Karlsruhe Institute of Technology

Mathematics (M.Sc.)

Summer Term 2013
Short version
Date: 03.05.2013

Department of Mathematics

KIT - University of the State of Baden-Wuerttemberg and
National Research Center of the Helmholtz Association

www.kit.edu

Publisher:

Fakultät für Mathematik

Department of Mathematics
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
76128 Karlsruhe
www.math.kit.edu

Photographer: Arno Peil

Contact: daniel.hug@kit.edu

Contents

1 Studienplan Master Mathematik

1.1 Ausbildungsziele

Der Masterstudiengang Mathematik vermittelt

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

1.2 Vorbemerkung

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

1.3 Gliederung des Studiums

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

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

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

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

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

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

Die Module dieser Anwendungsfächer werden von den jeweiligen Fakultäten Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau bzw. Elektrotechnik und Informationstechnik angeboten. Die zugelassenen Module und Vorlesungen werden zu Semesterbeginn durch den Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

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

Die in (b) und (c) nachgewiesenen Punkte müssen zusammen 38 Leistungspunkte erreichen.

Ferner müssen zwei Seminarmodule der Fakultät für Mathematik über je 3 Leistungspunkte abgelegt werden sowie 6 Leistungspunkte an Schlüsselqualifikationen (siehe Abschnitt 1.7).

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

1.4 Mathematische Fächer und Module

Wie in Abschnitt 1.3 schon erwähnt, gibt es die vier mathematischen Fächer Algebra/Geometrie, Analysis, Stochastik und Angewandte/Numerische Mathematik.

Es folgt eine kommentierte Auflistung der Module. Es gilt grundsätzlich, dass nur solche Module gewählt werden können, die noch nicht im Bachelorstudium verwendet worden sind.

1.5 Einführende Module

Dies sind Module, die sich besonders gut zur Einführung in Vertiefungsfächer des Masterbereichs eignen, geordnet nach Fächern. Sie werden regelmäßig, d.h. mindestens in jedem zweiten Jahr angeboten, und entsprechen einem Arbeitsaufwand von 8 Leistungspunkten (falls nicht anders angegeben).

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

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

  - Symmetrische Räume (4+2 SWS) (Voraussetzung: Riemannsche Geometrie)
  - Algebraische Zahlentheorie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Algebra)
  - Algebraische Geometrie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Algebra)
  - Integralgeometrie (4+2 SWS) (Voraussetzung: Konvexe Geometrie)
  - Stochastische Geometrie (4+2 SWS)[1] (Voraussetzung: Modul Wahrscheinlichkeitstheorie aus dem Bachelorstudium)

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

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

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

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

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

• **Fach Angewandte und Numerische Mathematik**

- Numerische Methoden für Differentialgleichungen (4+2 SWS, Ws)
- Einführung in das Wissenschaftliche Rechnen (4+0+3 SWS, Ss)
- Löser für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme (4+0 SWS, Ss, 6 LP)
- Inverse Probleme (4+2 SWS, Ws)

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

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

• **Fach Stochastik**

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

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

1.6 Weiterführende Module

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

• **Fach Algebra und Geometrie**

- Geometrie der Schemata (4+2 SWS)
- Geometrische Gruppentheorie (4+2 SWS)
- Modulformen (4+2 SWS)
- Diskrete Geometrie (4+2 SWS)
- Lie-Gruppen und Lie-Algebren (4+2 SWS)
- Geometrische Maßtheorie (4+2 SWS)
- Stochastische Geometrie (4+2 SWS)
- Modulräume von Kurven
- Ebene algebraische Kurven

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

  - Graphen und Gruppen
  - Metrische Geometrie
  - Arithmetik Elliptischer Kurven
  - Klassenkörpertheorie
  - Homologische Algebra
  - p-adische Analysis

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

- **Fach Angewandte und Numerische Mathematik**
  - Grundlagen der Kontinuumsmechanik (2 SWS, 3 LP)
  - Numerische Methoden in der Festkörpermechanik (4+2 SWS)
  - Numerische Methoden in der Elektrodynamik (2+0 SWS, 3 LP)
  - Numerische Methoden der Strömungsmechanik (2+0 SWS, 3 LP)
  - Wavelets (4+2 SWS)
  - Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik (4+2 SWS)
  - Mathematische Methoden in der Signal- und Bildverarbeitung (4+2 SWS)
  - Mehrgitter- und Gebietszerlegungsverfahren (2 SWS, 3 LP)
  - Paralleles Rechnen (2+2 SWS, 5 LP)
  - Optimierung und optimale Kontrolle bei Differentialgleichungen (2+1 SWS, 4 LP)
  - Adaptive Finite-Elemente-Methoden (2 SWS, 3 LP)
  - Numerische Methoden für zeitabhängige PDGLn (4+2 SWS)
  - Numerische Methoden in der Finanzmathematik (4+2 SWS)
  - Numerik für gewöhnliche Differentialgleichungen und differentiell-algebraische Systeme (4+2 SWS)
  - Numerische Optimierungsmethoden

- **Fach Stochastik**
  - Stochastische Integration (2+1 SWS, 4 LP)
  - Markovsche Entscheidungsprozesse (2+1 SWS, 4 LP)
  - Steuerung stochastischer Prozesse (2+1 SWS, 4 LP)
  - Stochastische Geometrie (4+2 SWS, 8 LP)
  - Mathematische Statistik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Nichtparametrische Statistik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Nichtparametrische Kurvenschätzung (2+1 SWS, 4 LP)
  - Multivariate Statistik (2+1 SWS, 4 LP)
  - Zeitreihenanalyse (2+1 SWS, 4 LP)
  - Analyse von Lebensdauern (2+1 SWS, 4 LP)
  - Computerintensive Methoden der Statistik (2+1 SWS, 4 LP)

1.7 Schlüsselqualifikationen

Teil des Studiums ist auch der Erwerb von Schlüssel- und überfachlichen Qualifikationen. Zu diesem Bereich zählen überfachliche Veranstaltungen zu gesellschaftlichen Themen, fachwissenschaftliche Ergänzungsangebote, welche die Anwendung des Fachwissens im Arbeitsalltag vermitteln, Kompetenztrainings zur gezielten Schulung von Soft Skills sowie Fremdsprachentrainings im fachwissenschaftlichen Kontext.
Die innerhalb des Masterstudiengangs Mathematik integrativ vermittelten Schlüsselkompetenzen lassen sich dabei den folgenden Bereichen zuordnen:

- **Basiskompetenzen** (soft skills)
  1. Teamarbeit, soziale Kommunikation (Arbeit in Kleingruppen, gemeinsames Bearbeiten der Hausaufgaben und Nacharbeiten des Vorlesungsstoffes)
  2. Präsentationserstellung und -techniken (Seminarvorträge)
  3. Logisches und systematisches Argumentieren und Schreiben (im Tutorium bzw. Seminar, beim Ausarbeiten der Vorträge und Verfassen der Hausaufgaben)
  4. Englisch als Fachsprache
- **Orientierungswissen**
  1. Vermittlung von interdisziplinärem Wissen über Anwendungsfach bzw. Informatik
  2. Medien, Technik und Innovation

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

2 Nützliches und Informatives

Das Modulhandbuch

Grundsätzlich gliedert sich das Studium in das **Fach** Mathematik und ein Ergänzungsfach, die Mathematik wiederum ist in mathematische Fächer gegliedert. Das Lehrangebot jedes Gebietes ist in Module aufgeteilt. Jedes **Modul** besteht aus einer oder mehreren aufeinander bezogenen **Lehrveranstaltungen**. Der Umfang jedes Moduls ist durch Leistungspunkte gekennzeichnet, die nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls gutgeschrieben werden. Bei der Auswahl der Lehrveranstaltungen besteht eine dem interdisziplinären Charakter des Studiengangs angemessene große Anzahl von individuellen **Wahl- und Vertiefungsmöglichkeiten**. Damit wird es dem Studierenden möglich, das Studium sowohl inhaltlich als auch zeitlich auf die persönlichen Bedürfnisse, Interessen und beruflichen Perspektiven zuzuschneiden.
Das **Modulhandbuch** beschreibt die zum Studiengang gehörigen Module, ihre Zusammensetzung und Größe, ihre Abhängigkeiten untereinander, ihre Lernziele, die Art der Erfolgskontrolle und die Bildung der Note eines Moduls. Es gibt somit die notwendige Orientierung und ist ein hilfreicher Begleiter im Studium.
Das Modulhandbuch ersetzt aber nicht das **Vorlesungsverzeichnis**, das zu jedem Semester über die aktuell stattfindenden Veranstaltungen und die entsprechenden variablen Daten (z.B. Zeit und Ort der Lehrveranstaltung) informiert.

