



**Fakultät für Mathematik**

**Modulhandbuch**

**für den Masterstudiengang**

**Mathematik**

**mit den Studienrichtungen**

**Mathematik,  
Computermathematik,  
Technomathematik,  
Wirtschaftsmathematik**

**Stand vom 9. September 2019**

Version 2.0

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Kurzbeschreibung</b>	<b>4</b>
Ziele und Struktur des Studiengangs . . . . .	4
Mathematik–Vorlesungen . . . . .	5
<b>2 Spezialvorlesungen Mathematik</b>	<b>6</b>
Lehrgebiet A: Algebra und Geometrie . . . . .	6
Einführung in die algebraische Geometrie . . . . .	6
Endliche Geometrie . . . . .	7
Endliche Körper . . . . .	8
Geometrische Gruppentheorie . . . . .	9
Gitterpolytope . . . . .	10
Kommutative Algebra . . . . .	11
Metrische Geometrie . . . . .	12
Torische Geometrie . . . . .	13
Lehrgebiet B: Analysis . . . . .	14
Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen . . . . .	14
Geometrische Evolutionsgleichungen I . . . . .	15
Geometrische Evolutionsgleichungen II . . . . .	16
Methoden der Mathematischen Physik . . . . .	17
Methoden der nichtlinearen Analysis . . . . .	18
Variationsmethoden I . . . . .	19
Variationsmethoden II . . . . .	20
Lehrgebiet C: Numerik . . . . .	21
Differential-Algebraic Equations . . . . .	21
Finite Elemente Verfahren . . . . .	22
Model Reduction for Dynamical Systems . . . . .	23
Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen . . . . .	24
Lehrgebiet D: Optimierung . . . . .	25
Algebraische Methoden der Diskreten Optimierung . . . . .	25
Algorithmische Dynamische Optimierung . . . . .	26
Algorithmische Konvexe Optimierung . . . . .	27
Geometrische Methoden der Diskreten Optimierung . . . . .	28
Komplexitätstheorie . . . . .	29
Optimale Steuerung . . . . .	30
Optimization Methods for Machine Learning . . . . .	31
Lehrgebiet E: Stochastik . . . . .	32
Asymptotische Stochastik . . . . .	32
Design und Analyse von Experimenten . . . . .	33
Finanzstatistik . . . . .	34
Lineare Statistische Modelle . . . . .	35
Mathematik des maschinellen Lernens . . . . .	36
Mathematische Statistik . . . . .	37
Multivariate Statistik . . . . .	38
Nichtparametrische Statistik . . . . .	39
Stochastische Finanzmarktmodelle . . . . .	40

Survival Analysis . . . . .	41
Versicherungsmathematik . . . . .	42
Zeitreihenanalyse . . . . .	43
<b>3 Seminar</b>	<b>44</b>
<b>4 Praktikum</b>	<b>45</b>
<b>5 Masterarbeit</b>	<b>46</b>
<b>6 Belegungen im Anwendungsfach</b>	<b>47</b>
Anwendungsfach Elektrotechnik . . . . .	47
Anwendungsfach Informatik . . . . .	48
Anwendungsfach Mechanik . . . . .	49
Anwendungsfach Physik . . . . .	50
Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft . . . . .	51

# 1 Kurzbeschreibung

## Ziele und Struktur des Studiengangs

Der Masterstudiengang Mathematik ist ein viersemestriger Studiengang, der die Absolventen und Absolventinnen für eine anspruchsvolle berufliche Tätigkeit qualifiziert und die wissenschaftlichen Grundlagen für eine eventuell nachfolgende Promotion schafft.

Das Studium vermittelt weiterführende Kenntnisse in mehreren mathematischen Teildisziplinen sowie vertiefte, an den aktuellen Forschungsstand heranreichende Kenntnisse in mindestens einem Teilgebiet der Mathematik. Ein wesentliches Ziel der Ausbildung besteht darin, Abstraktionsvermögen und die Fähigkeit zu analytischem und vernetzendem Denken zu schulen, um Fragen der mathematischen Forschung und komplexe Problemstellungen aus der Praxis erfolgreich bearbeiten zu können.

Die entsprechenden Kenntnisse und Fähigkeiten werden im Rahmen eines breiten Wahlpflichtangebots vermittelt, dessen Module im vorliegenden Modulhandbuch beschrieben sind. Ergänzend zu den Mathematikveranstaltungen werden Module in einem Anwendungsfach besucht, wobei das Studiengangskonzept eine individuelle Schwerpunktsetzung gestattet. Dazu wählen die Studierenden zu Beginn des Studiums eine der Studienrichtungen Mathematik, Computermathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik sowie ein gemäß der folgenden Tabelle passendes Anwendungsfach:

Studienrichtung	Anwendungsfach	CP im Anwendungsfach
Mathematik	nach Wahl <sup>1</sup>	18
Computermathematik	Informatik	30
Technomathematik	Elektrotechnik oder Mechanik	30
Wirtschaftsmathematik	Wirtschaftswissenschaft	30

<sup>1</sup>Elektrotechnik, Informatik, Mechanik, Physik oder Wirtschaftswissenschaft

Die nachfolgende Tabelle gibt einen typischen Studienverlauf für alle Studienrichtungen wider.

1	Wahlpflicht I	Wahlpflicht II	Spezialisierung	Anwendungsfach
2				
3	Praktikum			
4	Masterarbeit			

Je nach Studienrichtung sind dabei zusätzliche Bedingungen an die Auswahl der Wahlpflichtmodule in der Mathematik zu beachten. Diese Bedingungen sind in der Studien- und Prüfungsordnung aufgelistet. Belegungspläne in allen Studienrichtungen für die Anwendungsfächer finden sich in Kapitel 7.

## Mathematik–Vorlesungen

Jede Vorlesung ist einem der fünf Lehrgebiete

*Algebra und Geometrie, Analysis, Numerik, Optimierung, Stochastik*

zugeordnet. Dabei wird zwischen weiterführenden Vorlesungen, welche den Studierenden im Vertiefungsbereich des Bachelorstudiums empfohlen werden, und Spezialvorlesungen, welche ausschließlich für den Master–Studiengang angeboten werden, unterschieden.

In allen Studienrichtungen dürfen Lehrveranstaltungen im Umfang von maximal 30 Credit Points aus dem Angebot der weiterführenden Vorlesungen des Bachelorstudienganges gewählt werden. Es gilt grundsätzlich, dass nur solche Veranstaltungen angerechnet werden können, die noch nicht im Bachelor-Studium verwendet worden sind. Diese Möglichkeit dient zum einen der Wissensverbreiterung und soll zum anderen von außerhalb kommenden Studierenden eventuell fehlende Kenntnisse vermitteln, die für die in Magdeburg angebotenen Spezialisierungsrichtungen relevant sind.

