentialtheorie anwenden. Sie sind in der Lage, zusätzliche Eigenschaften dieser Funktionen herzuleiten, anzuwenden und die Techniken auf verwandte Funktionen übertragen.

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Geometrische Analysis [MATHAN36]

Koordination: T. Lamm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
Die Studierenden können

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

Inhalt
Geometrische Evolutionsgleichungen
Geometrische Variationsprobleme
Minimalflaechen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Sobolevräume [MATHAN37]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN37	Sobolevräume	2/2	W/S	5	A. Kirsch

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 20 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Basisvorlesungen der Mathematik oder HM I-III

Qualifikationsziele
Die Studierenden können die Bedeutung der Sobolevräume in der Theorie partieller Differentialgleichungen erläutern. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Eigenschaften wiederzugeben und zu beweisen.

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Wandernde Wellen [MATHAN38]

Koordination: J. Rottmann-Matthes
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

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 (ca. 30min.). Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen die grundlegenden, aktuellen analytische und numerische Methoden zur Untersuchung wandernder Wellen. Sie sind in der Lage, 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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Stochastische Evolutionsgleichungen [MATHAN40]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN40-1	Stochastische Evolutionsgleichungen	4	W/S	6	L. Weis
MATHAN40-2	Ergänzung aus der Stochastischen Analysis	2	W/S	2	L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten).
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein:
Wahrscheinlichkeitstheorie, Spektraltheorie.

Qualifikationsziele
Die Studenten können stochastische Störungen von PDE´s als stochastische partielle Differentialgleichungen modellieren. Sie kennen grundlegende Existenzaussagen für stochastische PDE und wesentliche qualitative Eigenschaften ihrer Lösungen. Sie verstehen das Zusammenspiel analytischer und stochastischer Methoden (Fernique), insbesondere beherrschen sie Methoden der stochastischen Analysis und die Besonderheiten, die bei der stochastischen Integration Banachraumwertiger Prozesse auftreten.

Inhalt

- Gauß´sche Maße auf Banachräumen, Satz von Fernique
- Wiener Prozesse auf Banachräumen und die Loeve- Kahunen Darstellung
- Banachraumwertige Martingale und die UMD- Eigenschaft eines Banachraumes
- Ito- Integrale für Prozesse in UMD-Räumen und Burkholder-Gundy Ungleichungen, Decoupling
- Modellierung stochastischer Störungen von PDE´s
- Existenz- Eindeutigkeits-Aussagen und Regularitäts-Aussagen für parabolische stochastische Differentialgleichungen
- Stochastische Wärmeleitungsgleichung.
- Beispiele für stochastische Schrödinger- und Wärmeleitungsgleichungen.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Nichtlineare Schrödinger- und Wellengleichungen [MATHAN41]

Koordination: L. Weis
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN41	Nichtlineare Schrödinger- und Wellengleichungen	4/2	W/S	8	L. Weis

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung (ca. 30 Min.)
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Qualifikationsziele
Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften der Fouriertransformationen und können damit explizite Lösungen von Evolutionsgleichungen mit konstanten Koeffizienten berechnen. Sie verstehen die Bedeutung der Dispersionsrelation für das Lösungsverhalten der Gleichung. Sie kennen die grundlegenden Methoden zum Beweis von Strichartz Ungleichungen, wie z.B. den Satz von Marcinkiewicz, oszillatorische Integrale und die Paley- Littlewood- Theorie. Die Studenten beherrschen die grundlegenden Aussagen zur Lösungstheorie von Schrödinger- und Wellengleichungen, sowohl zu lokalen und globalen Lösungen und der Entwicklung von Singularitäten.

Inhalt

- Fouriertransformation auf S (|R^d) und L^2(|R^d)
- Lösungsformeln für lineare Schrödinger- und Wellengleichungen
- Oszillatorische Integrale
- Interpolationssatz von Marcinkiewicz
- Paley- Littlewood- Theorie
- Strichartz- Ungleichungen für lineare Schrödingergleichung
- Lösungstheorie nichtlinearer Schrödingerleichungen: lokal, global, blow-up
- Strichartz- Ungleichungen für die Wellengleichung
- Lösungstheorie für nichtlineare Wellengleichungen: lokal, global, blow-up

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Internetseminar für Evolutionsgleichungen [MATHANISEM]

Koordination: R. Schnaubelt
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

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

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 Prüfung von 120 min.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Folgende Module sollten bereits belegt worden sein: Funktionanalysis.

Qualifikationsziele
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.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 210 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

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: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

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

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 Prüfung im Umfang von 120 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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, Ordnung, Stabilität, steife Probleme)
- Numerische Methoden für Randwertaufgaben (Finite-Differenzen/Finite-Elemente-Verfahren für elliptische Gleichungen zweiter Ordnung)
- Numerische Methoden für Anfangsrandwertaufgaben (Finite-Differenzen/Finite-Elemente-Verfahren für Parabolische Gleichungen und Hyperbolische Gleichungen)

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen [MATHMMNM05]

Koordination: W. Dörfler, T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

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

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen

3 Stunden Vorlesung und 3 Stunden Praktikum

Modul: Inverse Probleme [MATHMMNM06]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

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

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: mündliche Prüfung (ca. 30 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Finite Elemente Methoden [MATHMMNM07]

Koordination: W. Dörfler, C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

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

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 im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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{̂}n
- Grundlegende Konzepte der Implementierung
- Elliptische Eigenwertprobleme
- Gemischte Methoden

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Paralleles Rechnen [MATHMMNM08]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

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: bestandenes Praktikum.
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
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).

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen [MATHMMNM09]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Methoden in der Elektrodynamik [MATHMMNM13]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Wavelets [MATHMMNM14]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik [MATHMMNM15]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul „Funktionalanalysis“ ist hilfreich.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

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

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Das Modul „Funktionalanalysis“ ist hilfreich.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen kennen die wesentlichen mathematischen Werkzeuge der Signal- und Bildverarbeitung sowie deren Eigenschaften. 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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren [MATHMMNM17]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Einmalig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM17	Mehrgitter- und Gebietszerlegungs-verfahren	2/1	W/S	4	C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

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

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

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Methoden in der Finanzmathematik [MATHMMNM18]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlegende Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ und Grundkenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen sowie Programmierkenntnisse in MATLAB werden benötigt.

Qualifikationsziele
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
- Bewertung von amerikanischen Optionen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Wintersemester.

Modul: Adaptive Finite Elemente Methoden [MATHMMNM19]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Methoden für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen [MATHMMNM20]

Koordination: M. Hochbruck
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Methoden für Differentialgleichungen, Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Optimierungsmethoden [MATHMMNM25]

Koordination: C. Wieners
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Optimierungstheorie

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Methoden in der Finanzmathematik II [MATHNM26]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Empfehlungen: Grundlegende Inhalte des Moduls “Numerische Methoden in der Finanzmathematik” und Programmierkenntnisse (möglichst in MATLAB) werden benötigt.

Qualifikationsziele
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 implementieren und 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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Wird jedes 4. Semester angeboten, jeweils im Sommersemester.

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

Koordination: G. Thäter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Die Veranstaltung findet immer auf Englisch statt.

Modul: Numerische Methoden für hyperbolische Gleichungen [MATHNM28]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

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 im Umfang von ca. 25 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes

- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Methoden für Integralgleichungen [MATHNM29]

Koordination: T. Arens
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	5

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min.).
Durch die erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb kann ein Bonus erworben werden. Liegt die Note der mündlichen Prüfung zwischen 4,0 und 1,3, so verbessert der Bonus die Note um eine Notenstufe (0,3 oder 0,4).
Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung, ggf. modifiziert durch den Bonus aus dem Übungsbetrieb.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1
Integralgleichungen

Qualifikationsziele
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
Randintegraloperatoren

Interpolation

Quadraturformeln

Approximation durch degenerierte Kernfunktionen

Nyström-Verfahren

Projektionsverfahren

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Spezielle Themen der numerischen linearen Algebra [MATHNM30]

Koordination: M. Hochbruck
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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, V. Grimm , M. Neher

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1 und 2

Qualifikationsziele
Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der Methoden und Konzepte der numerischen linearen Algebra für große Matrizen. 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
- Matrixfunktionen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Geometrische numerische Integration [MATHNM31]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM31	Geometrische numerische Integration	3/1	W/S	6	M. Hochbruck, T. Jahnke

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Turnus: Mindestens alle zwei Jahre

Modul: Optimierung in Banachräumen [MATHNM32]

Koordination: A. Kirsch
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

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
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 30 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Erwünscht sind grundlegende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
Die Studierenden sind in der Lage, Eigenschaften endlichdimensionaler Optimierungsprobleme auf unendlichdimensionale Fälle zu übertragen und diese auf Probleme der Approximationstheorie, der Variationsrechnung und der optimalen Steuerungstheorie anzuwenden. Sie können die Hauptsätze wiedergeben, beweisen und anhand von Beispielen erläutern.

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.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen [MATHNM33]

Koordination: T. Jahnke
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM33	Numerische Verfahren für die Maxwellgleichungen	2/2	W/S	6	T. Jahnke, M. Hochbruck

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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: Integral- und Differentialform, Materialgesetze, Randbedingungen, Wohlgestelltheit
- Raumdiskretisierung (z.B. finite Differenzen, konforme oder nicht-konforme finite Elemente)
- Zeitintegration (z.B Splitting-Verfahren, (lokal)-implizite Verfahren, exponentielle Integratoren)

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen
Turnus: Mindestens alle zwei Jahre

Modul: Numerische Methoden in der Strömungsmechanik [MATHNM34]

Koordination: W. Dörfler, G. Thäter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes

- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Splitting-Verfahren [MATHNM35]

Koordination: K. Schratz
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

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

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM35	Splitting-Verfahren	2/2	W	5	M. Hochbruck, T. Jahnke, K. Schratz

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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)

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden

- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Aspekte der Zeitintegration [MATHNM36]

Koordination: K. Schratz
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

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

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: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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)

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Compressive Sensing [MATHNM37]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM37	Compressive Sensing	2/2	W/S	5	A. Rieder

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Operatorfunktionen [MATHNM38]

Koordination: V. Grimm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM38	Operatorfunktionen	3/1	W/S	6	V. Grimm

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1 und 2, Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Matrixfunktionen [MATHNM39]

Koordination: V. Grimm
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Numerische Mathematik 1 und 2

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Projektorientiertes Softwarepraktikum [MATHNM40]

Koordination: G. Thäter
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Zu jedem Projekt fertigen die Studierenden eine schriftliche Ausarbeitung im Umfang von in der Regel 10-15 Seiten an, die benotet wird.
Die Gesamtnote wird als Durchschnitt der Teilnoten bestimmt.