Beginn und Abschluss eines Moduls

Jedes Modul und jede Lehrveranstaltung darf nur jeweils einmal angerechnet werden. Die Entscheidung über die Zuordnung einer Lehrveranstaltung zu einem Gebiet oder Modul trifft der Studierende in dem Moment, in dem er sich zur entsprechenden Prüfung anmeldet. Um zu einer Prüfung in einem Modul zugelassen zu werden, muss beim Studienbüro eine Erklärung über die Wahl des betreffenden Moduls abgegeben werden.
Abgeschlossen bzw. bestanden ist ein Modul dann, wenn die Modulprüfung bestanden wurde (Note min. 4,0) oder wenn alle dem Modul zugeordneten Modulteilprüfungen bestanden wurden (Note min. 4,0).

Gesamt- oder Teilprüfungen

Modulprüfungen können in einer Gesamtprüfung oder in Teilprüfungen abgelegt werden. Wird die **Modulprüfung als Gesamtprüfung** angeboten, wird der gesamte Umfang der Modulprüfung zu einem Termin geprüft. Ist die **Modulprüfung in Teilprüfungen** gegliedert, kann die Modulprüfung über mehrere Semester hinweg z.B. in Einzelprüfungen zu den dazugehörigen Lehrveranstaltungen abgelegt werden.
Die Anmeldung zu den jeweiligen Prüfungen erfolgt online über die Selbstbedienungsfunktion im Studierendenportal des KIT. Auf `https://studium.kit.edu` sind unter anderem folgende Funktionen möglich:

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

Wiederholung von Prüfungen

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

Zusatzleistungen

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

Alles ganz genau ...

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

Verwendete Abkürzungen

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

3 Actual Changes

Important changes are pointed out in this section in order to provide a better orientation. Although this process was done with great care, other/minor changes may exist.

4 Modules

4.1 All modules

Module: Differential Geometry [MATHMMAG04]

Coordination: W. Tuschmann
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
1036	Differential Geometry	4/2	W	8	O. Baues, S. Grensing , T. Lamm, E. Leuzinger, G. Link, W. Tuschmann

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1+2
Introduction into Geometry and Topology

Learning Outcomes
Introduction to the concepts of Differential Geometry

Content

- manifolds
- Riemannian metrics
- connections
- geodesics
- curvature
- length metrics
- curvature and topology

Module: Algebra [MATHMMAG05]

Coordination: F. Herrlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
1031	Algebra	4/2	W	8	F. Herrlich, S. Kühnlein, C. Schmidt, G. Weitze-Schmithüsen

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1+2
Introduction into Algebra and Number Theory

Learning Outcomes

- Concepts and methods of algebra
- Preparation to seminars and further courses in algebraic geometry and number theory

Content

- Fields:
  field extensions, Galois theory, cyclotomic fields
- Valuations:
  valuation rings, extension of values, local fields
- Dedekind domains:
  integral ring extensions, normal closure, noetherian rings

Module: Discrete Geometry [MATHMMAG06]

Coordination: D. Hug
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
1535	Discrete Geometry	4/2		8	D. Hug

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1+2

Learning Outcomes
The students

- know fundamental combinatorial properties and results about convex polytopes, geometric graphs and packings,
- understand metric, combinatorial and graph theoretic arguments and apply these in modified form.

Content

- Combinatorial Properties of Convex Sets
- Convex Polytopes
- Geometric Graphs
- Algorithmic Problems
- Packing and Covering
- Lattices

Module: Convex Geometry [MATHMMAG07]

Coordination: D. Hug
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
1044	Convex Geometry	4/2	W/S	8	D. Hug

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes
The students

- know fundamental properties of convex sets and convex functions and apply these to related problems,
- are familiar with fundamental geometric and analytic inequalities and their applications to geometric extremal problems,
- know selected integral formulas for convex sets and the required results on invariant measures.

Content
1. Convex Sets
1.1. Combinatorial Properties
1.2. Support and Separation Properties
1.3. Extremal Representations
2. Convex Functions
2.1. Basic Properties
2.2. Regularity
2.3. Support Function
3. Brunn-Minkowski Theory
3.1. Hausdorff Metric
3.2. Volume and Surface Area
3.3. Mixed Volumes
3.4. Geometric Inequalities
3.5. Surface Area Measures
3.6. Projection Functions
4. Integralgeometric Formulas
4.1. Invariant Measures
4.2. Projection and Section Formulas

Module: Geometric Measure Theory [MATHMMAG08]

Coordination: D. Hug
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
1040	Geometric Measure Theorie	4/2	W/S	8	D. Hug

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes
The students

- know fundamental results and techniques of proof of geometric measure theory,
- know examples of applications of methods of geometric measure theory and apply these methods.

Content

- Measure and integral
- Covering Theorems
- Hausdorff Measures
- Differentiation of Measures
- Lipschitz Functions and Rectifiability
- Area and Coarea Formula
- Currents
- Applications

Module: Algebraic Number Theory [MATHMMAG09]

Coordination: C. Schmidt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG09	Algebraic Number Theory	4/2	W/S	8	S. Kühnlein, C. Schmidt

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Algebra

Learning Outcomes
Introduction to the structures and methods in Algebraic Number Theory

Content
Algebraic number fields,
Minkowski theory,
finiteness of the class group,
Dirichlet's unit theorem,
local fields

Module: Algebraic Geometry [MATHMMAG10]

Coordination: F. Herrlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG10	Algebraic Geometry	4/2	W/S	8	F. Herrlich, S. Kühnlein

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Algebra

Learning Outcomes
Familiarity with the basic concepts of algebraic geometry and the appropriate algebraic tools

Content
Hilbert's base theorem, Nullstellensatz, affine and projective varieties, morphisms and rational maps. nonsingular varieties, algebraic curves, Riemann-Roch theorem

Module: Geometry of Schemes [MATHMMAG11]

Coordination: F. Herrlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG11	Geometry of Schemes	4/2	W/S	8	F. Herrlich, S. Kühnlein

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Algebraic Geometry

Learning Outcomes
Familiarity with the language of sheaves and schemes; applications to algebraic geometry

Content
Sheaves of modules;
affine schemes;
varieties and schemes;
morphisms;
cohomology of schemes

Module: Geometric Group Theory [MATHMMAG12]

Coordination: G. Weitze-Schmithüsen
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG12	Geometric Group Theory	4/2	S	8	F. Herrlich, E. Leuzinger, R. Sauer, G. Weitze-Schmithüsen

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Introduction into Algebra and Number Theory
Introduction into Geometry and Topology

Learning Outcomes
Understanding of the interplay between geometry and group theory

Content

Module: Lie Groups and Lie Algebras [MATHMMAG13]

Coordination: O. Baues
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG13	Lie Groups and Lie Algebras	4/2	W/S	8	O. Baues

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Introduction into Geometry and Topology

Learning Outcomes
Introduction to Lie groups and Lie algebras, preparation to seminars and further courses in algebra and geometry

Content
basic notions, special classes of Lie groups and Lie algebras, structure theory, additional and advanced topics

Module: Metric Geometry [MATHMMAG15]

Coordination: E. Leuzinger
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG15	Metric Geometry	4/2	W/S	8	E. Leuzinger

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Introduction into Geometry and Topology

Learning Outcomes
Introduction to metric geometry
preparation to research in the field of geometry

Content
classical geometries,
length spaces,
CAT(0)-spaces,
Gromov-hyperbolic spaces
quasi-isometries,
word problem und isoperimetric inequalities

Module: Plane Algebraic Curves [MATHMMAG16]

Coordination: F. Herrlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Once	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG16	Plane Algebraic Curves	4/2	W/S	8	F. Herrlich

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Introduction into Algebra and Number Theory
Introduction into Geometry and Topology

Learning Outcomes
Algebraic techniques for the study of geometric properties of plane curves, basic knowledge of plane algebraic curves

Content
Rings of polynomials, affine curves, singular points, tangents, intersection multiplicity,
projective curves, Bezout's theorem, topology of projective curves,
elliptic curves, regular functions, function field

Module: Graphs and Groups [MATHMMAG17]

Coordination: F. Herrlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG17	Graphs and Groups	4/2	W/S	8	F. Herrlich, G. Weitze-Schmithüsen

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Introduction into Algebra and Number Theory
Introduction into Geometry and Topology

Learning Outcomes
Various relations between graph and group theory,
familiarity with concepts like Cayley graph and group actions on graphs

Content
Graphs and trees, Cayley graphs, free groups, fundamental group of a graph, free products, amalgams, graphs of groups, Bass-Serre theory, p-adic numbers, Bruhat-Tits tree, discontinuous groups

Module: Moduli Spaces of Curves [MATHMMAG18]

Coordination: F. Herrlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG18	Modul Spaces of Curves	4/2	W/S	8	F. Herrlich

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Algebraic Geometry

Learning Outcomes
Familiarity with algebraic classification problems, the concept of a family depending on an algebraic parameter, acquaintance with concepts of modern algebraic geometry

Content
Classification of elliptic curves, moduli spaces of plane curves,
coarse and fine moduli spaces, canonical embedding of curves,
Hilbert schemes, first steps in geometric invariant theory

Module: Symmetric Spaces [MATHMMAG19]

Coordination: E. Leuzinger
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG19	Symmetric Spaces	4/2	W/S	8	E. Leuzinger

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes
Introduction to the theory of symmetric spaces

Content
homogeneous spaces,
symmetric spaces,
locally symmetric spaces

Module: Integral Geometry [MATHMMAG20]

Coordination: D. Hug
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG20	Integral Geometry	4/2	W/S	8	D. Hug

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Convex Geometry

Learning Outcomes
The students

- know basic results about invariant measures and apply these to global and local integral geometric results,
- are familiar with typical techniques of proof for integral geometric results,
- know examples of applications of integral geometric results to convex geometry and to stochastic geometry.