Die Spezialvorlesungen dienen der Vermittlung von vertieften, an die aktuelle Forschung heranführenden Kenntnissen in einem ausgewählten Gebiet.

Diese Vorlesungen werden regelmäßig im Wechsel mit anderen Spezialvorlesungen aus dem jeweiligen Lehrgebiet angeboten.

Die nachfolgenden (Teil-)Module im Umfang von 9 LP bzw. 6 LP können miteinander kombiniert werden.

Dabei sind gewisse Einschränkungen, die sich aus der gewählten Studienrichtung ergeben und in der Studien- und Prüfungsordnung aufgelistet sind, zu beachten.

Hinweise zu empfohlenen Kombinationen werden auf der jährlich stattfindenden Informationsveranstaltung sowie von den jeweiligen DozentInnen und dem Studienfachberater gegeben.

## 2 Spezialvorlesungen Mathematik

### Lehrgebiet A: Algebra und Geometrie

#### Einführung in die algebraische Geometrie (Introduction to Algebraic Geometry)

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Einführung in die algebraische Geometrie		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einf. in die algebraische Geometrie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen zu Einf. in die algebraische Geometrie	1 SWS / 14 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden lernen grundlegende Eigenschaften und Beispiele von Nullstellenmengen komplexer Polynome in mehreren Veränderlichen kennen.		
Die Studierenden beherrschen algebraische und geometrische Methoden zur Untersuchung dieser Objekte und entwickeln ihre Fähigkeit Probleme durch notwendige Abstraktion und Begriffsbildung neu zu formulieren und zu lösen.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.		
<b>Inhalt:</b>		
Affine Varietäten, Zariski-Topologie, Hilbertscher Nullstellensatz, Koordinatenringe, polynomielle Abbildungen, projektive Räume und Varietäten, Garbe der regulären Funktionen, Veronese-Abbildung, Segre-Einbettung, rationale Abbildungen, Dimension, Singularitäten		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Algebra		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> B. Nill (FMA-IAG)		

**Endliche Geometrie  
(Finite Geometry)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Endliche Geometrie		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Endliche Geometrie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden sehen, wie klassische geometrische Konzepte (Geraden, Ebenen, Parallelität) auf endliche Strukturen übertragen werden. Sie erkennen, dass dadurch viele neue Phänomene auftreten, aber trotzdem die klassische geometrische Intuition hilfreich ist. Die Studierenden lernen neue Beweistechniken kennen, insbesondere die „Polynommethode“.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
Endliche projektive Ebenen, Designs, Differenzmengen, Projektive Geometrie, Codes und Geometrie		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Lineare Algebra I und II, Analysis I und II, Algebra (erwünscht)		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> A. Pott (FMA-IAG)		

**Endliche Körper  
(Finite Fields)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Endliche Körper		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Endliche Körper	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Den Studierenden werden fortgeschrittene theoretische Methoden sowie praxisrelevante Verfahren der endlichen Körper vermittelt.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Struktur und Arithmetik endlicher Körper; Abbildungen und Polynome; Anwendungen in Codierungstheorie, Kombinatorik und Kryptologie		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Lineare Algebra I und II, Algebra		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> A. Pott (FMA-IAG)		



**Geometrische Gruppentheorie  
(Geometry Grouptheory)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Geometrische Gruppentheorie		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Gruppentheorie	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen zu Geometrische gruppentheorie	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden erwerben Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der Geometrischen Gruppentheorie. Sie erwerben Problemlösekompetenzen und können systematisches Argumentieren ein.</p> <p>Studierende erkennen die Wechselwirkungen zwischen Geometrie und Gruppentheorie, sie kennen und verstehen die wichtigsten Resultate und zugrundeliegenden Techniken des Gebietes.</p> <p>Die Vorlesung bereitet Studierende darauf vor aktuelle Veröffentlichungen der Geometrischen Gruppentheorie zu lesen.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
<p>Endlich erzeugte Gruppen und Gruppenpräsentationen, Cayley-Graphen und Gruppenwirkungen, Quasi-Isometrie metrischer Räume, quasi-isometrische Invarianten, Satz von Schwarz-Milnor, Beispielklassen für Gruppen, z.B. hyperbolische Gruppen, Fuchssche Gruppen, amenable Gruppen, Zopfgruppen, Thompson-Gruppen, CAT(0)-Gruppen.</p>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Algebra;		
<b>Prüfungsvorleistung / Prüfung:</b>		
– / mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortlicher:</b> P. Schwer		

**Gitterpolytope  
(Lattice Polytopes)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Gitterpolytope		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Gitterpolytope	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Erwerb algebraischer, geometrischer und kombinatorischer Methoden zur Untersuchung von Polytopen mit Ecken in einem Gitter.		
Die Studierenden entwickeln Verständnis für strukturierte Problemlösung und logisches und systematisches Argumentieren. Sie verfügen über Fach- und Methodenkompetenzen sowie Kreativitätstechniken.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.		
<b>Inhalt:</b>		
Gitterpolygone, Gittervolumen, unimodulare Transformationen, halboffene Zerlegungen, Ehrhart-Reziprozität, Satz von Brion, Gitterpolytope von festem Grad, leere Gittertetraeder, Gitterpolytope mit wenigen inneren Gitterpunkten, Reflexive Polytope, unimodulare Triangulierungen		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Diskrete und Konvexe Geometrie oder Einführung in die Mathematische Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> B. Nill (FMA-IAG)		

**Kommutative Algebra  
(Commutative Algebra)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Kommutative Algebra		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Kommutative Algebra	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden lernen fortgeschrittene algebraische und geometrische Strukturen kennen und üben die zugehörigen Beweistechniken.		
Die Studierenden sind in der Lage mit Abstraktionen geometrischer Konzepte in algebraischen Strukturen zu arbeiten, selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten und diese anderen Studierenden verständlich zu präsentieren.		
<b>Inhalt:</b>		
Multivariate Polynomringe und ihre Moduln, Grundzüge der algebraischen Geometrie, Nullstellensatz, Lokalisierungen, Hom und Tensorprodukt, Primärzerlegung, Satz von Cayley-Hamilton, Nakayamalemma, Grundzüge der Dimensionstheorie.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Algebra		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Th. Kahle (FMA-IAG)		

