



Fakultät für Mathematik

Modulhandbuch

für den Masterstudiengang

Mathematik

mit den Studienrichtungen

**Mathematik,
Computermathematik,
Technomathematik,
Wirtschaftsmathematik**

Stand 6. März 2017

Version 1.5

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzbeschreibung	4
Ziele und Struktur des Studiengangs	4
Mathematik–Vorlesungen	5
2 Spezialvorlesungen Mathematik	6
Lehrgebiet A: Algebra und Geometrie	6
Algebraische Grundlagen für Computerwissenschaften	6
Einführung in die algebraische Geometrie	7
Endliche Geometrie	8
Endliche Körper	9
Fortgeschrittene Methoden der Kryptographie	10
Gitterpolytope	11
Kommutative Algebra	12
Lehrgebiet B: Analysis	13
Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen	13
Geometrische Evolutionsgleichungen I	14
Geometrische Evolutionsgleichungen II	15
Methoden der Mathematischen Physik	16
Methoden der nichtlinearen Analysis	17
Variationsmethoden I	18
Variationsmethoden II	19
Lehrgebiet C: Numerik	20
Differential-Algebraic Equations	20
Finite Elemente und unstetige Galerkin-Verfahren	21
Model Reduction for Dynamical Systems	22
Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen	23
Numerik zeitabhängiger Differentialgleichungen	24
Numerische Lineare Algebra: Eigenwertprobleme	25
Lehrgebiet D: Optimierung	26
Algebraische Methoden der Diskreten Optimierung	26
Algorithmische Konvexe Optimierung	27
Algorithmische Parameterschätzung und Versuchsplanung	28
Einführung in die Scheduling-Theorie	29
Geometrische Methoden der Diskreten Optimierung	30
Komplexitätstheorie	31
Optimale Steuerung	32
Lehrgebiet E: Stochastik	33
Asymptotische und Nichtparametrische Statistik	33
Finanzstatistik	34
Gemischte Modelle	35
Lineare Statistische Modelle	36
Multivariate Statistik	37
Nichtparametrische Statistik	38
Statistische Versuchsplanung	39
Stochastische Differentialgleichungen	40

Stochastische Finanzmarktmodelle	41
Survival Analysis	42
Versicherungsmathematik	43
Verzweigungsprozesse	44
Weiterführende Mathematische Statistik	45
Weiterführende Wahrscheinlichkeitstheorie	46
Zeitreihenanalyse	47
3 Projekt	48
4 Seminar	49
5 Praktikum	50
6 Masterarbeit	51
7 Belegungen im Anwendungsfach	52
Anwendungsfach Elektrotechnik	52
Anwendungsfach Informatik	53
Anwendungsfach Mechanik	54
Anwendungsfach Physik	55
Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft	56

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 ¹	18
Computermathematik	Informatik	30
Technomathematik	Elektrotechnik oder Mechanik	30
Wirtschaftsmathematik	Wirtschaftswissenschaft	30

¹Elektrotechnik, 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	wissenschaftl. Projekt		
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

Algebraische Grundlagen für Computerwissenschaften (Algebraic Basics in Computer Science)

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Algebraische Grundlagen für Computerwissenschaften		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Alg. Grundl. für Computerwiss.	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erlernen tieferliegende algebraische Methoden, deren Kenntnis für moderne und praxisrelevante Anwendungen in Computerwissenschaften unerlässlich sind.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Arithmetik des endlichen Körpers, Abbildungen mit kryptographischen Anwendungen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: G. Kyureghyan (FMA-IAG)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Einführung in die algebraische Geometrie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einf. in die algebraische Geometrie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Vermittlung und Analyse grundlegender Eigenschaften und Beispielen von Nullstellenmengen komplexer Polynome in mehreren Veränderlichen, sowie der algebraischen und geometrischen Methoden zu deren Untersuchung.</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>		
Inhalt:		
<p>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, Bezouts Satz</p>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: B. Nill (FMA-IAG)		