Content

- Invariant Measures
- Curvature Measures
- Local Kinematic Formula
- Crofton Formula
- Projection and Sum Formulas
- Integralgeometric Formulas for Cylinders
- Extension to Polyconvex Sets
- Translative Integral Geometry

Module: Class Field Theory [MATHAG21]

Coordination: C. Schmidt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
Klassenkörpertheorie	Class Field Theory	4+2		8	C. Schmidt

Learning Control / Examinations
written or oral exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:

Algebraic number theory

Learning Outcomes
Advanced study of number theoretic structures

Content
Adels and Ideles,
classification of Galois extensions with abelian Galois group,
reciprocity law

Module: Arithmetic of Elliptic Curves [MATHAG22]

Coordination: C. Schmidt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
ArellKurv	Arithmetic of Elliptic Curves	4+2		8	C. Schmidt

Learning Control / Examinations
written or oral exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:

Algebraic Number Theory

Learning Outcomes
Advanced study in arithmetic geometry

Content
Algebraic curves,
elliptic curves over finite fields, over local fields, and global fields,
Mordell-Weil group

Module: Modular Forms [MATHAG23]

Coordination: C. Schmidt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
Modulformen	Modular Forms	4+2		8	C. Schmidt

Learning Control / Examinations
written or oral exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:

Function Theory

Learning Outcomes
Introduction to a modern area of algebraic and analytic number theory

Content
Cusp forms and Eisenstein series,
Hecke operators,
Petersson scalar product,
Atkin-Lehner theory of new forms

Module: Advanced Geometric Group Theory [MATHAG24]

Coordination: G. Weitze-Schmithüsen
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
GGTIIVorl		4+2		8	F. Herrlich, E. Leuzinger, R. Sauer, G. Weitze-Schmithüsen

Learning Control / Examinations
Oral Examination
Grade: Grade of the oral examination

Conditions
Geometric Group Theory (recommendation)

Learning Outcomes
Familiarity with some centreal objects and constructions of geometric group theory.

Content

Module: Buildings [MATHAG25]

Coordination: E. Leuzinger
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
VGebäude	Buildings	4+2		8	E. Leuzinger

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Graph Theory [MATHAG26]

Coordination: M. Axenovich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
GraphTH	Graph Theory	4+2	W/S	8	M. Axenovich

Learning Control / Examinations
Examination: written or oral exam
Marking: grade of examination

Conditions
None.

Learning Outcomes
Learning outcomes include: understanding structural and algorithmic properties of graphs, learning about graph colorings, unavoidable structures in graphs, probabilistic methods, properties of large graphs.

Content
The graph theory course covers the material starting with the basic graph properties introduced by Euler and finishing up with modern results and techniques in extremal graph theory. The specific topics include: structure of trees, paths, cycles, walks in graphs, unavoidable subgraphs in dense graphs, planar graphs, graph colorings, Ramsey theory, regularity in graphs.

Module: Global Differential Geometry [MATHAG27]

Coordination: W. Tuschmann
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG27	Global Differential Geometry	4/2	W/S	8	O. Baues, S. Grensing , E. Leuzinger, G. Link, W. Tuschmann

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Combinatorics in the plane [MATHAG28]

Coordination: M. Axenovich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
7	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAG28	Combinatorics in the plane	3/2	W/S	7	M. Axenovich, T. Ueckerdt

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Functional Analysis [MATHMMAN05]

Coordination: R. Schnaubelt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
01048		4/2	W	8	G. Herzog, M. Plum, W. Reichel, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes
Introduction into functional analytic concepts and methods

Content

- metric spaces (topological concepts, compactness)
- continuous linear operators on Banach spaces (principle of uniform boundedness, open mapping theorem)
- dual spaces, representation theorems theorem of Hahn-Banach, weak convergence, reflexivity
- distributions, weak derivatives, Fourier transform, theorem of Plancherel, Sobolev spaces in L^2, partial differential equations with constant coefficients

Module: Integral Equations [MATHMMAN07]

Coordination: F. Hettlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics, Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
IG	Integral Equations	4/2		8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes
The students can

- formulate and classify integral equations,
- discuss existence and uniqueness of integral equations,
- reformulate models based on applications by integral equations.

Content

- Riesz and Fredholm theory,
- Fredholm und Volterra integral equations of second kind,
- applications in potential theory,
- convolution equations

Module: Classical Methods for Partial Differential Equations [MATHMMAN08]

Coordination: M. Plum
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
KMPD	Classical Methods for Partial Differential Equations	4/2	W	8	M. Plum, W. Reichel, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes

Content

Module: Boundary Value Problems and Eigenvalue Problems [MATHMMAN09]

Coordination: W. Reichel
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
RUEP	Boundary Value Problems and Eigenvalue Problems	4/2	S	8	M. Plum, W. Reichel, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3
Differential Equations and Hilbert Spaces

Learning Outcomes
Profound understanding of concepts and methods in partial differential equations particularly for boundary and eigenvalue problems.

Content

- examples of boundary and eigenvalue problems from physics
- maximum principles for second order equations
- Sobolev spaces
- weak formulation of linear elliptic boundary value problems of second order
- Lax-Milgram lemma
- coercivity
- Fredholm alternative for boundary value problems
- eigenvalue theory for weakly formulated elliptic eigenvalue prblems

Module: Spectral Theory [MATHMMAN10]

Coordination: L. Weis
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
SpekTheo	Spectral Theory	4/2	S	8	G. Herzog, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3
Functional Analysis or Differential Equations and Hilbert Spaces

Learning Outcomes
A deepened understanding of functional analytic concepts and methods in the context of spectral theory.

Content

- Closed operators on Banach spaces
- spectrum und resolvent
- compact operators und Fredholm alternative
- Dunford's functional calculus, spectral projections
- Unbounded selfadjoint operators on Hilbert spaces
- Spectral Theorem
- Operators defined by forms
- Applications to partial differential equations

Module: Computer-Assisted Analytical Methods for Boundary and Eigenvalue Problems [MATHMMAN11]

Coordination: M. Plum
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN11	Computer-Assisted Analytical Methods for Boundary and Eigenvalue Problems	4/2	W/S	8	M. Plum

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis
Boundary Value Problems and Eigenvalue Problems

Learning Outcomes

Content

Module: Evolution Equations [MATHMMAN12]

Coordination: R. Schnaubelt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN12	Evolution Equations	4/2	W/S	8	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam after each semester
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis

Learning Outcomes
The students understand the basic ideas and concepts of the operatortheoretic approach to evolution equations. They can apply these concepts to partial differential equations.

Content
strongly continuous operator semigroups and their generators,
generation theorems and wellposedness,
analytic semigroups,
inhomogeneous and semilinear Cauchy problems,
perturbation theory,
introduction to stability and spectral theory of operator semigroups,
applications to partial differential equations

Module: Game Theory [MATHMMAN13]

Coordination: W. Reichel
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN13	Game Theory	2/1	W/S	4	M. Plum, W. Reichel

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes
Students know the foundations of the theory of non-cooperative games and their equilibria on an exemplary basis.

Content
2-person zero-sum games,
von Neumann-Morgenstern theory,
n-personen zero-sum games,
mixed extension,
Nash equilibria,
theorem of Nikaido-Isoda

Module: Fourier Analysis [MATHMMAN14]

Coordination: L. Weis
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN14	Fourier Analysis	4/2	W/S	8	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis or Differential Equations and Hilbert Spaces

Learning Outcomes
An understanding of function and differential equation in the Fourier representation (”frequency domain”), treatment of singular integrals.

Content

- Fourier series
- Fourier transform on L_1 and L_2
- Tempered distributions and their Fourier transform
- Explizit solutions of the Heat-, Schrödinger- and Wave equation in R^n
- the Hilbert transform
- the interpolation theorem of Marcinkiewicz
- Singular integral operators
- the Fourier multiplier theorem of Mihlin

Module: Spaces of Functions and Distributions [MATHMMAN15]

Coordination: L. Weis
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN15	Spaces of Functions and Distributions	4/2	W/S	8	M. Plum, W. Reichel, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis or Differential Equations and Hilbert Spaces

Learning Outcomes
A deeper understanding of the basic concepts of modern analysis and its applications: generalized derivatives and functions, spaces of generalized functions including spaces of measures.