**Metrische Geometrie  
(Metric Geometry)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Metrische Geometrie		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Metrische Geometrie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen Metrische Geometrie	1 SWS / 12 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden lernen einen abstrakten metrischen Zugang zur Geometrie und metrische Methoden zur Beschreibung von Krümmungsbegriffen kennen.		
Sie sollen abstrakte geometrische Fragestellungen begreifen und geometrische Strukturen erkennen und beschreiben können. Selbständiges recherchieren von Fachliteratur, eigenständiges diskutieren und Bearbeitung von Fragestellungen wird eingeübt. Studierende entwickeln ein Verständnis für strukturierte geometrische Problemlösung. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.		
<b>Inhalt:</b>		
Themen der Vorlesung können sein: Grundlagen über metrische Räume, metrische Krümmungsbegriffe und Krümmungsschranken, geodätische metrische Räume, Konstruktionen metrischer Räume, geometrische Realisierungen polyedrischer Komplexe, Hausdorffabstand		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Analysis I und II, Lineare Algebra I, Differentialgeometrie von Vorteil (nicht vorausgesetzt)		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> P. Schwer(FMA-IAG)		

**Torische Geometrie  
(Toric Geometry)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Torische Geometrie		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Torische Geometrie	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen zu Torischer Geometrie	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Erwerb algebraisch-geometrischer und konvex-geometrischer Methoden zur Untersuchung von torischen Varietäten.</p> <p>Die Studierenden entwickeln Verständnis für strukturierte Problemlösung und logisches und systematisches Argumentieren. Sie verfügen über Fach- und Methodenkompetenzen sowie Kreativitätstechniken.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
Affine algebraische Varietäten, Kegel und affine torische Varietäten, Singularitäten, projektive algebraische Varietäten, Fächer und quasi-projektive torische Varietäten, Aufblasungen und Auflösungen torischer Flächensingularitäten, Toruswirkungen und Bahnen		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Algebra		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortlicher:</b> B. Nill (FMA-IAG)		

## Lehrgebiet B: Analysis

### Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen (Analysis of Navier-Stokes Equations)

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben vertiefte analytische Kenntnisse und Fertigkeiten. Sie erlernen an Hand eines grundlegenden Problems der Strömungsdynamik Modellierung und mathematische Diskussion eines angewandten Problems.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), Querverbindungen zwischen Physik und dem mathematischen Modell zu ziehen, zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Modellierung, schwache und starke Lösungen, globale Existenz schwacher Lösungen, verallgemeinerte Energieungleichung, Stokes-Operator und -Halbgruppe, Kurzzeitexistenz starker Lösungen, Außenraumproblem, globale Existenz schwacher Lösungen mit verallgemeinerter lokalisierter Energieungleichung, partielle Regularität gemäß Caffarelli-Kohn-Nirenberg, Leray-scher Struktursatz		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Partielle Differentialgleichungen, Funktionalanalysis		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

**Geometrische Evolutionsgleichungen I  
(Geometric Evolution Equations I)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Geometrische Evolutionsgleichungen I		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Evolutionsgleichungen I	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie der 'Geometrischen Evolutionsgleichungen'. Sie erwerben Grundfertigkeiten in diesem Gebiet und können die Hauptfragen der Existenz, Eindeutigkeit und Regularität für eine große Klasse von parabolischen Gleichungen auf Mannigfaltigkeiten beantworten.</p> <p>Die Studierende sind in der Lage, Literaturrecherche und Selbststudium zu betreiben.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
<p>A priori-Abschätzungen/Existenz/Regularität einer Lösung der Wärmeleitungsgleichung auf einer Riemannschen Mannigfaltigkeit, a priori-Abschätzungen/Existenz/Regularität einer Lösung einer linearen parabolischen Gleichung auf einer Mannigfaltigkeit, Maximumprinzipien auf Mannigfaltigkeiten.</p>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Differentialgeometrie I, Partielle Differentialgleichungen I.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> M. Simon (FMA-IAN)		

**Geometrische Evolutionsgleichungen II  
(Geometric Evolution Equations II)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Geometrische Evolutionsgleichungen II		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Evolutionsgleichungen II	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Theorie der 'Nicht-linearen geometrischen Evolutionsgleichungen' mit den Hauptbeispielen Ricci-Fluss und mittlerer Krümmungsfluss.		
Die Studierenden sind in der Lage, Kurzzeitexistenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen zum Ricci-Fluss und zum mittleren Krümmungsfluss sowie zu anderen Flüssen zu zeigen. Sie sind in der Lage, Literaturrecherche und Selbststudium zu betreiben.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Existenz/Regularität/a priori-Abschätzungen für Lösungen von nicht-linearen parabolischen Gleichungen auf Mannigfaltigkeiten, Existenz/Regularität/a priori Abschätzungen für Lösungen des Ricci-Flusses bzw. des mittleren Krümmungsflusses.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Geometrische Evolutionsgleichungen I		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> M. Simon (FMA-IAN)		



**Methoden der Mathematischen Physik  
(Methods of Mathematical Physics)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Methoden der Mathematischen Physik		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Methoden der Mathematischen Physik	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis und exemplarische Kenntnisse analytischer Begriffsbildungen und Beweistechniken, insbesondere solcher, welche das Studium von typischen Problemen der mathematischen Physik als Teilgebiet der Theorie partieller Differentialgleichungen ermöglichen.		
Die Studierenden können mathematische Inhalte darstellen und Bezüge zu Aufgabenstellungen der theoretischen Physik in den Fachwissenschaften herstellen.		
In Übungen wird durch Diskussion und Darstellung von Lösungen die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
<b>Inhalt:</b>		
Herleitung der Poissongleichung als notwendige Optimalitätsbedingung, Distributionen, die Fouriertransformation auf der Klasse der temperierten Distributionen, Fundamentallösungen partieller Differentialgleichungen, Laplace-Beltrami-Operator und vollständige Systeme von Eigenfunktionen.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Analysis I, II und III, Lineare Algebra I, Lineare Funktionalanalysis und Funktionentheorie		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> B. Rummler (FMA-IAN)		

**Methoden der nichtlinearen Analysis  
(Methods of Nonlinear Analysis)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Methoden der nichtlinearen Analysis		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Methoden der nichtlinearen Analysis	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis und exemplarische Kenntnisse analytischer Begriffsbildungen und Beweistechniken, insbesondere solcher, welche das Studium von nichtlinearen Problemen wie der (nichtlinearen) Stabilitätstheorie ermöglichen.		
Die Studierenden können mathematische Inhalte darstellen und Bezüge zu nichtlinearen Phänomenen in den Fachwissenschaften herstellen.		
In Übungen wird durch Diskussion und Darstellung von Lösungen die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
<b>Inhalt:</b>		
Nichtlineare Probleme in Banachräumen, Theorie von Abbildungsgrad und Fixpunktindex, Elemente der Variationsrechnung, monotone Operatoren, Bifurkationen.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Analysis I, II und III, Lineare Algebra I, Lineare Funktionalanalysis und Funktionentheorie		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> B. Rummler (FMA-IAN)		