**Endliche Geometrie
(Finite Geometry)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Endliche Geometrie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Endliche Geometrie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<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>		
Inhalt:		
Endliche projektive Ebenen, Designs, Differenzmengen, Projektive Geometrie, Codes und Geometrie		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Analysis I und II, Algebra (erwünscht)		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: A. Pott (FMA-IAG)		

**Endliche Körper
(Finite Fields)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Endliche Körper		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Endliche Körper	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Struktur und Arithmetik endlicher Körper; Abbildungen und Polynome; Anwendungen in Codierungstheorie, Kombinatorik und Kryptologie		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: G. Kyureghyan (FMA-IAG), A. Pott (FMA-IAG)		

**Fortgeschrittene Methoden der Kryptographie
(Advances Methods of Cryptography)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Fortgeschrittene Methoden der Kryptographie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Fortg. Meth. Kryptographie	3 SWS / 42 h	124h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erlernen aktuelle, in der Praxis relevante Verfahren und Methoden der Kryptographie samt ihren algorithmischen Aspekten.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Primzahltests, Faktorisierung, Diskreter Logarithmus, Boolesche Funktionen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: G. Kyureghyan (FMA-IAG), A. Pott (FMA-IAG)		

**Gitterpolytope
(Lattice Polytopes)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Gitterpolytope		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Gitterpolytope	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Diskrete und Konvexe Geometrie oder Einführung in die Mathematische Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: B. Nill (FMA-IAG)		

**Kommutative Algebra
(Commutative Algebra)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Kommutative Algebra		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Kommutative Algebra	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Multivariate Polynomringe und ihre Moduln, Grundzüge der algebraischen Geometrie, Nullstellensatz, Lokalisierungen, Hom und Tensorprodukt, Primärzerlegung, Satz von Cayley-Hamilton, Nakayamalemma, Grundzüge der Dimensionstheorie.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: T. Kahle (FMA-IAG)		

Lehrgebiet B: Analysis

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Analysis der Navier-Stokes-Gleichungen	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Partielle Differentialgleichungen, Funktionalanalysis		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Geometrische Evolutionsgleichungen I		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Evolutionsgleichungen I	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<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>		
Inhalt:		
<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>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Differentialgeometrie I, Partielle Differentialgleichungen I.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: M. Simon (FMA-IAN)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Geometrische Evolutionsgleichungen II		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Evolutionsgleichungen II	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Geometrische Evolutionsgleichungen I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: M. Simon (FMA-IAN)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Methoden der Mathematischen Physik		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Methoden der Mathematischen Physik	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
<p>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.</p> <p>Die Studierenden können mathematische Inhalte darstellen und Bezüge zu Aufgabenstellungen der theoretischen Physik in den Fachwissenschaften herstellen.</p> <p>In Übungen wird durch Diskussion und Darstellung von Lösungen die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I, II und III, Lineare Algebra I, Lineare Funktionalanalysis und Funktionentheorie		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: B. Rummler (FMA-IAN)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Methoden der nichtlinearen Analysis		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Methoden der nichtlinearen Analysis	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Nichtlineare Probleme in Banachräumen, Theorie von Abbildungsgrad und Fixpunktindex, Elemente der Variationsrechnung, monotone Operatoren, Bifurkationen.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I, II und III, Lineare Algebra I, Lineare Funktionalanalysis und Funktionentheorie		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: B. Rummler (FMA-IAN)		

Variationsmethoden I
(Variational Methods I)

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Variationsmethoden I		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Variationsmethoden I	4 SWS / 56 h	124 h
Übungen	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik, auch als Teilmodul belegbar		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Fundierte Analysis-Kenntnisse, über die Grundkurse hinaus etwa im Umfang einer Vorlesung über Funktionalanalysis oder Partielle Differentialgleichungen.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Variationsmethoden II (nichtlineare elliptische Differentialgleichungen)		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Variationsmethoden II (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Grenzfälle von Kompaktheit, kritisches Wachstum, Concentration compactness principle von P. L. Lions, Brezis-Nirenberg-Problem, globales Kompaktheitslemma von Struwe, instabile Flächen vorgeschriebener mittlerer Krümmung.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik, auch als Teilmodul belegbar		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Fundierte Analysis-Kenntnisse, über die Grundkurse hinaus etwa im Umfang einer Vorlesung über Funktionalanalysis oder Partielle Differentialgleichungen. Variationsmethoden I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