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben

- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Einführung in Partikuläre Strömungen [MATHNM41]

Koordination: W. Dörfler
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
3	Einmalig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM41	Einführung in Partikuläre Strömungen	2	W	3	W. Dörfler

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundlagenkenntnisse in der numerischen Behandlung von Differentialgleichungen, in numerischer Strömungsmechanik und in einer Programmiersprache.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die grundlegenden Modelle der mathematischen Beschreibung von Strömungen erklären
- Konzepte der Modellierung teilchenbehafter Strömung erklären
- verstehen die numerischen Ansätze zur Berechnung solcher Strömungen

Inhalt

- Mathematische Beschreibung von Strömungen
- Modelle zur Beschreibung von Teilchen in einer Strömung
- Bewegung starrer Körper in einer Strömung
- Bewegung starrer Körper in einer viskosen Strömung
- Einbeziehung verschiedener Kräfte zwischen Strömung und Partikel, zum Beispiel bei ionischen Stömungen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 60 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Numerische Fortsetzungsmethoden [MATHNM42]

Koordination: J. Rottmann-Matthes
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM42	Numerische Fortsetzungsmethoden	2/2	W/S	5	J. Rottmann-Matthes

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20-30min.).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Gute Kenntnisse der Linearen Algebra, Analysis, Numerik I und gewöhnlichen Differentialgleichungen

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Verfahren zur Parameterfortsetzung und Bestimmung von Verzweigungspunkten beschreiben und anwenden,
- die benutzten numerischen Algorithmen analysieren,
- selbstständig Verzweigungsdiagramme in konkreten Fällen mit den numerischen Algorithmen erzeugen und interpretieren.

Inhalt

- Beispiele parameterabhängiger Differentialgleichungen
- Prädiktor-Korrektorverfahren zur Parameterfortsetzung
- Detektion von Umkehrpunkten
- Detektion einfacher Verzweigungspunkte
- Newtonverfahren in der Nähe von Verzweigungspunkten

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Einführung in Matlab und numerische Algorithmen [MATHNM43]

Koordination: D. Weiß
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM43	Einführung in Matlab und numerische Algorithmen	2/2	W/S	5	D. Weiß, C. Wieners

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche Prüfung im Umfang von 75 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der Module „Analysis 1+2“ und „Lineare Algebra 1+2“ bzw. vergleichbarer HM-Vorlesungen werden benötigt. Die Module „Numerische Mathematik 1+2“ sind sehr hilfreich.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende numerische Algorithmen auch in Hinblick auf die Implementierung verstehen und in der Programmierumgebung Matlab effizient programmieren.
- vorhandene Tools und Toolboxen numerischer Algorithmen, welche in Matlab bereits implementiert sind, benutzen und in ihrer Funktionsweise verstehen.
- Matlab als Schnittstelle zu anderen Programmiersprachen und zu anderer mathematischer Software nutzen.

Inhalt

- Matlab als Programmierumgebung:

1. Programmierung
2. Debugging
3. Visualisierung

- Funktionsweise elementarer Matlab-Funktionen
- Verschiedene Toolboxen von Matlab, z.B. PDE-Toolbox
- Spezielle Speicherformate
- Parallelisierung

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces [MATHNM44]

Koordination: A. Rieder
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Angewandte und numerische Mathematik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	5

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHNM44	Advanced Inverse Problems: Nonlinearity and Banach Spaces	2/2	W/S	5	A. Rieder

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Inverse Probleme, Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen kennen Regularisierungsverfahren für nichtlineare schlecht-gestellte Probleme in Hilbert- und Banach-Räumen und können die zugrunde liegenden analytischen sowie numerischen Aspekte erörtern. Sie können darüber hinaus die konzeptionellen Unterschiede von Regularisierungsverfahren in Hilbert- und Banach-Räumen bestimmen.

Inhalt
Inexakte Newton-Verfahren in Hilbert-Räumen,
Approximative Inverse in Banach-Räumen,
Tikhonov-Regularisierung mit konvexem Strafterm,
Kaczmarz-Newton Verfahren in Banach-Räumen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Finanzmathematik in diskreter Zeit [MATHST04]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

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

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Gesamtprüfung (120 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Stochastische Geometrie [MATHMMST06]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik, Algebra/Geometrie

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

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
keine

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls Räumliche Stochastik werden zum Teil benötigt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Asymptotische Stochastik [MATHMMST07]

Koordination: N. Henze
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

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

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
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{̂}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.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Finanzmathematik in stetiger Zeit [MATHMMST08]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

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

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung *Stochastic Calculus and Finance* [2521331] geprüft werden.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Generalisierte Regressionsmodelle [MATHMMST09]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

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

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung Statistische Modellierung von allgemeinen Regressionsmodellen [2521350] geprüft werden.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Statistik“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
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
- Multikollinearität
- Variablen-Selektion
- Verallgemeinerte Kleinste-Quadrate-Methode
• Nichtlineare Regressionsmodelle
- Parameterschätzung
- Asymptotische Normalität der Maximum-Likelihood-Schätzer
• Regressionsmodelle für Zähldaten
• Verallgemeinerte lineare Modelle
-Parameterschätzung
-Modelldiagnose
- Überdispersion und Quasi-Likelihood

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Brownsche Bewegung [MATHMMST10]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Markovsche Entscheidungsprozesse [MATHMMST11]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST11	Markovsche Entscheidungsprozesse	2/2	W/S	5	N. Bäuerle

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Steuerung stochastischer Prozesse [MATHMMST12]

Koordination: N. Bäuerle
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

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
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
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.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Perkolation [MATHMMST13]

Koordination: G. Last
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST13	Perkolation	3/1	W/S	6	G. Last

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

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

Qualifikationsziele
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
- Eindeutigkeit des unendlichen Clusters im quasitransitiven Fall
- Perkolation auf dem Gilbert-Graphen
- Stetige Perkolation

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Räumliche Stochastik [MATHMMST14]

Koordination: G. Last
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

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

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls Wahrscheinlichkeitstheorie werden zum Teil benötigt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Mathematische Statistik [MATHMMST15]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Nichtparametrische Statistik [MATHMMST16]

Koordination: N. Henze
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST16	Nichtparametrische Statistik	2/1	W/S	4	N. Henze, B. Klar

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele

- 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

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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden

- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Zeitreihenanalyse [MATHMMST18]

Koordination: B. Klar
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

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

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Das Modul kann nicht zusammen mit der Lehrveranstaltung Financial Econometrics [2520022] geprüft werden.

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

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Der Poisson-Prozess [MATHST20]

Koordination: G. Last
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST20	Der Poisson-Prozess	2/2	W/S	5	V. Fasen, D. Hug, G. Last

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls Wahrscheinlichkeitstheorie werden zum Teil benötigt.

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen wichtige Eigenschaften des Poisson-Prozesses. 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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Designtheorie und ihre Anwendungen in der Statistik [MATHST22]

Koordination: B. Ebner
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST22	Designtheorie und ihre Anwendungen in der Statistik	4/2	W/S	8	B. Ebner, M. Folkers

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung (ca 30 Minuten).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte der folgenden Module werden vorausgesetzt:
Lineare Algebra und Einführung in die Stochastik
Die Inhalte des folgenden Moduls wird empfohlen:
Einführung in Algebra und Zahlentheorie

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- haben grundlegende Kenntnisse in der kombinatorischen Designtheorie,
- kennen die Grundbegriffe der endlichen Geometrie,
- haben Grundkenntnisse der statistischen Designtheorie und deren Anwendung in der statistischen Versuchsplanung,
- und kennen Lineare Modelle in der Statistik.

Inhalt

- Endliche Körper
- Balancierte unvollständige Blockdesigns
- Endliche Geometrien
- Differenzenmengen
- Lateinische Quadrate
- Das lineare Modell
- Die verallgemeinerte Inverse
- Grundbegriffe der statistischen Designtheorie
- Anwendungen in der statistischen Versuchsplanung

- Optimale Designs

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Extremwerttheorie [MATHST23]

Koordination: V. Fasen
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
4	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

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

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
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

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 120 Stunden

Präsenzzeit: 45 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 75 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Steinsche Methode [MATHST24]

Koordination: M. Schulte
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
5	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST24	Steinsche Methode	2/2	W/S	5	M. Schulte

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 20 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie" werden benötigt.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Grundlagen der Steinschen Methode und ihrer Anwendungen auf ausgewählte Probleme nennen und erörtern,
- können zentrale Grenzwertsätze und Poissonsche Grenzwertsätze mit Hilfe der Steinschen Methode beweisen,
- selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Steinsche Gleichungen für die uni- und multivariate Normalverteilung sowie für die Poisson-Verteilung
- Kopplungen (Zero Bias und Size Bias)
- Austauschbare Paare
- lokale Abhängigkeiten und Abhängigkeitsgraphen
- Anwendungen der o.g. Techniken auf ausgewählte Probleme wie z.B. Zufallsgraphen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 150 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 90 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung [MATHST27]

Koordination: D. Hug
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST27	Wahrscheinlichkeitstheorie und kombinatorische Optimierung	4/2	W/S	8	D. Hug, G. Last

Erfolgskontrolle
Die Modulprüfung erfolgt in Form einer mündlichen Gesamtprüfung (ca. 30 min).
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen

- kennen die behandelten Fragestellungen der kombinatorischen Optimierung und können diese erläutern,
- kennen typische Methoden zur probabilistischen Analyse von Algorithmen und kombinatorischen Optimierungsproblemen und können diese zur Lösung von konkreten Optimierungsproblemen einsetzen,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt
Gegenstand der Vorlesung ist die Analyse von Algorithmen und kombinatorischen Optimierungsproblemen in einem probabilistischen Rahmen. Die behandelten Fragestellungen lassen sich häufig mit Hilfe von (geometrischen) Graphen beschreiben. Untersucht wird dann das zu erwartende oder wahrscheinliche Verhalten eines Zielfunktionals des betrachteten Systems (Graphen). Neben asymptotischen Resultaten, die das Verhalten eines Systems zum Beispiel für wachsende Systemgröße beschreiben, werden quantitative Gesetzmäßigkeiten für Systeme fester Größe vorgestellt. Insbesondere behandelt werden

- das Problem langer gemeinsamer Teilfolgen,
- Packungsprobleme,
- das euklidische Problem des Handlungsreisenden,
- minimale euklidische Paarungen,
- minimale euklidische Spannbäume.