Content

- Distributions and the calculus of distributions
- Fourier transform of distributions
- Sobolev spaces and weak derivatives
- Application to differential equations
- the representation theorem of Riesz for the dual of continuous functions
- convergence of measures

Module: Complex Analysis II [MATHMMAN16]

Coordination: C. Schmoeger
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN16	Complex Analysis II	4/2	W/S	8	G. Herzog, M. Plum, W. Reichel, C. Schmoeger, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Complex Analysis

Learning Outcomes
The students expand their knowledge of the module Complex Analysis.

Content
- infinite products
- Mittag-Leffler theorem
- Montel's theorem
- Riemann mapping theorem
- conformal mappings
- univalent (schlicht) functions
- automorphisms of some domains
- harmonic functions
- Schwarz reflection principle
- regular and singular points of power series

Module: Models of Mathematical Physics [MATHMMAN17]

Coordination: W. Reichel
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN17	Models of Mathematical Physics	4/2	W/S	8	M. Plum, W. Reichel

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Analysis 1-3

Learning Outcomes
Students are able to understand the modelling of basic physical phenomena and to describe mathematically the most important properties of the model.

Content
reaction-diffusion models
wave phenomena
Maxwell’s equations and electrodynamics
Schrödinger’s equation and quantum dynamics
Navier-Stokes equation and fluid dynamics
elasticity
surface tension

Module: Control Theory [MATHMMAN18]

Coordination: R. Schnaubelt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN18	Control Theory	2/1	W/S	4	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes
The students understand the basic ideas and concepts of control theory at the end of the module. They can apply these ideas and the relevant methods in the framework of ordinary differential equations.

Content
linear ordinary differential equations with control: controllability and observability,
stabilizability and detectability,
transfer functions,
realization theory,
quadratic optimal control,
introduction into nonlinear control

Module: Nonlinear Evolution Equations [MATHMMAN19]

Coordination: R. Schnaubelt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN19	Nonlinear Evolution Equations	4/2	W/S	8	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Evolution Equations
Functional Analysis

Learning Outcomes
The students understand the basic ideas and concepts of functional analytic approaches to nonlinear evolution equations at the end of the module.

Content
semilinear equations,
quasilinear parabolic equations,
gradient systems,
Lyapunov functions,
invariant manifolds,
nonlinear Schrödinger equations

Module: Potential Theory [MATHMMAN20]

Coordination: A. Kirsch
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN20	Potential Theory	4/2	W/S	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch, W. Reichel

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis
Complex Analysis

Learning Outcomes
The student is able to illustrate the notions of potential theory in theory and with examples. He can sketch the proofs of the main results and knows the relationship to the methods and results of complex analysis.

Content
Properties of harmonic functions
Existence and uniqueness results for the boundary value problems for the Laplace- and Poisson equation
Green's function for the ball
spherical harmonics

Module: Boundary Value Problems for Nonlinear Differential Equations [MATHMMAN21]

Coordination: W. Reichel
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN21	Boundary Value Problems for Nonlinear Differential Equations	4/2	W/S	8	M. Plum, W. Reichel

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis
Classical Methods for Partial Differential Equations
Boundary Value Problems and Eigenvalue Problems

Learning Outcomes
Students are familiar with methods which allow to prove existence of solutions of typical classes of nonlinear elliptic and/or parabolic boundary value problems.

Content
method of sub- and supersolutions
existence via fixed point methods
variational methods
bifurcation theory

Module: Spectral Theory of Differential Operators [MATHMMAN22]

Coordination: M. Plum
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN22	Spectral Theory of Differential Operators	4/2	W/S	8	M. Plum

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis
Classical Methods for Partial Differential Equations
Boundary Value Problems and Eigenvalue Problems

Learning Outcomes

Content

Module: Stability and Control Theory for Evolution Equations [MATHMMAN23]

Coordination: R. Schnaubelt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN23	Stability and Control Theory for Evolution Equations	4/2	W/S	8	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis
Evolution Equations
Spectral Theory

Learning Outcomes
The students understand the basic ideas and concepts of the qualitative theory of evolution equations at the end of the module.

Content
stability concepts, dichotomy, spectral theory of operator semigroups,
criteria for stability and dichotomy,
linearized stability,
observability, controllability, stabilizability and detectability for operator semigroups,
transfer functions

Module: Stochastic Differential Equations [MATHMMAN24]

Coordination: L. Weis
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN24	Stochastic Differential Equations	4/2	W/S	8	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis or Differential Equations and Hilbert Spaces

Learning Outcomes
Integrating analytical and stochastic methods in the treatment of dynamical systems in a random environment.

Content

- Brownian motion
- Martingales and Martingal inequalities
- Stochastic integrals and Ito's formula
- Existence and uniqueness of solutions for systems of stochastic differential equations
- Perturbation and stability results
- Application to equations in financial mathematics, physics and engineering
- Connection with diffusion equations and potential theory

Module: Calculus of Variations [MATHMMAN25]

Coordination: W. Reichel
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN25	Calculus of Variations	4/2	W/S	8	A. Kirsch, M. Plum, W. Reichel

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis
Classical Methods for Partial Differential Equations
Boundary Value Problems and Eigenvalue Problems

Learning Outcomes
Students know the basic problems of the calculus of variations and are able to formulate variational problems by themselves. They know techniques to prove existence of solutions to variational problems and in special cases they can compute these solutions.

Content
one dimensional variational problems
Euler-Lagrange equation
necessary and sufficient criteria
multidimensional variational problems
direct methods in the calculus of variations
existence of critical points of functionals

Module: Scattering Theory [MATHMMAN26]

Coordination: F. Hettlich
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics, Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN26	Scattering Theory	4/2	W/S	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis

Learning Outcomes
The student can prove and apply basic results on solutions of the Helmholtz equation in interior and exterior regions. Knowledge on uniqueness and existence of scattering problems by integral equations and by variational approaches are essential. Thus the aim of this course will be on a comprehensive expertise in modelling, in establishing existence of, and in handling solutions of scattering problems and closely related boundary value problems.

Content
Helmholtz equation and elementary solutions,
Green's representation theorems,
radiation conditions,
existence and uniqueness of scattering problems,
far field pattern

Module: Inverse Scattering Theory [MATHMMAN27]

Coordination: A. Kirsch
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics, Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN27	Inverse Scattering Theory	4/2	W/S	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis

Learning Outcomes
The student is able to illustrate the important notions of inverse scattering theory in theory and with examples. He is able to sketch the proofs of the main results and knows the principal differences and difficulities compared to the theory of direct scattering problems.

Content
Direct scattering problems
Uniqueness of the inverse scattering problem
Factorization Method
Iterative methods

Module: Maxwell's Equations [MATHMMAN28]

Coordination: A. Kirsch
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics, Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN28	Maxwell's Equations	4/2	W/S	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch

Learning Control / Examinations
exam: written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis

Learning Outcomes
The student is able to illustrate the notions of the theory of Maxwell's equations with examples. He can sketch the proofs of the main results and knows the relationship to simpler differential equations (e.g. Helmholtz equation).

Content
Maxwell's equations in integral and differential form
Special cases (E-Mode, H-Mode)
Boundary value problems

Module: Nonlinear Functional Analysis [MATHAN29]

Coordination: G. Herzog
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
NichtlinFA	Nonlinear Functional Analysis	2		3	G. Herzog

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Asymptotics of evolution equations [MATHAN30]

Coordination: R. Schnaubelt, L. Weis
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
AsEvolGl	Asymptotics of evolution equations	2		3	R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Monotonicity methods in Analysis [MATHAN31]

Coordination: G. Herzog
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
01577	Monotonicity methods in Analysis	2	W/S	3	G. Herzog

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2, Analysis 1-3

Learning Outcomes

Content

Module: Banach algebras [MATHAN32]

Coordination: G. Herzog
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN32	Banach algebras	2	W/S	3	G. Herzog, C. Schmoeger

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Complex Analysis 1

Learning Outcomes

Content

Module: Special functions and applications in potential theory [MATHAN33]

Coordination: A. Kirsch
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN33	Special functions and applications in potential theory	2/1	W/S	4	A. Kirsch

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Methods of Fourier Analysis [MATHAN35]

Coordination: P. Kunstmann
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHAN35	Methods of Fourier Analysis	2/1	W/S	4	P. Kunstmann, R. Schnaubelt, L. Weis

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Internet seminar for evolution equations [MATHANISEM]

Coordination: R. Schnaubelt
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Analysis

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHANISEM		2	W	8	R. Schnaubelt

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Numerical Methods for Differential Equations [MATHMMNM03]

Coordination: W. Dörfler, T. Jahnke
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
NMDG	Numerical Methods for Differential Equations	4/2	W	8	W. Dörfler, V. Heuveline, A. Rieder, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Analysis 1+2
Linear Algebra 1+2
Programming: Introduction into Computer Science
Numerical Mathematics 1+2

Learning Outcomes
The students know basic methods and algorithms to solve differential equations. All aspects from modelling to questions of stability and convergence will be considered.