**Variationsmethoden I**  
(Variational Methods I)

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Variationsmethoden I		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Variationsmethoden I	4 SWS / 56 h	124 h
Übungen	2 SWS / 28 h	62 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem Bereich der Analysis / nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen		
Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsprobleme mathematisch zu modellieren, zu abstrahieren, Problemlösungen selbstständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen, Literaturrecherche und -studium zu betreiben und damit die Inhalte der Vorlesungen und Übungen selbstständig zu vertiefen. Diese Vorlesung wird durch Variationsmethoden II zu einem Modul ergänzt. Dieses Modul führt bis an aktuelle Forschungsthemen heran und bereitet die Studierenden auf die Anfertigung einer Masterarbeit vor.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Direkte Methoden, Unterhalbstetigkeit, Minimalflächen – parametrisch und als Lipschitzstetige Graphen, Hindernisprobleme, Sattelpunktmethode, Minimierung unter Nebenbedingungen, Palais-Smale-Bedingung, mountain-pass-lemma, Reaktions-Diffusions-Gleichung, nichtlineare Wellengleichung, symmetrische Willmoreflächen.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik, auch als Teilmodul belegbar		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Fundierte Analysis-Kenntnisse, über die Grundkurse hinaus etwa im Umfang einer Vorlesung über Funktionalanalysis oder Partielle Differentialgleichungen.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

**Variationsmethoden II (nichtlineare elliptische Differentialgleichungen)**  
**(Variational Methods II)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Variationsmethoden II (nichtlineare elliptische Differentialgleichungen)		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Variationsmethoden II (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem Bereich der Analysis / nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen		
Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsprobleme mathematisch zu modellieren, zu abstrahieren, Problemlösungen selbstständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen, Literaturrecherche und -studium zu betreiben und damit die Inhalte der Vorlesungen und Übungen selbstständig zu vertiefen. Dieses Modul führt bis an aktuelle Forschungsthemen heran und bereitet die Studierenden auf die Anfertigung einer Masterarbeit vor.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Grenzfälle von Kompaktheit, kritisches Wachstum, Concentration compactness principle von P. L. Lions, Brezis-Nirenberg-Problem, globales Kompaktheitslemma von Struwe, instabile Flächen vorgeschriebener mittlerer Krümmung.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik, auch als Teilmodul belegbar		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Fundierte Analysis-Kenntnisse, über die Grundkurse hinaus etwa im Umfang einer Vorlesung über Funktionalanalysis oder Partielle Differentialgleichungen. Variationsmethoden I		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

## Lehrgebiet C: Numerik

### Differential-Algebraic Equations (Differential-Algebraic Equations)

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Differential-Algebraic Equations		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Differential-Algebraic Equations (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Eigenschaften und Schwierigkeiten im theoretischen und numerischen Umgang mit differentiell-algebraischen Gleichungen.		
Die Studierenden sind in der Lage, differentiell-algebraische Gleichungen in der Modellierung technischer Systeme einzusetzen und numerisch anzugehen und die angeeigneten Kenntnisse und Fähigkeiten in der numerischen Lösung gewöhnlicher oder partieller Differentialgleichungen einzusetzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Lineare und nichtlineare DAEs, Existenz von Lösungen, Index und Indexreduktion, Numerische Behandlung, Anwendungsbeispiele		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Numerik gew. Differentialgleichungen (erwünscht)		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> P. Benner (FMA-IAN)		

**Finite Elemente Verfahren  
(Finite Elements Methods)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Finite Elemente Methoden		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung FEM	3 SWS / 42 h	186 h
Übungen	3 SWS / 42 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden sind mit modernen Diskretisierungskonzepten vertraut und werden an den Stand aktueller Forschung herangeführt.		
Sie verstehen die mathematischen Werkzeuge zur theoretischen Absicherung und praktischen Realisierung von Finiten-Elemente Verfahren. Sie können Algorithmen für spezielle Anwendungen entwickeln und programmtechnisch auf dem Computer realisieren.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Die Vorlesung behandelt weiterführende Aspekte der Finiten Elemente Methode. Dazu gehören: Numerische Integration, Isoparametrische Finite Elemente, Finite Elemente Methoden vom upwind Typ, Stromlinien-Diffusions-Methode, Diskretisierung instationärer Probleme, Finite Elemente Methoden für Sattelpunktsprobleme, Elemente höherer Ordnung, nicht-konforme Elemente, spezielle Löser, „multi-level“-Verfahren.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Finite-Elemente Methode		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Th. Richter (FMA-IAN)		

**Model Reduction for Dynamical Systems  
(Model Reduction for Dynamical Systems)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Model Reduction for Dynamical Systems		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Modellreduktion dynamischer Systeme	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben grundlegende und erweiterte Kenntnisse in der Theorie und Anwendung von Modellordnungsreduktionsmethoden		
Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen der gängigen Methoden. Sie können Basisimplementierungen der Modellreduktionsverfahren umsetzen.		
Die Übungen dienen der Vertiefung der mathematischen Grundlagen sowie der Implementierung der Verfahren und deren Anwendung auf einfache Beispiele.		
<b>Inhalt:</b>		
Systemtheoretische Grundlagen, Singulärwertzerlegung und andere (orthogonale) Matrixfaktorisierungen, Methode des balancierten Abschneidens, Krylovraumverfahren, Momentenabgleich, rationale Interpolation, Lyapunovgleichungen, POD (Hauptkomponentenanalyse), reduzierte Basis-Methode.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundlagen der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen und der Numerischen linearen Algebra, Systemtheorie (wünschenswert).		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> P. Benner (FMA-IAN)		

**Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen**  
**(Numerical Methods for Navier-Stokes Equations)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerik d. Navier-Stokes-Gleichungen	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über die numerische Lösung von Strömungsproblemen basierend auf dem Modell der inkompressiblen Navier–Stokes Gleichungen.		
Sie erlernen Diskretisierungsmethoden mit Hilfe der Methode der Finten Elemente und erwerben in den zugehörigen Übungen Techniken der Programmierung von Finite-Elemente-Methoden auf Basis einer C++ Bibliothek,		
<b>Inhalt:</b>		
Modell der inkompressiblen Stokes- und Navier-Stokes-Gleichungen, Funktionenräume und Zerlegung von Vektorfeldern, abstrakte Behandlung von Sattelpunktsproblemen, stabile Finite-Elemente-Paare, Anwendung auf das Stokes-Problem, Stabilisierung für hohe Reynolds-Zahlen, Behandlung instationärer Probleme, iterative Verfahren für die entstehenden großen Gleichungssysteme		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse in den Gebieten Funktionalanalysis und Finite-Elemente-Methoden		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Th. Richter (FMA-IAN)		