Für die Analyse von Problemen dieser Art wurden Techniken und Konzepte entwickelt, die in der Vorlesung vorgestellt und angewendet werden. Hierzu gehören

- Konzentrationsungleichungen und Konzentration von Maßen,
- Subadditivität und Superadditivität,

- Martingalmethoden,
- Isoperimetrie,
- Entropie.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Vorhersagen: Theorie und Praxis [MATHST28]

Koordination: T. Gneiting
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	2	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST28I	Vorhersagen: Theorie und Praxis I	2	W/S	3	T. Gneiting
MATHST28II	Vorhersagen: Theorie und Praxis II	2/2	W/S	5	T. Gneiting

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten. Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

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

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können

- grundlegende Begriffe der maß- und wahrscheinlichkeitstheoretisch begründeten Theorie der Vorhersage nennen und an Beispielen verdeutlichen
- grundlegende Begriffe der entscheidungstheoretisch begründeten Evaluierung von Vorhersagen nennen und an Beispielen verdeutlichen
- Regressionsverfahren für Vorhersagen adaptieren, interpretieren und implementieren
- prinzipielle Vorgehensweisen bei der Erstellung und Evaluierung meteorologischer und ökonomischer Prognosen erläutern
- in Simulationsstudien und Fallbeispielen Vorhersage- und Evaluierungsverfahren selbständig entwickeln und programmieren

Inhalt

- Fallstudien aus Meteorologie und Ökonomie
- Punktvorhersagen und Wahrscheinlichkeitsvorhersagen
- Vorhersageräume, Kalibration und Schärfe
- Proper scoring rules und consistent scoring functions
- Aggregation von Vorhersagen
- prädiktive Aspekte von Regressionsverfahren

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Anmerkungen

- Turnus: jedes zweite Jahr, beginnend Wintersemester 16/17
- Unterrichtssprache: Englisch

Modul: Zufällige Graphen [MATHST29]

Koordination: M. Schulte
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1, Stochastik

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHST29	Zufällige Graphen	3/1	W/S	6	M. Schulte

Erfolgskontrolle
Prüfung: Mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten.
Notenbildung: Note der Prüfung

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Die Inhalte des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“ werden benötigt.

Qualifikationsziele
Die Studierenden

- kennen die grundlegenden Modelle für zufällige Graphen und deren Eigenschaften,
- sind mit probabilistischen Techniken zur Untersuchung zufälliger Graphen vertraut,
- können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten.

Inhalt

- Erdös-Renyi-Graphen
- Konfigurationsmodelle
- Preferential-Attachment-Graphen
- Geometrische zufällige Graphen

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 180 Stunden

Präsenzzeit: 60 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 120 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Schlüsselqualifikationen [MATHMMSQ01]

Koordination: S. Kühnlein
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Überfachliche Qualifikation, Schlüsselqualifikationen

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
6			1

Erfolgskontrolle
entsprechend den gewählten Lehrveranstaltungen, frei wählbar aus dem Angebot des HOC, des ZAK und Sprachkurse des Sprachenzentrums unter
House of Competence (HOC) ->
http://www.hoc.kit.edu/lehrangebot
Schlüsselqualifikationen am ZAK ->
http://www.zak.kit.edu/sq
Lehrveranstaltungen des Sprachenzentrums ->
http://www.spz.kit.edu/

Bedingungen
Keine.

Qualifikationsziele
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 (HoC) und das ZAK | Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale bieten eine breite Auswahl an Schwerpunkten an, die zur besseren Orientierung thematisch zusammengefasst sind. Die Inhalte werden in den Beschreibungen der Veranstaltungen auf den oben genannten Internetseiten detailliert erläutert.

Arbeitsaufwand in h

Modul: Einführung in Python [MATHSQ02]

Koordination: D. Weiß
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Überfachliche Qualifikation, Schlüsselqualifikationen

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
3	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHSQ02	Einführung in Python	1/2	W/S	3	D. Weiß

Erfolgskontrolle
Unbenotetes Abschlussprojekt in Form einer umfangreicheren Programmieraufgabe (selbständig in Kleingruppen bis zu drei Studierende)

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Grundkenntnisse der Programmierung

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können
1. mit grundlegenden, Python spezifischen Techniken der Programmierung umgehen.
2. Python-Programme in Hinblick auf Effizienz implementieren und optimieren.
3. naturwissenschaftliche und technische Anwendungen mit graphischer Oberfläche realisieren.

Inhalt
Programmieren mit Python:
1. Laufzeitmodell (Speicherverwaltung)
2. Elementare Datentypen
3. Funktionen, Namensräume
4. Objektorientierung
5. Modularisierung
6. parallele Programmierung
7. Fehlerbehandlung
8. Graphische Oberflächen
9. Wissenschaftliches Rechnen mit Python
10. Iterator- und Generatorkonzept

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand 90 Stunden

Präsenzzeit: 30 Stunden
- Lehrveranstaltung und Bearbeitung von Übungsaufgaben

Selbststudium: 60 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung des Abschlussprojekts

Modul: Seminar [MATHMMSE01]

Koordination: S. Kühnlein
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Vertiefung, Mathematisches Seminar, Seminar

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
3	Jedes Semester	1	3

Erfolgskontrolle
Erfolgskontrolle: Vortrag von mindestens 45 min.
Notenbildung: keine

Bedingungen
Keine.

Qualifikationsziele
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.

Arbeitsaufwand in h
Arbeitsaufwand gesamt: 90 h
Präsenzstudium: 30 h
Eigenstudium: 60 h

Modul: Masterarbeit [MMATHMAST]

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

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
30	Jedes Semester		4

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

Bedingungen
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende Modulprüfungen im Umfang von 70 LP erfolgreich abgelegt hat.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können ein zugeordnetes Thema selbständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden auf dem Stand der Forschung bearbeiten. Sie beherrschen die dafür erforderlichen wissenschaftlichen Methoden und Verfahren, setzen diese korrekt an, modifizieren diese Methoden und Verfahren, falls dies erforderlich ist, und entwickeln sie bei Bedarf weiter. Alternative Ansätze werden kritisch verglichen. Die Studierenden schreiben ihre Ergebnisse klar strukturiert und in akademisch angemessener Form in ihrer Arbeit auf.

Inhalt
Nach §14 SPO soll die Masterarbeit zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, ein Problem aus ihrem Studienfach selbstständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entspreche, zu bearbeiten. Den Studierenden ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen. Soll die Masterarbeit außerhalb der KIT-Fakultät für Mathematik angefertigt werden, so bedarf dies der Genehmigung durch den Prüfungsausschuss. In Ausnahmefällen sorgt die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses auf Antrag der oder des Studierenden dafür, dass die/der Studierende innerhalb von vier Wochen ein Thema für die Masterarbeit erhält. Die Ausgabe des Themas erfolgt in diesem Fall über die/den Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses. Weitere Details regelt §14 der Studien- und Prüfungsordnung.

Arbeitsaufwand in h
Arbeitsaufwand gesamt: 900 h

Präsenzstudium: 0 h
Eigenstudium: 900 h

Modul: Dynamische Systeme [MATHAN43]

Koordination: J. Rottmann-Matthes
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN43	Dynamische Systeme	4/2	W/S	8	J. Rottmann-Matthes

Erfolgskontrolle
Prüfung: mündliche Prüfung (ca. 30 Min)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Analysis 1-3, Funktionalanalysis

Qualifikationsziele
Absolventinnen und Absolventen können

- die Bedeutung Dynamischer Systeme an Hand von Beispielen erläutern,
- die Konzepte eines zeitdiskreiten und zeitkontinuierlichen dynamischen Systems zueinander in Beziehung setzen,
- wichtige Methoden zur Analyse dynamischer Systeme beschreiben und mit ihrer Hilfe das asymptotische Verhalten von Lösungen in der Nähe von Gleichgewichten für verschiedene dynamische Systeme analysieren,
- das Verhalten invarianter Mengen unter Diskretisierung beschreiben.

Inhalt

- Beispiele endlich- und unendlich-dimensionaler Dynamischer Systeme
- Fixpunkte, periodische Orbits, Limesmengen
- Invariante Mengen
- Attraktoren
- Ober- und Unterhalbstetigkeit von Attraktoren
- Stabile und instabile Mannigfaltigkeiten
- Zentrumsmannigfaltigkeiten

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Modul: Mathematische Physik [MATHAN44]

Koordination: D. Hundertmark
Studiengang: Mathematik (M.Sc.)
Fach/Gebiet: Mathematische Methoden 2, Ergänzungsfach, Analysis, Mathematische Vertiefung, Mathematische Methoden 1

ECTS-Punkte	Zyklus	Dauer	Level
8	Unregelmäßig	1	4

Lehrveranstaltungen im Modul

Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V/Ü/T	Sem.	LP	Lehrveranstaltungs-verantwortliche
MATHAN44	Mathematische Physik	4/2	W/S	8	D. Hundertmark

Erfolgskontrolle
Prüfung: Schriftliche Prüfung (120 min.)
Notenbildung: Note der Prüfung.