Lehrgebiet C: Numerik

Differential-Algebraic Equations (Differential-Algebraic Equations)

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Differential-Algebraic Equations		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Differential-Algebraic Equations (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Lineare und nichtlineare DAEs, Existenz von Lösungen, Index und Indexreduktion, Numerische Behandlung, Anwendungsbeispiele		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Numerik gew. Differentialgleichungen (erwünscht)		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: P. Benner (FMA-IAN)		

**Finite Elemente und unstetige Galerkin-Verfahren
(Finite Elements and Discontinuous Galerkin Methods)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Finite Elemente und unstetige Galerkin-Verfahren		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung FE und unstetige Galerkin-Verfahren	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Die Vorlesung behandelt weiterführende Aspekte der Finiten Elemente Methode und unstetiger Galerkin-Verfahren (dG-Verfahren). 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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Finite-Elemente Methode		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: F. Schieweck (FMA-IAN), L. Tobiska (FMA-IAN)		

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

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

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Numerik der Navier-Stokes-Gleichungen		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerik d. Navier-Stokes-Gleichungen	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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 der Basis von MATLAB.		
Inhalt:		
Modell der inkompressiblen Stokes- und Navier-Stokes-Gleichungen, Funktionenräume und Zerlegung von Vektorfeldern, abstrakte Behandlung von Sattelpunktsproblemen, LBB-stabile Finite-Elemente-Paare, Anwendung auf das Stokes-Problem, Stabilisierung für hohe Reynolds-Zahlen, Behandlung instationärer Probleme, iterative Verfahren für die entstehenden großen Gleichungssysteme		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in den Gebieten Funktionalanalysis und Finite-Elemente-Methoden		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: F. Schieweck (FMA-IAN)		

Numerik zeitabhängiger Differentialgleichungen
(Numerical Methods for Time-Dependent Differential Equations)

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Numerik zeitabhängiger Differentialgleichungen		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerik zeitabh. Differentialgl.	4 SWS / 56 h	112 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über moderne numerische Methoden zur Lösung von DGL-Systemen und zeitabhängigen partiellen Differentialgleichungen.		
Sie erlernen die Entwicklung und mathematische Analyse von Diskretisierungsverfahren auf der Basis unstetiger und stetiger Galerkin-Methoden und erwerben in den zugehörigen Übungen Fähigkeiten bei der Programmierung der Verfahren auf der Basis von MATLAB.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Beispiele für mathematische Modelle zeitabhängiger Prozesse in Natur und Technik, analytische und numerische Stabilitätskonzepte für DGL-Systeme (z.B. A- und L-Stabilität, Lyapunov-Funktion), Entwicklung und Analyse von Zeitdiskretisierungen für DGL-Systeme auf der Basis von discontinuous Galerkin Methoden (dG) oder continuous Galerkin-Petrov Methoden (cGP), Semi-Diskretisierung im Ort von zeitabhängigen partiellen DGL mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode, Anwendung auf die Modelle der Wärmeleitungsgleichung und der instationären inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in den Gebieten gewöhnliche DGL (Theorie und Numerik), partielle DGL (Sobolev-Räume) und Finite-Elemente-Methoden		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: F. Schieweck (FMA-IAN)		