Content
1. Initial value problems
1.1. Introduction
1.2. Explicit timestepping
1.3. Timestep control
1.4. Extrapolation
1.5. Multistep methods
1.6. Implicit Timestepping
1.7. Stability
2. Boundary value problems
2.1. Finite difference methods
2.2. Variational methods
3. Introduction into numerical methods for PDEs
3.1. Elliptic Equations
3.2. Parabolic Equations (1-D)
3.3. Hyperbolic Equations (1-D)

Module: Introduction into Scientific Computing [MATHMMNM05]

Coordination: W. Dörfler
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
EWR	Introduction into Scientific Computing	3/3	S	8	W. Dörfler, V. Heuveline, M. Hochbruck, T. Jahnke, A. Rieder, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam or practical
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Analysis 1+2
Linear Algebra 1+2
Programming: Introduction into Computer Science
Numerical Mathematics 1+2
Numerical Methods for Differential Equations

Learning Outcomes

Content

Module: Inverse Problems [MATHMMNM06]

Coordination: A. Kirsch
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
01052	Inverse Problems	4/2	W	8	T. Arens, F. Hettlich, A. Kirsch, A. Rieder

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3
Functional Analysis

Learning Outcomes
The students

- are able to discern well-posed from ill-posed problems,
- know regularization strategies.

Content

- linear equations of the first kind
- ill-posed problems
- theory of regularization
- iterative methods
- applications

Module: Finite Element Methods [MATHMMNM07]

Coordination: W. Dörfler
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM07	Finite Element Methods	4/2	W/S	8	W. Dörfler

Learning Control / Examinations
exam:
written exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Numerical Methods for Differential Equations

Learning Outcomes
The students are able to

- establish a discretisation for a partial differential equation,
- predict the convergence behaviour and verify it numerically,
- understand the implementation techniques.

Content

1. Finite Difference Methods
2. Linear and quadratic finite elements
3. Implementational Aspects
4. Error estimates (Energy norm)
5. Interpolation estimates
6. Quadrature error and boundary approximation
7. Error estimates (L^2- und L^∞-Norm)
8. Nonconforming elements

Module: Parallel Computing [MATHMMNM08]

Coordination: V. Heuveline
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
5	Every term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM08	Parallel Computing	2/2	W/S	5	V. Heuveline, J. Weiß

Learning Control / Examinations
prerequisite:
weekly work assignments in practice,
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes
- Basic skills in parallel computing
- Overview over scientific computing on massively parallel computers
- experiences in programming paradigms (theoretical and practical)
- scaleable implementation of simple applied problems

Content
- Introduction and motivation (scalar product, sorting, PDEs)
- Computer architecture and storage hierarchy
- measuring performance
- programming paradigms: MPI and Open MPI
- parallel solvers for linear systems
- libraries
- load sharing
- Finite difference method for the Laplace problem

Module: Optimization and Optimal Control for Differential Equations [MATHMMNM09]

Coordination: V. Heuveline
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM09	Optimization and Optimal Control for Differential Equations	2/1	S	4	V. Heuveline

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes
- to gain an overview on optimal control and modelling
- adequate understanding of the functional analytical frame
- basic skills in solving elliptic and parabolic problems

Content
- Introduction and motivation
- linear-quadratic elliptic problems
- parabolic problems
- optimal control for semilinear elliptic equations
- semilinear parabolic equations

Module: Solvers for linear and nonlinear systems of equations [MATHMMNM10]

Coordination: C. Wieners
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
LLNGS	Solution methods for linear and nonlinear equations	4/2	S	8	W. Dörfler, A. Rieder, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3
Numerical mathemtics 1+2

Learning Outcomes
The students became acquainted with numerical solution methods for linear and nonlinear systems. They learn algorithms, results on convergence, and representative applications.

Content

- Direct solution methods for linear systems
- Iterative methods for linear systems
- Multigrid and domain decomposition methods
- Fixpoint and Newton Methods for nonlinear equations

Module: Foundations of Continuum Mechanics [MATHMMNM11]

Coordination: C. Wieners
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Once	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM11	Foundations of Continuum Mechanics	2	W/S	3	C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Optimization Theory

Learning Outcomes
The students became acquainted with the fundamental results of continuum mechanics. They learn methods and principles of mathematical modeling for solids and fluids.

Content
1. Kinematic foundations
2. Balance equations for static problems, Cauchy theorem
3. Elastic materials
4. Hyperelastic materials
5. Balance equations for dynamic problems, Reynolds theorem
6. Newtonian fluids
7. Non-Newtonion fluids

Module: Numerical Methods in Solid Mechanics [MATHMMNM12]

Coordination: C. Wieners
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Once	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM12	Numerical Methods in Solid Mechanics	4+2	W/S	8	C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Finite Element Methods

Learning Outcomes
The students became acquainted with numerical methods for the approximation of problems in solid mechanics. They learn algorithms, results on convergence, and representative applications.

Content
1. Finite elements for linear elasticity
2. Introduction to plasticity
3. Nonlinear solution methods for incremental plasticity
4. Introduction to the Theory of Porous Media
5. Dynamic problems in solids and porous media

Module: Numerical Methods in Electrodynamics [MATHMMNM13]

Coordination: W. Dörfler
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM13	Numerical Methods in Electrodynamics	2	W/S	3	W. Dörfler

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Finite Element Methods

Learning Outcomes
The students

- learn to set up mathematical models for electrostatical or electrodynamical problems,
- understand the fundamental problems of the correct approximation,
- are able to describe stable discretisations for the Maxwell equations.

Content

1. Maxwell equations, modelling
2. Boundary and interface conditions
3. Analytical tools
4. The source problem
5. The Maxwell eigenvalue problem
6. Finite Element spaces for Maxwell equations
7. Interpolation estimates

Module: Wavelets [MATHMMNM14]

Coordination: A. Rieder
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
Wave	Wavelets	4/2		8	A. Rieder

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1-3

Learning Outcomes
The students get to know the mathematical properties of the integral and discrete wavelet transform. They will be enabled to employ the wavelet transform as an analytic tool in signal- and image-processing.

Content

- windowed (short time) Fourier transform
- integral wavelet transform
- wavelet frames
- wavelet bases
- fast wavelet transform
- construction of orthogonal and bi-orthogonal wavelets
- applications in signal- and image-processing

Module: Medical imaging [MATHMMNM15]

Coordination: A. Rieder
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM15	Medical imaging	4/2	W/S	8	A. Rieder

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis

Learning Outcomes
The students get to know some mathematical models in medical imaging, their properties and their numerical realization (reconstruction algorithms). They will be enabled to apply the learned techniques to similar problems.

Content
- models of computerized tomography (X-ray, impedance, etc.)
- sampling and resolution
- ill-posedness and regularization
- reconstruction algorithms

Module: Mathematical Methods in Signal and Image Processing [MATHMMNM16]

Coordination: A. Rieder
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM16	Mathematical Methods in Signal and Image Processing	4/2	W/S	8	A. Rieder

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Functional Analysis

Learning Outcomes
The students get to know the essential mathematical tools of signal- and image-processing and their properties. They will be enabled to handle these tools adequately and to discuss the obtained results with competence.

Content
- digital and analog systems
- integral Fourier transform
- sampling and resolution
- discrete and fast Fourier transform
- non-uniform sampling
- anisotropic diffusion

Module: Multigrid and Domain Decomposition Methods [MATHMMNM17]

Coordination: C. Wieners
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Once	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM17	Multigrid and Domain Decomposition Methods	2	W/S	3	C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Finite Element Methods

Learning Outcomes
The students became acquainted with multigrid and domain decomposition methods. They learn algorithms, results on convergence, and representative applications.

Content
1. The two-grid method
2. Classical multigrid theory
3. Additive subspace correction method
4. Multiplicative subspace correction method
5. Multigrid methods for saddle point problems

Module: Numerical Methods in Mathematical Finance [MATHMMNM18]

Coordination: T. Jahnke
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM18	Numerical Methods in Mathematical Finance	4/2	W/S	8	T. Jahnke, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Numerical Methods for Differential Equations
Probability Theory

Learning Outcomes

Content

Module: Adaptive Finite Element Methods [MATHMMNM19]

Coordination: W. Dörfler
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM19	Adaptive Finite Element Methods	2/1	W/S	4	W. Dörfler

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Finite Element Methods

Learning Outcomes
The students

- understand the gains and the limits of adaptive methods,
- are able to choose a suitable method in applications,
- understand the implementation techniques.