Bedingungen
Keine.

Empfehlungen
Lineare Algebra 1+2, Analysis 1-3, Funktionalanalysis, Quantenmechanik

Qualifikationsziele
Die Studierenden sind mit den grundlegenden Fragestellungen und methodischen Ansätzen der mathematischen Quantenmechanik vertraut. Mit dem erworbenen Wissen sind sie in der Lage, analytische Methoden zu verstehen und auf die Quantenmechanik anzuwenden.

Inhalt
Es werden die Grundlagen der Quantenmechanik, grundlegende mathematische Eigenschaften von Hamiltonoperatoren und deren Spektraltheorie behandelt. Die Vorlesung soll fundamentale Begriffe und Methoden zur Behandlung von für die Quantenmechanik wichtigen Strukturen vermitteln. Diskutiert werden zuerst die Grundprinzipien der Quantenmechanik, die mathematische Grundlagen von unbeschränkten und selbstadjungierten Operatoren (Z.B.: Definitionsgebiete, Graphen, Adjungierte, Spektrum, Kriterien für Selbstadjungiertheit, Spektralsatz, Quadratische Formen). Dann werden die Coulomb-Schrödinger-Operatoren, das wesentliche Spektrum, die Invarianz unter kompakten Störungen und das Minimax-Prinzip präsentiert. Dann befasst sich die Vorlesung mit Mehrteilchensystemen. Am Ende werden die Grundzüge der Streutheorie (Einteilchenprobleme, Existenz von Wellenoperatoren) diskutiert. Es ist das Ziel dieser Vorlesung, die aufgeführten Lerninhalte zu vermitteln, so dass die Studierende diese Inhalte und Konzepte selbstständig bei der Bearbeitung von Forschungsprojekten anwenden können.

Arbeitsaufwand in h
Gesamter Arbeitsaufwand: 240 Stunden

Präsenzzeit: 90 Stunden
- Lehrveranstaltung einschließlich studienbegleitender Modulprüfung

Selbststudium: 150 Stunden
- Vertiefung der Studieninhalte durch häusliche Nachbearbeitung des Vorlesungsinhaltes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Vertiefung der Studieninhalte anhand geeigneter Literatur und Internetrecherche
- Vorbereitung auf die studienbegleitende Modulprüfung

Karlsruher Institut für Technologie

Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

Amtliche Bekanntmachung

2016 **Ausgegeben Karlsruhe, den 27. Juli 2016** **Nr. 65**

I n h a l t **Seite**

393

Studien- und Prüfungsordnung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) für den Masterstudiengang Mathematik

vom 26. Juli 2016

Aufgrund von § 10 Absatz 2 Ziff. 5 und § 20 Absatz 2 Satz 1 des Gesetzes über das Karlsruher Institut für Technologie (KIT-Gesetz - KITG) in der Fassung vom 14. Juli 2009 (GBl. S. 317 f), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Dritten Gesetzes zur Änderung hochschulrechtlicher Vorschriften (3. Hochschulrechtsänderungsgesetz – 3. HRÄG) vom 01. April 2014 (GBl. S. 99, 167) und § 32 Absatz 3 Satz 1 des Gesetzes über die Hochschulen in Baden-Württemberg (Landeshochschulgesetz - LHG) in der Fassung vom 1. Januar 2005 (GBl. S. 1 f), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes zur Verwirklichung der Chancengleichheit von Frauen und Männern im öffentlichen Dienst in Baden-Württemberg und zur Änderung des Landeshochschulgesetzes (Chancengleichheitsgesetz – ChancenG) vom 23. Februar 2016 (GBl. S. 108, 118) vom 23. Februar 2016 (GBl. S. 108, 118), hat der Senat des KIT am 18. Juli 2016 die folgende Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Mathematik beschlossen.

Der Präsident hat seine Zustimmung gemäß § 20 Absatz 2 Satz 1 KITG i.V.m. § 32 Absatz 3 Satz 1 LHG am 26. Juli 2016 erteilt.

Inhaltsverzeichnis

II. Masterprüfung

III. Schlussbestimmungen

395

Präambel

Das KIT hat sich im Rahmen der Umsetzung des Bolognaprozesses zum Aufbau eines europäischen Hochschulraumes zum Ziel gesetzt, dass am Abschluss des Studiums am KIT der Mastergrad stehen soll. Das KIT sieht daher die am KIT angebotenen konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengänge als Gesamtkonzept mit konsekutivem Curriculum.

I. Allgemeine Bestimmungen

§ 1 Geltungsbereich

Diese Masterprüfungsordnung regelt Studienablauf, Prüfungen und den Abschluss des Studiums im Masterstudiengang Mathematik am KIT.

§ 2 Ziel des Studiums, akademischer Grad

(1) Im konsekutiven Masterstudium sollen die im Bachelorstudium erworbenen wissenschaftlichen Qualifikationen weiter vertieft, verbreitert, erweitert oder ergänzt werden. Ziel des Studiums ist die Fähigkeit, die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Methoden selbstständig anzuwenden und ihre Bedeutung und Reichweite für die Lösung komplexer wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Problemstellungen zu bewerten.

(2) Aufgrund der bestandenen Masterprüfung wird der akademische Grad „Master of Science (M.Sc.)“ für den Masterstudiengang Mathematik verliehen.

§ 3 Regelstudienzeit, Studienaufbau, Leistungspunkte

(1) Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester.

(2) Das Lehrangebot des Studiengangs ist in Fächer, die Fächer sind in Module, die jeweiligen Module in Lehrveranstaltungen gegliedert. Die Fächer und ihr Umfang werden in § 19 festgelegt. Näheres beschreibt das Modulhandbuch.

(3) Der für das Absolvieren von Lehrveranstaltungen und Modulen vorgesehene Arbeitsaufwand wird in Leistungspunkten (LP) ausgewiesen. Die Maßstäbe für die Zuordnung von Leistungspunkten entsprechen dem European Credit Transfer System (ECTS). Ein Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Zeitstunden. Die Verteilung der Leistungspunkte auf die Semester hat in der Regel gleichmäßig zu erfolgen.

(4) Der Umfang der für den erfolgreichen Abschluss des Studiums erforderlichen Studien- und Prüfungsleistungen wird in Leistungspunkten gemessen und beträgt insgesamt 120 Leistungspunkte.

(5) Lehrveranstaltungen können nach vorheriger Ankündigung auch in englischer Sprache angeboten werden.

§ 4 Modulprüfungen, Studien- und Prüfungsleistungen

(1) Die Masterprüfung besteht aus Modulprüfungen. Modulprüfungen bestehen aus einer oder mehreren Erfolgskontrollen. Erfolgskontrollen gliedern sich in Studien- oder Prüfungsleistungen.

(2) Prüfungsleistungen sind:

1. schriftliche Prüfungen,
2. mündliche Prüfungen oder

3. Prüfungsleistungen anderer Art.

(3) Studienleistungen sind schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von den Studierenden in der Regel lehrveranstaltungsbegleitend erbracht werden. Die Masterprüfung darf nicht mit einer Studienleistung abgeschlossen werden.

(4) Von den Modulprüfungen sollen mindestens 70 % benotet sein.

(5) Bei sich ergänzenden Inhalten können die Modulprüfungen mehrerer Module durch eine auch modulübergreifende Prüfungsleistung (Absatz 2 Nr.1 bis 3) ersetzt werden.

§ 5 Anmeldung und Zulassung zu den Modulprüfungen und Lehrveranstaltungen

(1) Um an den Modulprüfungen teilnehmen zu können, müssen sich die Studierenden online im Studierendenportal zu den jeweiligen Erfolgskontrollen anmelden. In Ausnahmefällen kann eine Anmeldung schriftlich im Studierendenservice oder in einer anderen, vom Studierendenservice autorisierten Einrichtung erfolgen. Für die Erfolgskontrollen können durch die Prüfenden Anmeldefristen festgelegt werden. Die Anmeldung der Masterarbeit ist im Modulhandbuch geregelt.

(2) Sofern Wahlmöglichkeiten bestehen, müssen Studierende, um zu einer Prüfung in einem bestimmten Modul zugelassen zu werden, vor der ersten Prüfung in diesem Modul mit der Anmeldung zu der Prüfung eine bindende Erklärung über die Wahl des betreffenden Moduls und dessen Zuordnung zu einem Fach abgeben. Auf Antrag des/der Studierenden an den Prüfungsausschuss kann die Wahl oder die Zuordnung nachträglich geändert werden.

(3) Zu einer Erfolgskontrolle ist zuzulassen, wer

1. in den Masterstudiengang Mathematik am KIT eingeschrieben ist; die Zulassung beurlaubter Studierender ist auf Prüfungsleistungen beschränkt; und

2. nachweist, dass er die im Modulhandbuch für die Zulassung zu einer Erfolgskontrolle festgelegten Voraussetzungen erfüllt und

3. nachweist, dass er in dem Masterstudiengang Mathematik den Prüfungsanspruch nicht verloren hat.

(4) Nach Maßgabe von § 30 Abs. 5 LHG kann die Zulassung zu einzelnen Pflichtveranstaltungen beschränkt werden. Der/die Prüfende entscheidet über die Auswahl unter den Studierenden, die sich rechtzeitig bis zu dem von dem/der Prüfenden festgesetzten Termin angemeldet haben unter Berücksichtigung des Studienfortschritts dieser Studierenden und unter Beachtung von § 13 Abs. 1 Satz 1 und 2, sofern ein Abbau des Überhangs durch andere oder zusätzliche Veranstaltungen nicht möglich ist. Für den Fall gleichen Studienfortschritts sind durch die KIT-Fakultäten weitere Kriterien festzulegen. Das Ergebnis wird den Studierenden rechtzeitig bekannt gegeben.