## Lehrgebiet D: Optimierung

### Algebraische Methoden der Diskreten Optimierung (Algebraic Methods in Discrete Optimization)

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Algebraische Methoden der Diskreten Optimierung		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algebraische Methoden der DO (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden lernen aktuelle Ansätze zur Lösung von Polynomoptimierungsproblemen kennen.		
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen auf dem Gebiet der Polynome und der semialgebraischen Mengen; in den in die Vorlesung integrierten Übungen vertiefen sie ihre Fähigkeiten zur selbständigen Lösung von Problemen und der Präsentation erarbeiteter Lösungen.		
<b>Inhalt:</b>		
Zentrales Thema ist das Problem, Polynomfunktionen über durch Polynomgleichungen definierten Mengen zu minimieren. Zur Lösung dieses Problems werden Grundzüge der reellen algebraischen Geometrie vermittelt (insbesondere Positivstellensätze) und auf Summen von Quadraten sowie Momentenmatrizen basierende Relaxierungshierarchien entwickelt.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der (Linearen) Algebra und der Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> V. Kaibel (FMA-IMO)		

**Algorithmische Dynamische Optimierung  
(Algorithmic Dynamic Optimization)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Algorithmische Dynamische Optimierung		
<b>Leistungspunkte:</b>		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Alg. Parameterschätzung u. VP (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich algorithmischer Optimierung für dynamische Systeme, sowie bezüglich Optimalitätsbedingungen und Algorithmen für die nicht-lineare, ableitungsbasierte Optimale Steuerung, also der Optimierung mit unterliegenden differentiellen Gleichungen. Eine rigorose Untersuchung von Laufzeiten und Implementierungsaspekten unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung.</p> <p>In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
Die Vorlesung wird an Stelle der beiden Vorlesungen <i>Optimale Steuerung</i> und <i>Algorithmische Parameterschätzung und Versuchsplanung</i> gelesen und thematisiert die wichtigsten Resultate aus beiden Vorlesungen. Behandelt werden Modellierung mit Differentialgleichungen, Parameterschätzung, Optimale Steuerung sowie Versuchsplanung.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Mathematik. Nicht kombinierbar mit den Modulen <i>Optimale Steuerung</i> und <i>Algorithmische Parameterschätzung und Versuchsplanung</i> .		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Nichtlineare Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> S. Sager (FMA-IMO)		

**Algorithmische Konvexe Optimierung  
(Algorithmic Convex Optimization)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Bachelor)		
<b>Modul:</b> Algorithmische Konvexe Optimierung		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algorithmische Konvexe Optimierung	4 SWS / 56 h	186 h
Übung	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben Kenntnisse in der strukturellen, algorithmischen und numerischen Theorie konvexer Optimierungsprobleme.		
In den Übungen lernen die Studierenden unter anderem, konkrete Probleme zu analysieren und selbstständig zu lösen.		
<b>Inhalt:</b>		
Der Kurs behandelt grundlegende Klassen von konvexen Optimierungsproblemen, wie z.B. lineare Probleme, unrestringierte konvexe Optimierungsprobleme, restringierte nichtlineare konvexe Optimierungsprobleme und semidefinite Probleme. Algorithmische, numerische und komplexitätstheoretische Aspekte der obengenannten Klassen von Problemen werden ausführlich diskutiert.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> G. Averkov (FMA-IMO)		

**Geometrische Methoden der Diskreten Optimierung  
(Geometric Methods in Discrete Optimization)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Geometrische Methoden der Diskreten Optimierung		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Methoden der DO	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden lernen für die diskrete Optimierung grundlegende Elemente der diskreten Geometrie, der Konvexgeometrie und insbesondere der Polyedertheorie kennen.		
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen auf den oben genannten Gebieten; in den die Vorlesung begleitenden Übungen vertiefen sie ihre Fähigkeiten zur selbständigen Lösung von Problemen und der Präsentation erarbeiteter Lösungen.		
<b>Inhalt:</b>		
Es werden für die diskrete Optimierung fundamentale Aspekte der folgenden Themen behandelt: Klassische Sätze der kombinatorischen Geometrie, Extremaleigenschaften von Polytopen, Erweiterte Formulierungen, Gitterpunkte in konvexen Mengen.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Optimierung und der Linearen Algebra sind erforderlich, Kenntnisse der ganzzahligen Optimierung sind nützlich.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> V. Kaibel (FMA-IMO)		

**Komplexitätstheorie**  
**(Theory of Computational Complexity)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Komplexitätstheorie		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Komplexitätstheorie	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundlegende Komplexitätsklassen und Rechenmodelle. Sie erlernen typische Beweisansätze aus der Komplexitätstheorie.		
Die Studierenden sind in der Lage, algorithmische Probleme im Hinblick auf ihre Schwierigkeit anhand der für ihre Lösung notwendigen Ressourcen zu klassifizieren.		
<b>Inhalt:</b>		
Rechenmodelle, die Klassen P und NP und die NP-Vollständigkeit, Diagonalisierung, Speicher-Komplexität, die polynomiale Hierarchie, Bool'sche Schaltkreise, randomisierte Algorithmen, Kommunikationskomplexität, PCP-Theoreme.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Algorithmische Mathematik I und II		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> V. Kaibel (FMA-IMO)		

**Optimale Steuerung  
(Optimal Control Theory)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Optimale Steuerung		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Optimale Steuerung	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich Optimalitätsbedingungen und Algorithmen für die nichtlineare, ableitungsbasierte Optimale Steuerung, also der Optimierung mit unterliegenden differentiellen Gleichungen. Eine rigorose Untersuchung von Laufzeiten und Implementierungsaspekten unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung.</p> <p>In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
<p>Behandelt wird die Optimale Steuerung von Systemen gewöhnlicher Differentialgleichungen. Die notwendigen und hinreichenden Optimalitätsbedingungen werden genauso erläutert wie Anwendungen und unterschiedliche Algorithmen um Kandidaten für Optima numerisch zu bestimmen. Stichpunkte sind Hamilton-Jacobi-Bellmann, das Pontryaginsche Maximumprinzip, single shooting, Kollokation, multiple shooting, gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung.</p>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Nichtlineare Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> S. Sager (FMA-IMO)		