Content

1. Necessity of adaptive methods
2. Residual error estimator
3. Implementational aspects
4. Functional error estimators
5. Optimality of the adaptive method
6. *hp* finite elements

Module: Numerical Methods for Time-Dependent PDE [MATHMMNM20]

Coordination: W. Dörfler
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM20	Numerical Methods for Time-Dependent PDE	4/2	W/S	8	W. Dörfler

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Finite Element Methods

Learning Outcomes
The students are able to

- establish a discretisation for a timedependent partial differential equation,
- predict the convergence behaviour and verify it numerically,
- understand the implementation techniques.

Content

1. Numerical methods for parabolic equations
2. Numerical methods for hyperbolic equations
3. Adaptive timestepping methods

Module: Numerics of Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Systems [MATHMMNM21]

Coordination: T. Jahnke
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
NGDG	Numerics of Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Systems	4/2	W/S	8	W. Dörfler, T. Jahnke, I. Lenhardt, M. Neher, A. Rieder, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam

Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Linear Algebra 1+2
Analysis 1+2
Numerical Mathematics 1+2
Numerical Methods for Differential Equations

Learning Outcomes
The students understand in which applications ordinary differential equations and differential-algebraic equations occur. They know how to construct numerical methods to solve such problems, and how to analyze the accuracy, stability, and efficiency of these methods.

Content
1. Motivation: In which applications do ordinary differential equations and differential-algebraic equations appear?

2. Analysis of ordinary differential equations (summary): higher-order differential equations, systems of ODEs, existence and uniqueness of solutions, perturbations of the initial value

3. Numerical methods for initial value problems

3.1 Reminder/summary: explicit and implicit methods, Runge-Kutta methods, consistency, stability, order, stiff differential equations, stability domains, A-stability, L-Stability, algebraic stability

3.2 Extrapolation methods (only if this has not already been covered in the module "Numerical Methods for Differential Equations")

3.3 Rosenbrock methods, collocation methods (Gauss, Radau)

3.4 Multistep methods (Adams, Predictor-Corrector, BDF), order of multistep methods, Dahlquist Barrier

3.5 Optional: further topics such as, e.g.,
(a) exponential integrators
(b) Symplectic methods for Hamiltonian systems, geometric numerical integration, (near-)preservation of first integrals over long times
(c) Splitting methods and composition methods
(d) Magnus methods
(e) Order stars

(f) B-series
(g) General linear methods

4. Differential-algebraic systems

4.1 Singular perturbation problems and Index 1 problems

4.2 Differential-algebraic equations of higher index

Module: Introduction to Computational Fluid Dynamics [MATHMMNM24]

Coordination: V. Heuveline
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM24	Introduction to Computational Fluid Dynamics	2	W	3	V. Heuveline, G. Thäter

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes
- insight into models and physical assumptions to flow
- application of FEM to flow problems
- understanding of numerical incompressibility

Content
- Energy and Stress
- Introduction to FEM (scalar)
- Approximating Vector functions
- Equations of Fluid Motion
- Steady Navier-Stokes Equations (NSE)
- Approximating steady flow
- Time-dependent NSE
- Approximating the time-dependent NSE
- Turbulent flow

Module: Numerical Optimization Methods [MATHMMNM25]

Coordination: C. Wieners
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM25	Numerical Optimization Methods	4/2	W/S	8	V. Heuveline, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Optimization Theory

Learning Outcomes
The students became acquainted with numerical methods for constrained and unconstrained optimization problems. They learn algorithms, results on local and global convergence, and representative applications.

Content
1. General unconstrained minimization methods
2. Newton method
3. Inexact Newton method
4. Quasi Newton method
5. Nonlinear cg iteration
6. Trust region methods
7. Interor point methods
8. Penalty methods
9. Active set strategies
10. SQP methods
11. Non-smooth optimization

Module: Numerical methods in mathematical finance II [MATHNM26]

Coordination: T. Jahnke
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM26	Numerical methods in mathematical finance II	4/2	W/S	8	T. Jahnke, C. Wieners

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Mathematical Modelling and Simulation [MATHNM27]

Coordination: G. Thäter
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM27	Mathematical Modelling and Simulation	2	W	3	V. Heuveline, G. Thäter

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes
1) Broad horizon of modelling tools
2) (Un)stability and (un)reliability of models
3) Adequate accuracy and verification

Content
Mathematics as way of thinking (via modeling) and as technique (i.e. providing tools) meets problems arising in everyday life. The problems themselves are easy to understand and the lecture will not rely on too much previous knowledge. Basic understanding of probability and Ordinary Differential equations will do. But you should bring
along some enthusiasm to use computers. Themes will comprise

1) difference equations
2) population models
3) traffic modeling
4) growth modeling
5) game theory
6) chaos
7) problems in mechanics and fluid dynamics

Module: Numerical Methods for hyperbolic Equations [MATHNM28]

Coordination: W. Dörfler
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM28	Numerical Methods for hyperbolic Equations	2	W/S	3	W. Dörfler

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes
.

Content

Module: Numerical Methods for Integral Equations [MATHNM29]

Coordination: T. Arens
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM29	Numerical Methods for Integral Equations	4/2	W/S	8	T. Arens

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Angewandte und Numerische Mathematik [MATHNM30]

Coordination: M. Hochbruck
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM30	Angewandte und Numerische Mathematik	4/2	W/S	8	M. Hochbruck

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Geometric numerical integration [MATHNM31]

Coordination: T. Jahnke
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Applied and Numerical Mathematics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHNM31	Geometric numerical integration	2/1	W/S	4	M. Hochbruck, T. Jahnke

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Mathematical Finance in Discrete Time [MATHST04]

Coordination: N. Bäuerle
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
FMDZ	Mathematical Finance in Discrete Time	4/2	W	8	N. Bäuerle

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Analysis 3
Probability Theory

Learning Outcomes

Content

Module: Statistics [MATHMAST05]

Coordination: B. Klar
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
Stat	Statistics	4/2	W	8	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam: written or oral exam
Marking: grade of exam

Conditions
None.

Recommendations
It is recommended to attend the following modules previously:
Introduction in Stochastics

Learning Outcomes

Content

Module: Stochastic Geometry [MATHMMST06]

Coordination: D. Hug
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics, Algebra/Geometry

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST06	Stochastic Geometry	4/2	W/S	8	D. Hug, G. Last

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory
Convex Geometry or Spatial Stochastics

Learning Outcomes
The students

- know the fundamental geometric models in stochastic geometry,
- are familiar with properties of Poisson processes of geometric objects,
- know examples of applications of models of stochastic geometry.

Content

- Random Sets
- Geometric Point Processes
- Stationarity and Isotropy
- Germ Grain Models
- Boolean Models
- Geometric densities and characteristics
- Random Tessellations

Module: Asymptotic Stochastics [MATHMMST07]

Coordination: N. Henze
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST07	Asymptotic Stochastics	4/2	S	8	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory

Learning Outcomes
Students get acquainted with basic concepts and methods of asymptotic stochastics. They gain an overview over the mathematical methods that are used in asymptotic stochastics.

Content
convergence in distribution, characteristic functions and central limit theorem in d dimensions, extreme value distribtutions, delta method, Glivenko Cantelli theorem, weak convergence in metric spaces, Donsker's theorem, asymptotics of moment and maximum likelihood estimators, asymptotic optimality of estimators, M-estimators, asymptotic confidence regions, likelihood ration tests

Module: Mathematical Finance in Continuous Time [MATHMMST08]

Coordination: N. Bäuerle
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST08	Mathematical Finance in Continuous Time	4/2	S	8	N. Bäuerle

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grad of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory

Learning Outcomes
The students
– have core skills in modern mathematical finance and can apply them,
– have specific probabilistic techniques,
– are able to make appropriate mathematical models for economic questions.

Content
martingales in continuous time
stochastic integrals for continuous semimartingales
Ito-Doeblin formula
stochastic differential equations
theorem of Girsanov
Black-Scholes modell (no-arbitrage, completeness)
fundamental theorem of Asset Pricing
pricing of derivatives: European, American, Exotic Options
dynamic Portfolio-optimization
interestrate models

Module: Generalized Regression Models [MATHMMST09]

Coordination: B. Klar
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST09	Generalized Regression Models	2/1	W	4	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Statistics

Learning Outcomes
Upon completing this module the students know the most important regression models and their properties. They can judge the applicability of these models and interpret the results. They are able to apply the models in the analysis of complex data sets.

Content
Further topics in linear models (design of experiments, model selection), nonlinear models, generalized linear models, mixed models

Module: Brownian Motion [MATHMMST10]

Coordination: N. Bäuerle
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST10	Brownian Motion	2/1	W/S	4	N. Bäuerle, N. Henze, C. Kirch, G. Last

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory

Learning Outcomes
The students
– know properties of the Brownian motion as an example for a stochastic process,
– have specific probabilistic techniques,
– are able to use the Brownian motion as a model for stochastic phenomena.