(5) Die Zulassung ist zu versagen, wenn die in Absatz 3 und 4 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt sind. Die Zulassung kann versagt werden, wenn die betreffende Erfolgskontrolle bereits in einem grundständigen Bachelorstudiengang am KIT erbracht wurde, der Zulassungsvoraussetzung für diesen Masterstudiengang gewesen ist. Dies gilt nicht für Mastervorzugsleistungen. Zu diesen ist eine Zulassung nach Maßgabe von Satz 1 ausdrücklich zu genehmigen.

§ 6 Durchführung von Erfolgskontrollen

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

(2) Die Art der Erfolgskontrolle (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 bis 3, Abs. 3) wird von der/dem Prüfenden der betreffenden Lehrveranstaltung in Bezug auf die Lerninhalte der Lehrveranstaltung und die Lernziele des Moduls festgelegt. Die Art der Erfolgskontrolle, ihre Häufigkeit, Reihenfolge und Gewichtung sowie gegebenenfalls die Bildung der Modulnote müssen mindestens sechs Wochen vor Vorlesungsbeginn im Modulhandbuch bekannt gemacht werden. Im Einvernehmen von Prüfendem und Studierender bzw. Studierendem können die Art der Prüfungsleistung sowie die Prüfungssprache auch nachträglich geändert werden; im ersten Fall ist jedoch § 4 Abs. 4 zu berücksichtigen. Bei der Prüfungsorganisation sind die Belange Studierender mit Behinderung oder chronischer Erkrankung gemäß § 13 Abs. 1 zu berücksichtigen. § 13 Abs. 1 Satz 3 und 4 gelten entsprechend.

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

(4) Bei Lehrveranstaltungen in englischer Sprache (§ 3 Abs. 6) können die entsprechenden Erfolgskontrollen in dieser Sprache abgenommen werden. § 6 Abs. 2 gilt entsprechend.

(5) *Schriftliche Prüfungen* (§ 4 Abs. 2 Nr. 1) sind in der Regel von einer/einem Prüfenden nach § 17 Abs. 2 oder 3 zu bewerten. Sofern eine Bewertung durch mehrere Prüfende erfolgt, ergibt sich die Note 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 auf- oder abzurunden. Bei gleichem Abstand ist auf die nächstbessere Notenstufe zu runden. Das Bewertungsverfahren soll sechs Wochen nicht überschreiten. Schriftliche Prüfungen dauern mindestens 60 und höchstens 300 Minuten.

(6) *Mündliche Prüfungen* (§ 4 Abs. 2 Nr. 2) sind von mehreren Prüfenden (Kollegialprüfung) oder von einer/einem Prüfenden in Gegenwart einer oder eines Beisitzenden als Gruppen- oder Einzelprüfungen abzunehmen und zu bewerten. Vor der Festsetzung der Note hört die/der Prüfende die anderen an der Kollegialprüfung mitwirkenden Prüfenden an. Mündliche Prüfungen dauern in der Regel mindestens 15 Minuten und maximal 60 Minuten pro Studierenden.

Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der *mündlichen Prüfung* sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist den Studierenden im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben.

Studierende, die sich in einem späteren Semester der gleichen Prüfung unterziehen wollen, werden entsprechend den räumlichen Verhältnissen und nach Zustimmung des Prüflings als Zuhörerinnen und Zuhörer bei mündlichen Prüfungen zugelassen. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe der Prüfungsergebnisse.

(7) Für *Prüfungsleistungen anderer Art* (§ 4 Abs. 2 Nr. 3) sind angemessene Bearbeitungsfristen einzuräumen und Abgabetermine festzulegen. Dabei ist durch die Art der Aufgabenstellung und durch entsprechende Dokumentation sicherzustellen, dass die erbrachte Prüfungsleistung dem/der Studierenden zurechenbar ist. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der Erfolgskontrolle sind in einem Protokoll festzuhalten.

Bei *mündlich* durchgeführten *Prüfungsleistungen anderer Art* muss neben der/dem Prüfenden ein/e Beisitzende/r anwesend sein, die/der zusätzlich zum/zur Prüfenden das Protokoll zeichnet.

Schriftliche Arbeiten im Rahmen einer *Prüfungsleistung 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 sie nicht angenommen. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse einer solchen Erfolgskontrolle sind in einem Protokoll festzuhalten.

§ 6 a Erfolgskontrollen im Antwort-Wahl-Verfahren

Das Modulhandbuch regelt, ob und in welchem Umfang Erfolgskontrollen im Wege des *Antwort-Wahl-Verfahrens* abgelegt werden können

§ 6 b Computergestützte Erfolgskontrollen

(1) Erfolgskontrollen können computergestützt durchgeführt werden. Dabei wird die Antwort bzw. Lösung der/des Studierenden elektronisch übermittelt und, sofern möglich, automatisiert ausgewertet. Die Prüfungsinhalte sind von einer/einem Prüfenden zu erstellen.

(2) Vor der computergestützten Erfolgskontrolle hat die/der Prüfende sicherzustellen, dass die elektronischen Daten eindeutig identifiziert und unverwechselbar und dauerhaft den Studierenden zugeordnet werden können. Der störungsfreie Verlauf einer computergestützten Erfolgskontrolle ist durch entsprechende technische Betreuung zu gewährleisten, insbesondere ist die Erfolgskontrolle in Anwesenheit einer fachlich sachkundigen Person durchzuführen. Alle Prüfungsaufgaben müssen während der gesamten Bearbeitungszeit zur Bearbeitung zur Verfügung stehen.

(3) Im Übrigen gelten für die Durchführung von computergestützten Erfolgskontrollen die §§ 6 bzw. 6 a.

§ 7 Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen

(1) Das Ergebnis einer Prüfungsleistung wird von den jeweiligen Prüfenden in Form einer Note festgesetzt.

(2) Folgende Noten sollen verwendet werden:

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

Zur differenzierten Bewertung einzelner Prüfungsleistungen sind nur folgende Noten zugelassen:

1,0; 1,3	:	sehr gut
1,7; 2,0; 2,3	:	gut
2,7; 3,0; 3,3	:	befriedigend
3,7; 4,0	:	ausreichend
5,0	:	nicht ausreichend

(3) Studienleistungen werden mit „bestanden“ oder mit „nicht bestanden“ gewertet.

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

(5) Jedes Modul und jede Erfolgskontrolle darf in demselben Studiengang nur einmal gewertet werden.

(6) Eine Prüfungsleistung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4,0) ist.

(7) Die Modulprüfung ist bestanden, wenn alle erforderlichen Erfolgskontrollen bestanden sind. Die Modulprüfung und die Bildung der Modulnote sollen im Modulhandbuch geregelt werden. Sofern das Modulhandbuch keine Regelung über die Bildung der Modulnote enthält, errechnet sich die Modulnote aus einem nach den Leistungspunkten der einzelnen Teilmodule gewichteten Notendurchschnitt. Die differenzierten Noten (Absatz 2) sind bei der Berechnung der Modulnoten als Ausgangsdaten zu verwenden.

(8) Die Ergebnisse der Erfolgskontrollen sowie die erworbenen Leistungspunkte werden durch den Studierendenservice des KIT verwaltet.

(9) Die Noten der Module eines Faches gehen in die Fachnote mit einem Gewicht proportional zu den ausgewiesenen Leistungspunkten der Module ein.

(10) 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

§ 8 Wiederholung von Erfolgskontrollen, endgültiges Nichtbestehen

(1) Studierende können eine nicht bestandene schriftliche Prüfung (§ 4 Absatz 2 Nr. 1) einmal wiederholen. Wird eine schriftliche Wiederholungsprüfung mit „nicht ausreichend“ (5,0) 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) Studierende können eine nicht bestandene mündliche Prüfung (§ 4 Absatz 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.

(4) Prüfungsleistungen anderer Art (§ 4 Absatz 2 Nr. 3) können einmal wiederholt werden.

(5) Studienleistungen können mehrfach wiederholt werden.

(6) Die Prüfungsleistung ist endgültig nicht bestanden, wenn die mündliche Nachprüfung im Sinne des Absatzes 1 mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet wurde. Die Prüfungsleistung ist ferner endgültig nicht bestanden, wenn die mündliche Prüfung im Sinne des Absatzes 2 oder die Prüfungsleistung anderer Art gemäß Absatz 4 zweimal mit „nicht bestanden“ bewertet wurde.

(7) Das Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn eine für sein Bestehen erforderliche Prüfungsleistung endgültig nicht bestanden ist.

(8) Eine zweite Wiederholung derselben Prüfungsleistung gemäß § 4 Abs. 2 ist nur in Ausnahmefällen auf Antrag des/der Studierenden zulässig („Antrag auf Zweitwiederholung“). Der Antrag ist schriftlich beim Prüfungsausschuss in der Regel bis zwei Monate nach Bekanntgabe der Note zu stellen.

Über den ersten Antrag eines/einer Studierenden auf Zweitwiederholung entscheidet der Prüfungsausschuss, wenn er den Antrag genehmigt. Wenn der Prüfungsausschuss diesen Antrag ablehnt, entscheidet ein Mitglied des Präsidiums. Über weitere Anträge auf Zweitwiederholung entscheidet nach Stellungnahme des Prüfungsausschusses ein Mitglied des Präsidiums. Wird der Antrag genehmigt, hat die Zweitwiederholung spätestens zum übernächsten Prüfungstermin zu erfolgen. Absatz 1 Satz 2 und 3 gelten entsprechend.

(9) Die Wiederholung einer bestandenen Prüfungsleistung ist nicht zulässig.