**Optimization Methods for Machine Learning  
(Optimization Methods for Machine Learning)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Optimization Methods for Machine Learning		
<b>Leistungspunkte:</b> 9		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung OMML	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich der Modellierung und des algorithmischen Lösens von Optimierungsproblemen, die modernen Methoden des Maschinellen Lernens zu Grunde liegen. Eine rigorose Untersuchung von Laufzeiten und Implementierungsaspekten unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung.</p> <p>In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
<p>Behandelt werden eine Einleitung in Klassifizierung und Regression, eine einheitliche Modellierung von Optimierungsproblemen wie sie bei Support Vector Machines oder Neuronalen Netzwerken auftreten, stochastische und deterministische Gradientenverfahren, sowie Penalisierungstechniken.</p>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Nichtlineare Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> S. Sager (FMA-IMO)		

## Lehrgebiet E: Stochastik

### Asymptotische Stochastik (Asymptotic Stochastic)

<b>Studiengang:</b> Statistik (Master)		
<b>Modul:</b> Asymptotische Stochastik		
<b>Leistungspunkte:</b> 9 (alternativ 6 siehe Verwendbarkeit)		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Asymptotische Stochastik	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen zu Asymptotische Stochastik	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen verschiedene asymptotische Methoden und zentrale Sätze und können diese anwenden, um wichtige exemplarische Fragestellungen der Statistik zu beantworten. Hierbei soll das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereitet werden, etwa indem auch Grenzwertsätze für Zufallsvektoren sowie für abhängige Zufallsvariablen besprochen werden.  Falls die Vorlesung im vollen Umfang belegt wird, kennen die Studierenden darüber hinaus wichtige Beweistechniken, um asymptotische Aussagen herleiten zu können. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b> Multivariater Zentraler Grenzwertsatz und Delta-Methode, Ergodensätze, Zentraler Grenzwertsatz für abhängige Zufallsvariablen, Satz von Donsker, Wiener Prozess, Asymptotische Theorie in parametrischen Modellen, Edgeworth-Expansion und Bootstrap, Anwendungen in der Statistik		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Wahlpflichtmodul Grundlagen Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung Es besteht die Möglichkeit die Veranstaltung als Wahlpflichtmodul Methodik oder Spezialisierung ohne vertiefte Beweise prüfen zu lassen. In diesem Fall reduziert sich der Anteil der Vorlesung auf 2 SWS (28 h) sowie das Selbststudium auf 124 h, so dass dann auch nur 6 Leistungspunkte erworben werden können.		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Kenntnisse im Umfang der Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie		
<b>Prüfungsvorleistung:</b> keine		
<b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortlicher:</b> C. Kirch (FMA-IMST)		



**Design und Analyse von Experimenten  
(Design and Analysis of Experiments)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Design und Analyse von Experimenten		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Design und Analyse von Experimenten mit integrierten Übungen	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Durch das Studium der Theorie orthogonaler Designs erwerben die Studierenden weiterführende und vertiefende Kenntnisse im sich mit der Planung und Analyse von Experimenten beschäftigenden Teilgebiet der Mathematischen Statistik.</p> <p>Die Studierenden erlernen die Struktur von Experimenten zu analysieren und hieraus die korrekte Varianzanalyse der Daten herzuleiten. Hierdurch können sie selbständig auch in neuen Situationen komplexe Experimente planen und analysieren. Sie entwickeln weiterhin ein vertieftes Verständnis über das Zustandekommen der mit Hilfe von Statistik-Software erhaltenen Analyseergebnisse.</p> <p>In den Übungen wird unter anderem mit Hilfe unterschiedlicher Statistik-Programme die praktische Anwendung der Theorie eingeübt, wobei die Studierenden als Software-Paten agieren. Durch die Veranstaltung wird die Kompetenz der Studierenden zur statistischen Beratung gefördert.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
Experimente, Baileys Faktor-Kalkül, Faktoren und Vektorräume, orthogonale Faktorstrukturen und Designs, Varianzanalysetabellen, statistische Modelle, Varianzanalyse orthogonaler Designs, Anwendungen, Inferenz für Treatmentvergleiche.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematischer Statistik und Linearer Algebra		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H. Großmann (FMA-IMST)		

**Finanzstatistik  
(Financial Statistics)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Finanzstatistik		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Finanzstatistik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Absolventinnen und Absolventen kennen Zeitreihenmodelle für Finanzdaten wie etwa Aktienkurse und können diese mathematisch analysieren.		
Sie können diese Modelle mittels moderner Software praktisch		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Volatilitätsvorhersage sowie</li> <li>• zur Risikomessung einsetzen.</li> </ul>		
Sie können statistische Methoden		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Risikoanalyse sowie</li> <li>• zur multivariaten Modellierung nennen, erörtern und anwenden.</li> </ul>		
<b>Inhalt:</b>		
Integration von Zeitreihen, GARCH-Zeitreihen, Volatilitätsvorhersage, Statistische Methoden zur Schätzung von Risikomaßen, Copulas		
<b>Verwendbarkeit der Veranstaltung:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Kenntnisse in der Zeitreihenanalyse werden benötigt.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> C. Kirch (FMA-IMST)		

**Lineare Statistische Modelle  
(Linear Statistical Models)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Lineare Statistische Modelle		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Lineare Statistische Modelle (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Theorie der statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur beim Vorliegen erklärender Variablen; das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen soll vorbereitet werden		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Regression und faktorielle Modelle, Methode der Kleinsten Quadrate und das Gauß-Markov-Theorem, Varianz- und Kovarianzanalyse, zufällige Effekte und verallgemeinerte lineare Modelle, Versuchsplanung		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H. Großmann (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Mathematik des maschinellen Lernens  
(Mathematics of Machine Learning)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Mathematik des maschinellen Lernens		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Mathematik des maschinellen Lernens (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden erwerben mathematische Grundkenntnisse der Lerntheorie des sequentiellen Lernens. Sie erlernen typische Methoden des maschinellen Lernen wie ERM, SVM und 'Brandit' Algorithmen und 'Online Learning' Algorithmen, sowie Beweise zur Effizienz dieser Methoden.		
Die Studierenden sind in der Lage, die Prinzipien der Lerntheorie und sequentiellen Lernens zu verstehen, und die Effizienz der typischen Methoden zu beweisen.		
<b>Inhalt:</b>		
Grundprinzipien der Lerntheorie; 'Empirical Risk Minimisation'; SVM Methoden;'Brandit' Algorithmen und 'Online Learning' Algorithmen		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und konvexer Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche:</b> A. Carpentier (FMA-IMST)		