Content
– path properties of Brownian motion, quadratic variation
– existence
– strong Markov property with applications (reflection principle)
– Donsker's invariance principle

Module: Markov Decision Processes [MATHMMST11]

Coordination: N. Bäuerle
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST11	Markov Decision Processes	2/1	W/S	4	N. Bäuerle

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory
Optimization Theory

Learning Outcomes
The students
– have core skills in Markov Decision Process Theory and can apply them,
– have specific optimization techniques,
– are able to model practical questions as a Markov Decision Process.

Content
- stochastic dynamic programs with finite horizon, optimality equation
- disconted stochastic dynamic programs with infinite horizon; Howard’s policy improvement; value iteration
- partially observed Markov Decision Processes

Module: Control theory of stochastic processes [MATHMMST12]

Coordination: N. Bäuerle
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST12	Stochastic control theory	2/1	W/S	4	N. Bäuerle

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory
Mathematical Finance in Continuous Time

Learning Outcomes
The students
– have score skills in modern stochastic control theory and can apply them,
– have specific probabilistic techniques,
– are able to model questions as a stochastic control problem.

Content
• verification technique, Hamilton-Jacobi-Bellman equation
• viscosity solution
• singular control
• Feynman-Kac representation

Module: Percolation [MATHMMST13]

Coordination: G. Last
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST13	Percolation	2/1	W/S	4	G. Last

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory

Learning Outcomes
The students should become acquainted with basic models of discrete and continuum percolation.

Content

- Percolation on graphs
- Harris-Kesten theorem
- Asymptotics of the cluster size in the subcritical and the supercritical case
- Continuum percolation

Module: Spatial Stochastics [MATHMMST14]

Coordination: G. Last
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
8	Every 2nd term, Winter Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST14	Spatial Stochastics	4/2	W	8	D. Hug, G. Last

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory

Learning Outcomes
The students become familiar with some basic spatial stochastic processes. The focus is put not only on general properties of distributions but also on specific models (Poisson process, Gaussian random fields) important for applications.

Content

- Point processes
- Random measures
- Poisson processes
- Ralm distributions
- Spatial ergodic theorem
- Random fields
- Gaussian fields

Module: Mathematical Statistics [MATHMMST15]

Coordination: B. Klar
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST15	Mathematical Statistics	2/1	W/S	4	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory

Learning Outcomes
The students become acquainted with fundamental concepts of mathematical statistics; they are capable to apply them to basic problems.

Content
Minimum variance unbiased estimation, BLUE, Cramér-Rao bound, sufficiency, complete statistics, UMP and UMPU tests

Module: Nonparametric statistics [MATHMMST16]

Coordination: N. Henze
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST16	Nonparametric statistics	2/1	W/S	4	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory
Asymptotic Stochastics

Learning Outcomes
Students get acquainted with basic concepts and models of nonparametric statistics. They are able to judge the applicability of these models and know how to apply these models for the analysis of data sets.

Content
Order statistics, empirical distribution function, quantiles, U-statistics, rank statistics, goodness-of-fit tests

Module: Multivariate statistics [MATHMMST17]

Coordination: N. Henze
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST17	Multivariate statistics	2/1	W/S	4	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously:
Probability Theory
Asymptotic Stochastics

Learning Outcomes
Students get acquainted with basic concepts and models of multivariate statistics. They are able to judge the applicability of these models and know how to apply these models for the analysis of data sets.

Content
Multivariate normal distribution, Hotelling's statistic, Wishart distribution, principal components, factor analysis, discriminant analysis, cluster analysis, multidimensional scaling

Module: Time Series Analysis [MATHMMST18]

Coordination: B. Klar
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Every 2nd term, Summer Term	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST18	Time Series Analysis	2/1	S	4	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
It is recommended to attend the following modules previously: Probabililty Theory

Learning Outcomes
Students know and understand standard models of time series analysis. Based on examples, they know about model selection and validation procedures. They are capable to apply models as well as methods on real and simulated data sets.

Content
Stationarity, autocorrelation, ARMA models, spectral theory, parameter estimation

Module: Financial Statistics [MATHST19]

Coordination: C. Kirch
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST19	Financial Statistics	2/1	W/S	4	N. Henze, C. Kirch, B. Klar

Learning Control / Examinations
exam:
written or oral exam
Marking:
grade of exam

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Poisson processes [MATHST20]

Coordination: G. Last
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
4	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST20	Poisson processes	2/1	W/S	4	V. Fasen, D. Hug, G. Last

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Lévy Processes [MATHST21]

Coordination: V. Fasen
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Stochastics

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Irregular	1

Courses in module

ID	Course	Hours per week C/E/T	Term	CP	Responsible Lecturer(s)
MATHST21	Lévy Processes	2	W/S	3	V. Fasen, G. Last

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: [MATHMMSQ01]

Coordination: Studiendekan/Studiendekanin
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Key Competences

ECTS Credits	Cycle	Duration
6		

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Seminar [MATHMMSE01]

Coordination: Studiendekan/Studiendekanin
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field: Seminar

ECTS Credits	Cycle	Duration
3	Every term	1

Learning Control / Examinations
Marking:
no grade

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Module: Master Thesis [MATHMAST]

Coordination: Studiendekan/Studiendekanin
Degree programme: Mathematik (M.Sc.)
Subject/Field:

ECTS Credits	Cycle	Duration
30	Every term	

Learning Control / Examinations

Conditions
None.

Learning Outcomes

Content

Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität · gegründet 1825
Der Rektor

Amtliche Bekanntmachung

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

I n h a l t **Seite**

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

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

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

Inhaltsverzeichnis

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

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

I. Allgemeine Bestimmungen

§ 1 Geltungsbereich, Ziele

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

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

§ 2 Akademischer Grad

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

§ 3 Regelstudienzeit, Studienaufbau, Leistungspunkte

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

(2) Die Studentin wählt zu Beginn des Studiums ein Ergänzungsfach. Es kann eines der folgenden Fächer gewählt werden:

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

Auf Antrag können auch andere Ergänzungsfächer vom Prüfungsausschuss genehmigt werden.

(3) Die im Studium zu absolvierenden Lehrinhalte sind in Module gegliedert, die jeweils aus einer Lehrveranstaltung oder mehreren, thematisch und zeitlich aufeinander bezogenen Lehrveranstaltungen bestehen. Art, Umfang und Zuordnung der Module zu einem Fach sowie die Möglichkeiten, Module untereinander zu kombinieren, beschreibt der Studienplan. Die Fächer und ihr Umfang werden in § 17 definiert.

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

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

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

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

§ 4 Aufbau der Prüfungen

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

(2) Erfolgskontrollen sind:

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

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

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

§ 5 Anmeldung und Zulassung zu den Prüfungen

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

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

(3) Die Zulassung darf nur abgelehnt werden, wenn die Studentin in einem mit der Mathematik vergleichbaren oder einem verwandten Studiengang bereits eine Diplomvorprüfung, Diplomprüfung, Bachelor- oder Masterprüfung nicht bestanden hat, sich in einem Prüfungsverfahren befindet oder den Prüfungsanspruch in einem solchen Studiengang verloren hat. In Zweifelsfällen entscheidet der Prüfungsausschuss.

§ 6 Durchführung von Prüfungen und Erfolgskontrollen

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

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

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

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

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

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

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

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

(9) Studentinnen, die sich in einem späteren Prüfungszeitraum der gleichen Prüfung unterziehen wollen, werden entsprechend den räumlichen Verhältnissen als Zuhörerinnen bei mündlichen Prüfungen zugelassen. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe der Prüfungsergebnisse. Aus wichtigen Gründen oder auf Antrag der Studentin ist die Zulassung zu versagen.

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

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

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

§ 7 Bewertung von Prüfungen und Erfolgskontrollen

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

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

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

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

1	1.0, 1.3	=	sehr gut
2	1.7, 2.0, 2.3	=	gut
3	2.7, 3.0, 3.3	=	befriedigend
4	3.7, 4.0	=	ausreichend
5	4.7, 5.0	=	nicht ausreichend

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

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

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

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

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

(7) Eine Modulteilprüfung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4.0) ist.

(8) Eine Modulprüfung ist dann bestanden, wenn die Modulnote mindestens „ausreichend“ (4.0) ist. Die Modulprüfung und die Bildung der Modulnote werden im Studienplan geregelt. Die differenzierten Lehrveranstaltungsnoten (Absatz 2) sind bei der Berechnung der Modulnoten als Ausgangsdaten zu verwenden. Enthält der Studienplan keine Regelung darüber, wann eine Modulprüfung bestanden ist, so ist diese Modulprüfung dann endgültig nicht bestanden, wenn eine dem Modul zugeordnete Modulteilprüfung endgültig nicht bestanden wurde.

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

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

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

		bis	1.5	=	sehr gut
von	1.6	bis	2.5	=	gut
von	2.6	bis	3.5	=	befriedigend
von	3.6	bis	4.0	=	ausreichend

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

Definition der ECTS-Note:

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

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

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

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

E gehört zu den letzten 10 % der Studierenden, die die Erfolgskontrolle bestanden haben,

FX *nicht bestanden* (failed) - es sind Verbesserungen erforderlich, bevor die Leistungen anerkannt werden,

F *nicht bestanden* (failed) - es sind erhebliche Verbesserungen erforderlich.