(10) Die Masterarbeit kann bei einer Bewertung mit „nicht ausreichend“ (5,0) einmal wiederholt werden. Eine zweite Wiederholung der Masterarbeit ist ausgeschlossen.

§ 9 Verlust des Prüfungsanspruchs

Ist eine nach dieser Studien- und Prüfungsordnung erforderliche Studien- oder Prüfungsleistung endgültig nicht bestanden oder die Masterprüfung bis zum Ende des Prüfungszeitraums des achten Fachsemesters einschließlich etwaiger Wiederholungen nicht vollständig abgelegt, so erlischt der Prüfungsanspruch im Studiengang Mathematik, es sei denn, dass die Fristüberschreitung nicht selbst zu vertreten ist. Die Entscheidung über eine Fristverlängerung und über

Ausnahmen von der Fristregelung trifft der Prüfungsausschuss unter Beachtung der in § 32 Abs. 6 LHG genannten Tätigkeiten auf Antrag des/der Studierenden. Der Antrag ist schriftlich in der Regel bis sechs Wochen vor Ablauf der Frist zu stellen.

§ 10 Abmeldung; Versäumnis, Rücktritt

(1) Studierende können ihre Anmeldung zu *schriftlichen Prüfungen* ohne Angabe von Gründen bis zur Ausgabe der Prüfungsaufgaben widerrufen (Abmeldung). Eine Abmeldung kann online im Studierendenportal bis 24:00 Uhr des Vortages der Prüfung oder in begründeten Ausnahmefällen beim Studierendenservice innerhalb der Geschäftszeiten erfolgen. Erfolgt die Abmeldung gegenüber dem/der Prüfenden hat diese/r Sorge zu tragen, dass die Abmeldung im Campus Management System verbucht wird.

(2) Bei *mündlichen Prüfungen* muss die Abmeldung spätestens drei Werktage vor dem betreffenden Prüfungstermin gegenüber dem/der Prüfenden erklärt werden. Der Rücktritt von einer mündlichen Prüfung weniger als drei Werktage vor dem betreffenden Prüfungstermin ist nur unter den Voraussetzungen des Absatzes 5 möglich. Der Rücktritt von mündlichen Nachprüfungen im Sinne von § 9 Abs. 1 ist grundsätzlich nur unter den Voraussetzungen von Absatz 5 möglich.

(3) Die Abmeldung von *Prüfungsleistungen anderer Art* sowie von *Studienleistungen* ist im Modulhandbuch geregelt.

(4) Eine Erfolgskontrolle gilt als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die Studierenden einen Prüfungstermin ohne triftigen Grund versäumen oder wenn sie nach Beginn der Erfolgskontrolle ohne triftigen Grund von dieser zurücktreten. Dasselbe gilt, wenn die Masterarbeit nicht innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit erbracht wird, es sei denn, der/die Studierende hat die Fristüberschreitung nicht zu vertreten.

(5) Der für den Rücktritt nach Beginn der Erfolgskontrolle oder das Versäumnis geltend gemachte Grund muss dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit des/der Studierenden oder eines allein zu versorgenden Kindes oder pflegebedürftigen Angehörigen kann die Vorlage eines ärztlichen Attestes verlangt werden.

§ 11 Täuschung, Ordnungsverstoß

(1) Versuchen Studierende das Ergebnis ihrer Erfolgskontrolle durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Erfolgskontrolle als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet.

(2) Studierende, die den ordnungsgemäßen Ablauf einer Erfolgskontrolle stören, können von der/dem Prüfenden oder der Aufsicht führenden Person von der Fortsetzung der Erfolgskontrolle ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Erfolgskontrolle als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss diese Studierenden von der Erbringung weiterer Erfolgskontrollen ausschließen.

(3) Näheres regelt die Allgemeine Satzung des KIT zur Redlichkeit bei Prüfungen und Praktika in der jeweils gültigen Fassung.

§ 12 Mutterschutz, Elternzeit, Wahrnehmung von Familienpflichten

(1) Auf Antrag sind die Mutterschutzfristen, wie sie im jeweils gültigen Gesetz zum Schutz der erwerbstätigen Mutter (Mutterschutzgesetz - 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 jeweils gültigen Gesetzes (Bundeselterngeld- und Elternzeitgesetz - BEEG) auf Antrag zu berücksichtigen. Der/die Studierende muss bis spätestens vier Wochen vor dem Zeitpunkt, von dem an die Elternzeit angetreten werden soll, dem Prüfungsausschuss, unter Beifügung der erforderlichen Nachweise schriftlich mitteilen, in welchem Zeitraum die Elternzeit in Anspruch genommen werden soll. Der Prüfungsausschuss hat zu prüfen, ob die gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen, die bei einer Arbeitnehmerin bzw. einem Arbeitnehmer den Anspruch auf Elternzeit auslösen würden, und teilt dem/der Studierenden 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 der/die Studierende ein neues Thema, das innerhalb der in § 14 festgelegten Bearbeitungszeit zu bearbeiten ist.

(3) Der Prüfungsausschuss entscheidet auf Antrag über die flexible Handhabung von Prüfungsfristen entsprechend den Bestimmungen des Landeshochschulgesetzes, wenn Studierende Familienpflichten wahrzunehmen haben. Absatz 2 Satz 4 bis 6 gelten entsprechend.

§ 13 Studierende mit Behinderung oder chronischer Erkrankung

(1) Bei der Gestaltung und Organisation des Studiums sowie der Prüfungen sind die Belange von Studierenden mit Behinderung oder chronischer Erkrankung zu berücksichtigen. Insbesondere ist Studierenden mit Behinderung oder chronischer Erkrankung bevorzugter Zugang zu teilnahmebegrenzten Lehrveranstaltungen zu gewähren und die Reihenfolge für das Absolvieren bestimmter Lehrveranstaltungen entsprechend ihrer Bedürfnisse anzupassen. Studierende sind gemäß Bundesgleichstellungsgesetz (BGG) und Sozialgesetzbuch Neuntes Buch (SGB IX) behindert, wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist. Der Prüfungsausschuss entscheidet auf Antrag der/des Studierenden über das Vorliegen der Voraussetzungen nach Satz 2 und 3. Die/der Studierende hat die entsprechenden Nachweise vorzulegen.

(2) Weisen Studierende eine Behinderung oder chronische Erkrankung nach und folgt daraus, dass sie nicht in der Lage sind, Erfolgskontrollen ganz oder teilweise in der vorgeschriebenen Zeit oder Form abzulegen, kann der Prüfungsausschuss gestatten, die Erfolgskontrollen in einem anderen Zeitraum oder einer anderen Form zu erbringen. Insbesondere ist behinderten Studierenden zu gestatten, notwendige Hilfsmittel zu benutzen.

(3) Weisen Studierende eine Behinderung oder chronische Erkrankung nach und folgt daraus, dass sie nicht in der Lage sind, die Lehrveranstaltungen regelmäßig zu besuchen oder die gemäß § 19 erforderlichen Studien- und Prüfungsleistungen zu erbringen, kann der Prüfungsausschuss auf Antrag gestatten, dass einzelne Studien- und Prüfungsleistungen nach Ablauf der in dieser Studien- und Prüfungsordnung vorgesehenen Fristen absolviert werden können.

§ 14 Modul Masterarbeit

(1) Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende Modulprüfungen im Umfang von 70 LP erfolgreich abgelegt hat. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der/des Studierenden.

(2) Die Masterarbeit kann von Hochschullehrer/innen, leitenden Wissenschaftler/innen gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 1 KITG und habilitierten Mitgliedern der KIT-Fakultät vergeben werden. Darüber hinaus kann der Prüfungsausschuss weitere Prüfende gemäß § 17 Abs. 2 und 3 zur Vergabe des Themas berechtigen. Den Studierenden ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen. Soll die Masterarbeit außerhalb der KIT-Fakultät für Mathematik angefertigt werden, so bedarf dies der Genehmigung durch den Prüfungsausschuss. Die Masterarbeit kann auch in Form einer Gruppenarbeit zugelassen werden, wenn der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag der einzelnen Studierenden aufgrund objektiver Kriterien, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen, deutlich unterscheidbar ist und die Anforderung nach Absatz 4 erfüllt. In Ausnahmefällen sorgt die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses auf Antrag der oder des

Studierenden dafür, dass die/der Studierende innerhalb von vier Wochen ein Thema für die Masterarbeit erhält. Die Ausgabe des Themas erfolgt in diesem Fall über die/den Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses.

(3) Thema, Aufgabenstellung und Umfang der Masterarbeit sind von dem Betreuer bzw. der Betreuerin so zu begrenzen, dass sie mit dem in Absatz 4 festgelegten Arbeitsaufwand bearbeitet werden kann.

(4) Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, ein Problem aus ihrem Studienfach selbstständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Der Umfang der Masterarbeit entspricht 30 Leistungspunkten. Die maximale Bearbeitungsdauer beträgt sechs Monate. Thema und Aufgabenstellung sind an den vorgesehenen Umfang anzupassen. Der Prüfungsausschuss legt fest, in welchen Sprachen die Masterarbeit geschrieben werden kann. Auf Antrag des Studierenden kann der/die Prüfende genehmigen, dass die Masterarbeit in einer anderen Sprache als Deutsch oder Englisch geschrieben wird.

(5) Bei der Abgabe der Masterarbeit haben die Studierenden schriftlich zu versichern, dass sie die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des KIT zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet haben. Wenn diese Erklärung nicht enthalten ist, wird die Arbeit nicht angenommen. Die Erklärung kann wie folgt lauten: „Ich versichere wahrheitsgemäß, die Arbeit selbstständig verfasst, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Abänderungen entnommen wurde sowie die Satzung des KIT zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet zu haben.“ Bei Abgabe einer unwahren Versicherung wird die Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet.