**Mathematische Statistik  
(Mathematical Statistics)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Mathematische Statistik		
<b>Leistungspunkte:</b> 9 (mit Übung) bzw. 6 (ohne Übung)		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Mathematische Statistik	4 SWS / 56 h	186 h
Übung	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der statistischen Modellierung und der Theorie der statistischen Analyse; Die Studierenden kennen insbesondere die Grundlagen der Schätz- und Testtheorie und können diese anwenden.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Stichprobenraum, parametrische und nichtparametrische Modellierung, Entscheidungs- und Risikofunktion, Suffizienz und Vollständigkeit, optimale Entscheidungsregeln, Bayes- und Minimax-Regeln, a priori-Verteilung und Bayes-Risiko, Neyman-Pearson-Test		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
–		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> A. Carpentier (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Multivariate Statistik  
(Multivariate Statistics)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Multivariate Statistik		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Multivariate Statistik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Theorie der statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur bei mehrdimensionalen Beobachtungen; das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen soll vorbereitet werden		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Statistische Analyse mehrdimensionaler Daten, multivariate Varianzanalyse, Ähnlichkeits- und Distanzmaße, Diskriminanzanalyse, Hauptkomponentenanalyse, Wachstumskurven, Faktorenanalyse, Cluster-Analyse		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H. Großmann (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Nichtparametrische Statistik  
(Nonparametric Statistics)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Nichtparametrische Statistik		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Nichtparametrische Statistik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können verschiedene nichtparametrische statistische Testmethoden an Hand folgender Beispiele erklären und gegen parametrische Methoden abgrenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstichproben-Lage-Problem</li> <li>– Zweistichproben-Lage-Problem</li> </ul> </li> <li>• Sie können die Effizienz verschiedener Tests mittels asymptotischer Methoden vergleichen.</li> <li>• Sie können verschiedene Abhängigkeitsmaße nennen und gegeneinander abgrenzen.</li> <li>• Sie können verschiedene nichtparametrische Schätzmethoden an Hand folgender Beispiele nennen und erklären: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dichteschätzung</li> <li>– Nichtparametrische Regression</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Inhalt:</b>		
Rang-Statistiken, Ordnungsstatistiken, Permutationsstatistiken, Abhängigkeitsmaße, Nichtparametrische Dichte- und Regressionsschätzung		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> C. Kirch (FMA-IMST)		

**Stochastische Finanzmarktmodelle  
(Stochastic Financial Models)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Stochastische Finanzmarktmodelle		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Finanzmathematik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Theorie stochastischer Differentialgleichungen, die die Modellierung des Wertes komplexer Finanzderivate ermöglichen sowie die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereiten sollen.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
<p>Gründliche einführende Darstellung der Prinzipien und Methoden der Derivatebewertung aus mathematischer Sicht: Finanzmarktmodelle in diskreter Zeit, Stochastische Grundlagen stetiger Märkte, Derivatebewertung im Black-Scholes-Modell, Short Rate Modelle, Risikomaße (Sensitivitäten) und Hedging.</p>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Wahrscheinlichkeitstheorie		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> C. Kirch (FMA-IMST)		



**Survival Analysis  
(Survival Analysis)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Survival Analysis		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Survival Analysis (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik, die die Modellierung komplexer zufälliger Vorgänge in angewandten Gebieten ermöglichen sowie die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereiten sollen.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
<b>Inhalt:</b>		
Parametrische und nichtparametrische Lebensdauerverteilungen, Ausfallmodelle, Schätzungen und Tests bei zensierten Daten, Proportional Hazard und Accelerated Life Testing, Mischverteilungen und Frailty-Modelle.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> H. Großmann (FMA-IMST)		

**Versicherungsmathematik  
(Insurance Mathematics)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>(Teil-)Modul:</b> Versicherungsmathematik		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> zwei Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Personenversicherung	2 SWS / 28 h	62 h
Vorlesung Sachversicherung (mit integrierten Übungen)	2 SWS / 28 h	62 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Erwerb vertiefter Fähigkeiten zur stochastischen Modellierung komplexer und zufälliger Vorgänge insbesondere im Bereich der Finanz- und Versicherungsmathematik; das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen soll vorbereitet werden.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
<p>Aktuarielle Modelle der Personen- und Sachversicherung, Ausscheideordnungen und Sterbetafeln, fondsgebundene Versicherungen, Prognoseverfahren in der Versicherung, Reserveprozesse, Prinzipien der Prämienkalkulation, Methoden der Risikoteilung</p>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Klausur oder mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> B. Heiligers (FMA-IMST)		

**Zeitreihenanalyse  
(Time Series Analysis)**

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Zeitreihenanalyse		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Zeitreihenanalyse (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen die Standardmodelle der Zeitreihenanalyse,</li> <li>• kennen exemplarisch statistische Methoden zur Modellwahl und Modellvalidierung,</li> <li>• wenden Modelle und Methoden der Vorlesung eigenständig auf reale und simulierte Daten an,</li> <li>• kennen spezifische mathematische Techniken und können damit Zeitreihenmodelle analysieren.</li> </ul>		
<b>Inhalt:</b>		
Die Vorlesung behandelt die grundlegenden Begriffe der klassischen Zeitreihenanalyse: Stationäre Zeitreihen, Trends und Saisonalitäten, Autokorrelation, Autoregressive Modelle, ARMA-Modelle, Parameterschätzung, Vorhersage, Spektraldichte und Periodogramm		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> C. Kirch (FMA-IMST)		

### 3 Seminar

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Teilmodul:</b> Seminar		
<b>Leistungspunkte:</b> 3		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Seminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot	2 SWS / 28 h	62 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden können sich ein fortgeschrittenes mathematisches Thema selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden erarbeiten. Dies schließt eigenständige Literaturrecherche sowie das Studium – auch englischsprachiger – (Original-)Literatur ein.		
Sie sind in der Lage, komplexe mathematische Inhalte zu organisieren, didaktisch aufzubereiten und mittels moderner Medien zu präsentieren. Darüber hinaus können sie über die mathematischen Resultate mit anderen Teilnehmern und Teilnehmerinnen diskutieren.		
<b>Inhalt:</b>		
Nach Ankündigung des Dozenten oder der Dozentin		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Je nach Themenwahl werden unterschiedliche Vorkenntnisse aus dem Bachelor– bzw. Master–Studiengang Mathematik vorausgesetzt.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Vergabe des Seminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