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

§ 8 Erlöschen des Prüfungsanspruchs, Wiederholung von Prüfungen und Erfolgskontrollen

(1) Studentinnen können eine nicht bestandene schriftliche Prüfung (§ 4 Abs. 2, Nr. 1) einmal wiederholen. Wird eine schriftliche Wiederholungsprüfung mit „nicht ausreichend“ bewertet, so findet eine mündliche Nachprüfung im zeitlichen Zusammenhang mit dem Termin der nicht bestandenen Prüfung statt. In diesem Falle kann die Note dieser Prüfung nicht besser als „ausreichend“ (4.0) sein.

(2) Studentinnen können eine nicht bestandene mündliche Prüfung (§ 4 Abs. 2, Nr. 2) einmal wiederholen.

(3) Wiederholungsprüfungen nach Absatz 1 und 2 müssen in Inhalt, Umfang und Form (mündlich oder schriftlich) der ersten entsprechen. Ausnahmen kann der zuständige Prüfungsausschuss auf Antrag zulassen. Fehlversuche an anderen Hochschulen sind anzurechnen.

(4) Die Wiederholung einer Erfolgskontrolle anderer Art (§ 4 Abs. 2, Nr. 3) wird im Studienplan geregelt.

(5) Eine zweite Wiederholung derselben schriftlichen oder mündlichen Prüfung ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Einen Antrag auf Zweitwiederholung hat die Studentin schriftlich beim Prüfungsausschuss zu stellen. Über den ersten Antrag einer Studentin auf Zweitwiederholung entscheidet der Prüfungsausschuss, wenn er den Antrag genehmigt. Wenn der Prüfungsausschuss diesen Antrag ablehnt, entscheidet die Rektorin. Über weitere Anträge auf Zweitwiederholung entscheidet nach Stellungnahme des Prüfungsausschusses die Rektorin. Absatz 1, Satz 2 und 3 gilt entsprechend.

(6) Die Wiederholung einer bestandenen Erfolgskontrolle ist nicht zulässig.

(7) Eine Fachprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn mindestens ein Modul des Faches endgültig nicht bestanden ist.

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

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

§ 9 Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

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

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

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

(4) Versucht die Studentin das Ergebnis seiner Modulprüfung durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Modulprüfung als mit „nicht ausreichend“ (5.0) bewertet.

(5) Eine Studentin, die den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der jeweiligen Prüferin oder Aufsicht Führenden von der Fortsetzung der Modulprüfung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5.0) bewertet. In schwerwiegenden Fällen kann der Prüfungsausschuss die Studentin von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen ausschließen.

(6) Die Studentin kann innerhalb einer Frist von einem Monat verlangen, dass Entscheidungen gemäß Absatz 4 und 5 vom Prüfungsausschuss überprüft werden. Belastende Entscheidungen des Prüfungsausschusses sind der Studentin unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Sie sind zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen. Der Studentin ist vor einer Entscheidung Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

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

§ 10 Mutterschutz, Elternzeit, Wahrnehmung von Familienpflichten

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

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

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

§ 11 Masterarbeit

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

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

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

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

(5) Bei der Abgabe der Masterarbeit hat die Studentin schriftlich zu versichern, dass sie die Arbeit selbstständig verfasst hat und keine anderen als die von ihr angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt hat, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung der Universität Karlsruhe (TH) zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet hat. Wenn diese Erklärung nicht enthalten ist, wird die Arbeit nicht angenommen. Bei Abgabe einer unwahren Versicherung wird die Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ (5.0) bewertet.

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

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

§ 12 Berufspraktikum

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

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

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

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

§ 13 Zusatzleistungen, Zusatzmodule, Schlüsselqualifikationen

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

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

(3) Die Ergebnisse maximal zweier Module, die jeweils mindestens 6 Leistungspunkte umfassen müssen, werden auf Antrag der Studentin in das Bachelorzeugnis als Zusatzmodule aufgenommen und als Zusatzmodule gekennzeichnet. Zusatzmodule werden bei der Festsetzung der

Gesamtnote nicht mit einbezogen. Nicht in das Zeugnis aufgenommene Zusatzmodule werden im Transcript of Records automatisch aufgenommen und als Zusatzmodule gekennzeichnet. Zusatzmodule werden mit den nach § 7 vorgesehenen Noten gelistet.

(4) Neben den verpflichtenden fachwissenschaftlichen Modulen sind Module zu den überfachlichen Schlüsselqualifikationen im Umfang von mindestens 6 Leistungspunkten Bestandteil eines Masterstudiums. Im Studienplan werden Empfehlungen ausgesprochen, welche Module im Rahmen des Angebots zur Vermittlung der additiven Schlüsselqualifikationen belegt werden sollen.

§ 14 Prüfungsausschuss

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

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

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

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

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

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

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

§ 15 Prüferinnen und Beisitzende

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

(2) Prüferinnen sind Hochschullehrerinnen und habilitierte Mitglieder der Fakultät für Mathematik sowie akademische Mitarbeiterinnen, denen die Prüfungsbefugnis übertragen wurde. Zur Prüferin und Beisitzenden darf nur bestellt werden, wer mindestens die dem jeweiligen Prüfungsgegenstand entsprechende fachwissenschaftliche Qualifikation erworben hat.

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

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

§ 16 Anrechnung von Studienzeiten, Anerkennung von Studienleistungen und Modulprüfungen

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

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

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

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

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

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

II. Masterprüfung

§ 17 Umfang und Art der Masterprüfung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

§ 18 Bestehen der Masterprüfung, Bildung der Gesamtnote

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

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

(3) Hat die Studentin die Masterarbeit mit der Note 1.0 und die Masterprüfung mit einem Durchschnitt von 1.0 abgeschlossen, so wird das Prädikat „mit Auszeichnung“ (with distinction) verliehen. Mit einer Masterarbeit mit der Note 1.0 und bis zu einem Durchschnitt von 1.3 kann auf Antrag an den Prüfungsausschuss das Prädikat „mit Auszeichnung“ (with distinction) verliehen werden.

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

(1) Über die Masterprüfung werden nach Bewertung der letzten Prüfungsleistung eine Masterurkunde und ein Masterzeugnis erstellt. Die Ausfertigung von Masterurkunde und Masterzeugnis soll nicht später als sechs Wochen nach der Bewertung der letzten Prüfungsleistung erfolgen. Masterurkunde und Masterzeugnis werden in deutscher und englischer Sprache ausgestellt.

Masterurkunde und Zeugnis tragen das Datum der erfolgreichen Erbringung der letzten Prüfungsleistung. Sie werden der Studentin gleichzeitig ausgehändigt. In der Masterurkunde wird die Verleihung des akademischen Mastergrades beurkundet. Die Masterurkunde wird von der Rektorin und der Dekanin unterzeichnet und mit dem Siegel der Universität versehen.

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

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

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

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

III. Schlussbestimmungen

§ 20 Bescheid über Nicht-Bestehen, Bescheinigung von Prüfungsleistungen

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

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

§ 21 Ungültigkeit der Masterprüfung, Entziehung des Mastergrades

(1) Hat die Studentin bei einer Prüfungsleistung getäuscht und wird diese Tatsache nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, so können die Noten der Modulprüfungen, bei deren Erbringung die Studentin getäuscht hat, berichtigt werden. Gegebenenfalls kann die Modulprüfung für „nicht ausreichend“ (5.0) und die Masterprüfung für „nicht bestanden“ erklärt werden.

(2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Studentin darüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Studentin die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, so kann die Modulprüfung für „nicht ausreichend“ (5.0) und die Masterprüfung für „nicht bestanden“ erklärt werden.

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

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

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

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

§ 22 Einsicht in die Prüfungsakten

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

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

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

(4) Prüfungsunterlagen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

§ 23 In-Kraft-Treten

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

(2) Studierende, die auf Grundlage der Prüfungsordnungen der Universität Karlsruhe (TH) für die Diplomstudiengänge Mathematik vom 24. Oktober 1991 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 1 vom 22. Januar 1992) in der Fassung der 2. Änderungssatzung vom 28. Februar 2001 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 7 vom 14. März 2001), Technomathematik vom 10. September 2003 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 29 vom 20. Oktober 2003) und Wirtschaftsmathematik vom 15. November 2001 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 30 vom 26. November 2001) in der Fassung der 1. Änderungssatzung vom 10. September 2003 (Amtliche Bekanntmachung der Universität Karlsruhe (TH) Nr. 28 vom 20. Oktober 2003) ihr Studium an der Universität Karlsruhe (TH) aufgenommen haben, können einen Antrag auf Zulassung zur Prüfung letztmalig am 30. September 2020 stellen.

Karlsruhe, den 28. August 2009

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

Index