(6) Der Zeitpunkt der Ausgabe des Themas der Masterarbeit ist durch die Betreuerin/ den Betreuer und die/den Studierenden festzuhalten und dies beim Prüfungsausschuss aktenkundig zu machen. Der Zeitpunkt der Abgabe der Masterarbeit ist durch den/die Prüfende/n beim Prüfungsausschuss aktenkundig zu machen. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb des ersten Monats der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Macht der oder die Studierende einen triftigen Grund geltend, kann der Prüfungsausschuss die in Absatz 4 festgelegte Bearbeitungszeit auf Antrag der oder des Studierenden um höchstens drei Monate verlängern. Wird die Masterarbeit nicht fristgerecht abgeliefert, gilt sie als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, es sei denn, dass die Studierenden dieses Versäumnis nicht zu vertreten haben.

(7) Die Masterarbeit wird von mindestens einem/einer Hochschullehrer/in, einem/einer leitenden Wissenschaftler/in gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 1 KITG oder einem habilitierten Mitglied der KIT-Fakultät und einem/einer weiteren Prüfenden bewertet. In der Regel ist eine/r der Prüfenden die Person, die die Arbeit gemäß Absatz 2 vergeben hat. Bei nicht übereinstimmender Beurteilung dieser beiden Personen setzt der Prüfungsausschuss im Rahmen der Bewertung dieser beiden Personen die Note der Masterarbeit fest; er kann auch einen weiteren Gutachter bestellen. Die Bewertung hat innerhalb von acht Wochen nach Abgabe der Masterarbeit zu erfolgen.

§ 15 Zusatzleistungen

(1) Es können auch weitere Leistungspunkte (Zusatzleistungen) im Umfang von höchstens 30 LP aus dem Gesamtangebot des KIT erworben werden. § 3 und § 4 der Prüfungsordnung bleiben davon unberührt. Diese Zusatzleistungen gehen nicht in die Festsetzung der Gesamt- und Modulnoten ein. Die bei der Festlegung der Modulnote nicht berücksichtigten LP werden als Zusatzleistungen im Transcript of Records aufgeführt und als Zusatzleistungen gekennzeichnet. Auf Antrag der/des Studierenden werden die Zusatzleistungen in das Masterzeugnis aufgenommen und als Zusatzleistungen gekennzeichnet. Zusatzleistungen werden mit den nach § 7 vorgesehenen Noten gelistet.

(2) Die Studierenden haben bereits bei der Anmeldung zu einer Prüfung in einem Modul diese als Zusatzleistung zu deklarieren. Auf Antrag der Studierenden an den Prüfungsausschuss kann die Zuordnung des Moduls später geändert werden.

§ 15 a Überfachliche Qualifikationen

Neben der Vermittlung von fachlichen Qualifikationen legt das KIT Wert auf überfachliche Qualifikationen. Diese sind im Umfang von sechs LP Bestandteil des Masterstudiengangs Mathematik. Überfachliche Qualifikationen können additiv oder integrativ vermittelt werden.

§ 16 Prüfungsausschuss

(1) Für den Masterstudiengang Mathematik wird ein Prüfungsausschuss gebildet. Er besteht aus sechs stimmberechtigten Mitgliedern: drei Hochschullehrer/innen / leitenden Wissenschaftler/innen gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 1 KITG / Privatdozentinnen bzw. -dozenten, drei akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nach § 52 LHG / wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 2 KITG und einer bzw. einem Studierenden mit beratender Stimme. Im Falle der Einrichtung eines gemeinsamen Prüfungsausschusses für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik sowie für die Masterstudiengänge Mathematik und Technomathematik soll sich die Anzahl der studentischen Mitglieder mit beratender Stimme auf die Anzahl dieser Studiengänge erhöhen, wobei jedes dieser Mitglieder aus einem anderen dieser Studiengänge stammen soll. Weitere Mitglieder mit beratender Stimme können vom KIT-Fakultätsrat bestellt werden. Die Amtszeit der nichtstudentischen Mitglieder beträgt zwei Jahre, die des studentischen Mitglieds bzw. der studentischen Mitglieder ein Jahr.

(2) Die/der Vorsitzende, ihre/sein Stellvertreter/in, die weiteren Mitglieder des Prüfungsausschusses sowie deren Stellvertreter/innen werden von dem KIT-Fakultätsrat bestellt, die akademischen Mitarbeiter/innen nach § 52 LHG, die wissenschaftlichen Mitarbeiter gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 2 KITG und die Studierenden auf Vorschlag der Mitglieder der jeweiligen Gruppe; Wiederbestellung ist möglich. Die/der Vorsitzende und deren/dessen Stellvertreter/in müssen Hochschullehrer/innen oder leitende Wissenschaftler/innen § 14 Abs. 3 Ziff. 1 KITG sein. Die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses nimmt die laufenden Geschäfte wahr und wird durch das jeweilige Prüfungssekretariat unterstützt.

(3) Der Prüfungsausschuss achtet auf die Einhaltung der Bestimmungen dieser Studien- und Prüfungsordnung und fällt die Entscheidungen in Prüfungsangelegenheiten. Er entscheidet über die Anerkennung von Studienzeiten sowie Studien- und Prüfungsleistungen und trifft die Feststellung gemäß § 18 Absatz 1 Satz 1. Er berichtet der KIT-Fakultät regelmäßig über die Entwicklung der Prüfungs- und Studienzeiten, einschließlich der Bearbeitungszeiten für die Masterarbeiten und die Verteilung der Modul- und Gesamtnoten. Er ist zuständig für Anregungen zur Reform der Studien- und Prüfungsordnung und zu Modulbeschreibungen. Der Prüfungsausschuss entscheidet mit der Mehrheit seiner Stimmen. Bei Stimmengleichheit entscheidet der Vorsitzende des Prüfungsausschusses.

(4) Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die/den Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses übertragen. In dringenden Angelegenheiten, deren Erledigung nicht bis zu der nächsten Sitzung des Prüfungsausschusses warten kann, entscheidet die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses.

(5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme von Prüfungen beizuwohnen. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses, die Prüfenden und die Beisitzenden unterliegen der Verschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die/den Vorsitzende/n zur Verschwiegenheit zu verpflichten.

(6) In Angelegenheiten des Prüfungsausschusses, die eine an einer anderen KIT-Fakultät zu absolvierende Prüfungsleistung betreffen, ist auf Antrag eines Mitgliedes des Prüfungsausschusses eine fachlich zuständige und von der betroffenen KIT-Fakultät zu nennende prüfungsberechtigte Person hinzuzuziehen.

(7) Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind schriftlich mitzuteilen. Sie sind zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Vor einer Entscheidung ist Gelegenheit zur Äußerung zu geben. Widersprüche gegen Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind innerhalb eines Monats nach Zugang der Entscheidung schriftlich oder zur Niederschrift bei diesem einzulegen. Über Widersprüche entscheidet das für Lehre zuständige Mitglied des Präsidiums.

§ 17 Prüfende und Beisitzende

(1) Der Prüfungsausschuss bestellt die Prüfenden. Er kann die Bestellung der/dem Vorsitzenden übertragen.

(2) Prüfende sind Hochschullehrer/innen sowie leitende Wissenschaftler/innen gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 1 KITG, habilitierte Mitglieder und akademische Mitarbeiter/innen gemäß § 52 LHG, welche der KIT-Fakultät angehören und denen die Prüfungsbefugnis übertragen wurde; desgleichen kann wissenschaftlichen Mitarbeitern gemäß § 14 Abs. 3 Ziff. 2 KITG die Prüfungsbefugnis übertragen werden. Bestellt werden darf nur, 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 Prüfenden bestellt werden, sofern die KIT-Fakultät eine Prüfungsbefugnis erteilt hat und sie die gemäß Absatz 2 Satz 2 vorausgesetzte Qualifikation nachweisen können.

(4) Die Beisitzenden werden durch die Prüfenden benannt. Zu Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer einen akademischen Abschluss in einem Masterstudiengang der Mathematik oder einen gleichwertigen akademischen Abschluss erworben hat.

§ 18 Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen, Studienzeiten

(1) Studien- und Prüfungsleistungen sowie Studienzeiten, die in Studiengängen an staatlichen oder staatlich anerkannten Hochschulen und Berufsakademien der Bundesrepublik Deutschland oder an ausländischen staatlichen oder staatlich anerkannten Hochschulen erbracht wurden, werden auf Antrag der Studierenden anerkannt, sofern hinsichtlich der erworbenen Kompetenzen kein wesentlicher Unterschied zu den Leistungen oder Abschlüssen besteht, die ersetzt werden sollen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung vorzunehmen. Bezüglich des Umfangs einer zur Anerkennung vorgelegten Studienleistung (Anrechnung) werden die Grundsätze des ECTS herangezogen.

(2) Die Studierenden haben die für die Anerkennung erforderlichen Unterlagen vorzulegen. Studierende, die neu in den Masterstudiengang Mathematik immatrikuliert wurden, haben den Antrag mit den für die Anerkennung erforderlichen Unterlagen innerhalb eines Semesters nach Immatrikulation zu stellen. Bei Unterlagen, die nicht in deutscher oder englischer Sprache vorliegen, kann eine amtlich beglaubigte Übersetzung verlangt werden. Die Beweislast dafür, dass der Antrag die Voraussetzungen für die Anerkennung nicht erfüllt, liegt beim Prüfungsausschuss.

(3) Werden Leistungen angerechnet, die nicht am KIT erbracht wurden, werden sie im Zeugnis als „anerkannt“ ausgewiesen. Liegen Noten vor, werden die Noten, soweit die Notensysteme vergleichbar sind, übernommen und in die Berechnung der Modulnoten und der Gesamtnote einbezogen. Sind die Notensysteme nicht vergleichbar, können die Noten umgerechnet werden. Liegen keine Noten vor, wird der Vermerk „bestanden“ aufgenommen.

(4) Bei der Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen, die außerhalb der Bundesrepublik Deutschland erbracht wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen der Hochschulpartnerschaften zu beachten.