## 4 Praktikum

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)	
<b>Teilmodul:</b> Praktikum	
<b>Leistungspunkte:</b> 18	
<b>Dauer des Moduls:</b> 12 Wochen	
<b>Arbeitsaufwand:</b>	
Praktische Tätigkeit 500 h	Erstellen des Praktikumsberichtes 40 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> Das Praktikum hat das Ziel, die Studierenden mit Anwendungen der Mathematik im industriellen oder Dienstleistungsbereich bekannt zu machen.  Die Studierenden sind in der Lage, sich aktiv in der Berufswelt zu orientieren und verfügen über erste anwendungsorientierte Kompetenzen in ihrem Studienfach. Darüber hinaus dient das Praktikum dem besseren Verständnis des Lehrangebotes und soll die Motivation für das Studium fördern.	
<b>Inhalt:</b> Die Studierenden erhalten Einblick in die Anwendung mathematischer Methoden zur Lösung praxisbezogener Probleme wirtschaftlicher, technischer oder organisatorischer Art, z. B. in der industriellen Forschung und Entwicklung, im Bereich Finanz- und Versicherungswesen, in der Informationstechnologie oder in der öffentlichen Verwaltung. Dies geschieht typischerweise im Rahmen der eigenständigen Bearbeitung eines Projektes bzw. der Mitarbeit in einem Projekt. Darüber hinaus gewinnen die Studierenden Einblicke in Betriebsabläufe und -organisation sowie in Aspekte von Mitarbeiterführung und Management.	
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Pflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik	
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> keine	
<b>Prüfungsvorleistung:</b> keine	
<b>Prüfungsleistung:</b> Vergabe der Credits nach Vorlage des Praktikumsnachweises und Anfertigen eines Praktikumsberichtes.	
<b>Modulverantwortliche/r:</b> A. Pott (Praktikumsbeauftragter)	

## 5 Masterarbeit

<b>Studiengang:</b> Mathematik (Master)		
<b>Modul:</b> Masterarbeit		
<b>Leistungspunkte:</b> 30		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
Anfertigen der Masterarbeit	Kontaktzeit ca. 50 h	Selbststudium ca. 850 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden können innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig ein anspruchsvolles mathematisches Thema auf der Grundlage wissenschaftlicher Methoden bearbeiten. Sie sind in der Lage, komplexe mathematische Sachverhalte zu ordnen und zu gliedern, um sie in schriftlicher Form zu präsentieren.</p> <p>Sie können ihre Resultate reflektieren und in den wissenschaftlichen Kontext einordnen. In der Verteidigung können die Studierenden ihre wissenschaftlichen Aktivitäten in einem prägnanten Vortrag darstellen und diesbezügliche Fragen beantworten.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
Nach Vorgabe des Dozenten oder der Dozentin		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Lehrveranstaltungen des ersten Studienjahres; weitere Voraussetzungen nach Angabe des Dozenten oder der Dozentin		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Begutachtung der Masterarbeit, Kolloquium		
<b>Modulverantwortliche/r:</b> alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

## 6 Belegungen im Anwendungsfach

### Anwendungsfach Elektrotechnik (Electrical Engineering)

#### Modulbelegung für das Anwendungsfach Technik (Elektrotechnik)

*Studienrichtung Mathematik:*

Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik oder aus dem Master Elektrotechnik und Informationstechnik.

*Studienrichtung Technomathematik:*

Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik oder aus dem Master Elektrotechnik und Informationstechnik.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik*.<sup>2</sup> sowie im *Modulhandbuch Master Elektrotechnik und Informationstechnik*.

---

<sup>2</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2410-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2410-p-114.html)

## **Anwendungsfach Informatik (Computer Science)**

### **Modulbelegung für das Anwendungsfach Informatik**

*Studienrichtung Mathematik:*

Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus **zwei** der folgenden Schwerpunkte des FIN-Masterprogramms:

- Algorithmen und Komplexität
- Bilder und Medien
- Computational Intelligence
- Sicherheit und Kryptologie

*Studienrichtung Computermathematik:*

Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus **drei** der folgenden Schwerpunkte des FIN-Masterprogramms:

- Algorithmen und Komplexität
- Bilder und Medien
- Computational Intelligence
- Sicherheit und Kryptologie

Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Informatik*.<sup>3</sup>  
Weitere Belegungen sind auf Antrag möglich.

---

<sup>3</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2616-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2616-p-114.html)



## **Anwendungsfach Mechanik (Mechanics)**

### **Modulbelegung für das Anwendungsfach Technik (Maschinenbau)**

*Studienrichtung Mathematik:*

Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Vertiefungsbereich des Bachelor Maschinenbau oder aus dem Programm des Master Maschinenbau.

*Studienrichtung Technomathematik:*

Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Vertiefungsbereich des Bachelor Maschinenbau oder aus dem Programm des Master Maschinenbau.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Bachelor Maschinenbau](#).<sup>4</sup> sowie im [Modulhandbuch Master Maschinenbau](#).<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2430-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html)

<sup>5</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2632-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2632-p-114.html)

## **Anwendungsfach Physik (Physics)**

### **Modulbelegung für das Anwendungsfach Physik**

**18 CP** aus den folgenden Lehrveranstaltungen:

- Einführung in die Nichtlineare Dynamik (4 SWS, 6 CP)
- Thermodynamik und Statistik (4 SWS, 6 CP)
- Einführung in die Halbleiterphysik (3 SWS, 5 CP)
- Einführung in die Physik der weichen Materie (Soft Matter) (3 SWS, 5 CP)
- Statistik und Quantenstatistik (6 SWS, 9 CP)
- Fortgeschrittene Quantenmechanik (3 SWS, 5 CP)
- Computational Physics (3 SWS, 4 CP)
- Kosmologie (3 SWS, 4 CP)
- Allgemeine Relativitätstheorie (3 SWS, 4 CP)

## **Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft (Management and Economics)**

### **Modulbelegung für das Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft**

#### *Studienrichtung Mathematik:*

Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von **18 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Masters BWL/Business Economics zu wählen. Seminare sind von der Wahl ausgeschlossen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Master BWL/Business Economics](#).<sup>6</sup>

#### *Studienrichtung Wirtschaftsmathematik: Ausrichtung BWL*

Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Wahlpflichtbereich des Masters BWL/Business Economics zu wählen. Seminare sind von der Wahl ausgeschlossen.

Die Lehrveranstaltungen müssen aus mindestens zwei verschiedenen Profilierungsschwerpunkten stammen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Master BWL/Business Economics](#).<sup>7</sup>

#### *Studienrichtung Wirtschaftsmathematik: Ausrichtung VWL*

Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von **30 CP** aus dem Pflicht- und/oder Wahlpflichtangebot des Masters VWL/International Economics and Policy Consulting zu wählen. Dabei sind das Modul „Methods for Economists“ und Seminare von der Wahl ausgeschlossen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Master VWL/International Economics and Policy Consulting](#).<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2602-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2602-p-114.html)

<sup>7</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2602-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2602-p-114.html)

<sup>8</sup>[http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-5638-p-114.html](http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-5638-p-114.html)