(5) Außerhalb des Hochschulsystems erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten werden angerechnet, wenn sie nach Inhalt und Niveau den Studien- und Prüfungsleistungen gleichwertig sind, die ersetzt werden sollen und die Institution, in der die Kenntnisse und Fähigkeiten erworben wurden, ein genormtes Qualitätssicherungssystem hat. Die Anrechnung kann in Teilen versagt werden, wenn mehr als 50 Prozent des Hochschulstudiums ersetzt werden soll.

405

(6) Zuständig für Anerkennung und Anrechnung ist der Prüfungsausschuss. Im Rahmen der Feststellung, ob ein wesentlicher Unterschied im Sinne des Absatz 1 vorliegt, sind die zuständigen Fachvertreter/innen 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

§ 19 Umfang und Art der Masterprüfung

(1) Die Masterprüfung besteht aus den Modulprüfungen nach Absatz 2 und 3 sowie dem Modul Masterarbeit (§ 14).

(2) Es sind Modulprüfungen in folgenden Pflichtfächern abzulegen:

1. Fach: „Mathematische Methoden 1“: Modul(e) im Umfang von 24 LP
2. Fach: „Mathematische Methoden 2“: Modul(e) im Umfang von 16 LP
3. Fach: „Ergänzungsfach“: Modul(e) im Umfang von 16 - 24 LP,
4. Fach: „Mathematisches Seminar“: Modul(e) im Umfang von 6 LP
5. Fach: „Mathematische Vertiefung“: Modul(e) im Umfang von 14 - 22 LP
6. Fach: „Überfachliche Qualifikationen“ im Umfang von mindestens 6 LP gemäß § 15 a.

Die Festlegung der zur Auswahl stehenden Module und deren Fachzuordnung werden im Modulhandbuch getroffen. Die Summe der Leistungspunkte aus den Pflichtfächern „Mathematische Vertiefung“ und „Ergänzungsfach“ muss mindestens 38 LP erreichen. Die Anzahl der 38 LP darf durch die Anmeldung einer Modulprüfung höchstens einmal überschritten werden.

§ 20 Bestehen der Masterprüfung, Bildung der Gesamtnote

(1) Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle in § 19 genannten Modulprüfungen mindestens mit „ausreichend“ bewertet und alle in § 19 genannten Studienleistungen erbracht wurden.

(2) Die Gesamtnote der Masterprüfung errechnet sich als ein mit Leistungspunkten gewichteter Notendurchschnitt der Fachnoten aus den Fächern „Mathematische Methoden 1“, „Mathematische Methoden 2“, „Mathematische Vertiefung“, dem „Ergänzungsfach“ und dem Modul Masterarbeit.

(3) Haben Studierende die Masterarbeit mit der Note 1,0 und die Masterprüfung mit einem Durchschnitt von 1,2 oder besser abgeschlossen, so wird das Prädikat „mit Auszeichnung“ (with distinction) verliehen.

§ 21 Masterzeugnis, Masterurkunde, Diploma Supplement und Transcript of Records

(1) Über die Masterprüfung werden nach Bewertung der letzten Prüfungsleistung eine Masterurkunde und ein Zeugnis erstellt. Die Ausfertigung von Masterurkunde und Zeugnis soll nicht später als drei Monate nach Ablegen 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. Diese Dokumente werden den Studierenden zusammen ausgehändigt. In der Masterurkunde wird die Verleihung des akademischen Mastergrades beurkundet. Die Masterurkunde wird von dem Präsidenten und der KIT-Dekanin/ dem KIT-Dekan der KIT-Fakultät unterzeichnet und mit dem Siegel des KIT versehen.

(2) Das Zeugnis enthält die Fach- und Modulnoten sowie die den Modulen und Fächern zugeordneten Leistungspunkte und die Gesamtnote. Sofern gemäß § 7 Abs. 2 Satz 2 eine differenzierte Bewertung einzelner Prüfungsleistungen vorgenommen wurde, wird auf dem Zeugnis auch die entsprechende Dezimalnote ausgewiesen; § 7 Abs. 4 bleibt unberührt. Das Zeugnis ist von der KIT-Dekanin/dem KIT-Dekan der KIT-Fakultät und von der/dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.

(3) Mit dem Zeugnis erhalten die Studierenden ein Diploma Supplement in deutscher und englischer Sprache, das den Vorgaben des jeweils gültigen ECTS Users‘ Guide entspricht, sowie ein Transcript of Records in deutscher und englischer Sprache.

(4) Das Transcript of Records enthält in strukturierter Form alle erbrachten Studien- und Prüfungsleistungen. Dies beinhaltet alle Fächer und Fachnoten samt den zugeordneten Leistungspunkten, die dem jeweiligen Fach zugeordneten Module mit den Modulnoten und zugeordneten Leistungspunkten sowie die den Modulen zugeordneten Erfolgskontrollen samt Noten und zugeordneten Leistungspunkten. Absatz 2 Satz 2 gilt entsprechend. Aus dem Transcript of Records soll die Zugehörigkeit von Lehrveranstaltungen zu den einzelnen Modulen deutlich erkennbar sein. Angerechnete Studien- und Prüfungsleistungen sind im Transcript of Records aufzunehmen. Alle Zusatzleistungen werden im Transcript of Records aufgeführt.

(5) Die Masterurkunde, das Masterzeugnis und das Diploma Supplement einschließlich des Transcript of Records werden vom Studierendenservice des KIT ausgestellt.

III. Schlussbestimmungen

§ 22 Bescheinigung von Prüfungsleistungen

Haben Studierende die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, wird ihnen auf Antrag und gegen Vorlage der Exmatrikulationsbescheinigung eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, die die erbrachten Studien- und Prüfungsleistungen und deren Noten enthält und erkennen lässt, dass die Prüfung insgesamt nicht bestanden ist. Dasselbe gilt, wenn der Prüfungsanspruch erloschen ist.

§ 23 Aberkennung des Mastergrades

(1) Haben Studierende bei einer Prüfungsleistung getäuscht und wird diese Tatsache nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, so können die Noten der Modulprüfungen, bei denen getäuscht wurde, 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/der Studierende darüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die/der Studierende 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 § 36 Abs. 7 LHG.

407

§ 24 Einsicht in die Prüfungsakten

(1) Nach Abschluss der Masterprüfung wird den Studierenden auf Antrag innerhalb eines Jahres Einsicht in das Prüfungsexemplar ihrer 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) Der/die Prüfende bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

(4) Prüfungsunterlagen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

§ 25 Inkrafttreten, Übergangsvorschriften

(1) Diese Studien- und Prüfungsordnung tritt am 01. Oktober 2016 in Kraft und gilt für

1. Studierende, die ihr Studium im Masterstudiengang Mathematik am KIT im ersten Fachsemester aufnehmen, sowie für
2. Studierende, die ihr Studium im Masterstudiengang Mathematik am KIT in einem höheren Fachsemester aufnehmen, sofern dieses Fachsemester nicht über dem Fachsemester liegt, das der erste Jahrgang nach Ziff. 1 erreicht.

(2) Die Studien- und Prüfungsordnung der Universität Karlsruhe (TH) für den Masterstudiengang Mathematik vom 28. August 2009 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 74 vom 28. August 2009), zuletzt geändert durch die Satzung zur Umsetzung des Übereinkommens über die Anerkennung von Qualifikationen im Hochschulbereich der Europäischen Region vom 11. April 1997 (Lissabon-Konvention) gemäß §§ 32 Abs. 2, 4 und 36a Landeshochschulgesetz (LHG) in den Studien- und Prüfungsordnungen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vom 27. März 2014 (Amtliche Bekanntmachung des KIT Nr. 19 vom 28. März 2014), behält Gültigkeit für

1. Studierende, die ihr Studium im Masterstudiengang Mathematik am KIT zuletzt im Sommersemester 2016 aufgenommen haben, sowie für
2. Studierende, die ihr Studium im Masterstudiengang Mathematik am KIT ab dem Wintersemester 2016/17 in einem höheren Fachsemester aufnehmen, sofern das Fachsemester über dem liegt, das der erste Jahrgang nach Absatz 1 Ziff. 1 erreicht hat.

Im Übrigen tritt sie außer Kraft.

(3) Studierende, die auf Grundlage der Studien- und Prüfungsordnung der Universität Karlsruhe (TH) für den Masterstudiengang Mathematik vom 28. August 2009 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 74 vom 28. August 2009), zuletzt geändert durch die Satzung zur Umsetzung des Übereinkommens über die Anerkennung von Qualifikationen im Hochschulbereich der Europäischen Region vom 11. April 1997 (Lissabon-Konvention) gemäß §§ 32 Abs. 2, 4 und 36a Landeshochschulgesetz (LHG) in den Studien- und Prüfungsordnungen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vom 27. März 2014 (Amtliche Bekanntmachung des KIT Nr. 19 vom 28. März 2014), ihr Studium am KIT aufgenommen haben, können Prüfungen auf Grundlage dieser Studien- und Prüfungsordnung letztmalig bis zum Ende des Prüfungszeitraumes des Sommersemesters 2020 ablegen.

(4) Studierende, die auf Grundlage der Prüfungsordnung der Universität Karlsruhe für den Diplomstudiengang Mathematik vom 24. Oktober 1991 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe Nr. 1 vom 22. Januar 1992), zuletzt geändert durch die Zweite Satzung zur Änderung der Prüfungsordnung der Universität Karlsruhe (TH) für den Diplomstudiengang Mathematik vom 28. Februar 2001 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 7 vom 14. März 2001), ihr Studium am KIT aufgenommen haben, können einen Antrag auf Zulassung zu Prüfungen auf Grundlage dieser Studien- und Prüfungsordnung letztmalig bis zum Ende des Prüfungszeitraums des Sommersemesters 2020 ablegen.

Karlsruhe, den 26. Juli 2016

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
(Präsident)

Stichwortverzeichnis