**Numerische Lineare Algebra: Eigenwertprobleme
(Numerical Linear Algebra: Eigenvalue Problems)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Numerische Lineare Algebra: Eigenwertprobleme (EWP)		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerische Lineare Algebra (EWP)	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben algorithmische und theoretische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten zur Lösung von Eigenwertproblemen. Sie erlernen typische Implementierungstechniken der numerischen Mathematik.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasierte numerische Methoden zu erarbeiten und Problemlösungsstrategien selbständig zu entwickeln. Sie verfügen über Abstraktionsvermögen und kreative Algorithmen-designfähigkeiten.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Störungstheorie für lineare Eigenwertprobleme (EWPe), QR Algorithmus für unsymmetrische EWPe, spezielle Verfahren für symmetrische EWPe, Berechnung der Singulärwertzerlegung, QZ Algorithmus für verallgemeinerte EWPe, Krylovraum-Verfahren für große EWPe, Jacobi-Davidson-Verfahren für große, verallgemeinerte und polynomiale EWPe, vorkonditionierte Eigenlöser, erste Ansätze für nichtlineare EWPe.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Grundkenntnisse der numerischen Mathematik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: P. Benner (FMA-IAN)		

Lehrgebiet D: Optimierung

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Algebraische Methoden der Diskreten Optimierung		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algebraische Methoden der DO (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der (Linearen) Algebra und der Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: V. Kaibel (FMA-IMO)		

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

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Algorithmische Konvexe Optimierung		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algorithmische Konvexe Optimierung	4 SWS / 56 h	186 h
Übung	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: G. Averkov (FMA-IMO)		

**Algorithmische Parameterschätzung und Versuchsplanung
(Algorithmic Parameter Estimation and Experimental Design)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Algorithmische Parameterschätzung und Versuchsplanung		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Alg. Parameterschätzung u. Versuchspl. (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich Parameterschätzung und Versuchsplanung für dynamische Systeme.		
In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren und auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.		
Inhalt:		
Aufbauend auf den linearen und nichtlinearen Methoden zur Berechnung kleinster Quadrate werden Verallgemeinerungen auf Nebenbedingungen und dynamische Systeme hergeleitet. Motiviert durch a posteriori Untersuchungen der optimalen Parameter wird die Versuchsplanung als Methode eingeführt, um Konfidenzgebiete der Schätzung zu minimieren. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der effizienten Behandlung der in praktischen Problemen oftmals unterliegenden Differentialgleichungssysteme. Stichpunkte sind Least Squares, verallgemeinertes Gauß-Newton Verfahren, single shooting, multiple shooting, Formulierung des Versuchsplanungsproblems als Optimalsteuerungsproblem, gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Optimale Steuerung.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: S. Sager (FMA-IMO)		

**Einführung in die Scheduling-Theorie
(Introduction to Scheduling Theory)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Einführung in die Scheduling-Theorie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einführung in die Scheduling-Theorie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten über die exakte und approximative Lösung von Scheduling-Problemen. Sie erlernen typische Beweistechniken.		
Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Reihenfolgeprobleme zu modellieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten sowie Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Klassifikation und Komplexität von Scheduling-Problemen, Basisalgorithmen zur exakten und approximativen Lösung, Einstufige Scheduling-Probleme, Mehrstufige Scheduling-Probleme, Problemerkweiterungen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in Kombinatorischer Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: F. Werner (FMA-IMO)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Geometrische Methoden der Diskreten Optimierung		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Geometrische Methoden der DO	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
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.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Optimierung und der Linearen Algebra sind erforderlich, Kenntnisse der ganzzahligen Optimierung sind nützlich.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: V. Kaibel (FMA-IMO)		

Komplexitätstheorie
(Theory of Computational Complexity)

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Komplexitätstheorie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Komplexitätstheorie	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Rechenmodelle, die Klassen P und NP und die NP-Vollständigkeit, Diagonalisierung, Speicher-Komplexität, die polynomiale Hierarchie, Bool'sche Schaltkreise, randomisierte Algorithmen, Kommunikationskomplexität, PCP-Theoreme.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Algorithmische Mathematik I und II		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: G. Averkov (FMA-IMO), V. Kaibel (FMA-IMO)		

**Optimale Steuerung
(Optimal Control Theory)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Optimale Steuerung		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Optimale Steuerung	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<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>		
Inhalt:		
<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>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul im Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Empfohlen: Nichtlineare Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: S. Sager (FMA-IMO)		

Lehrgebiet E: Stochastik

Asymptotische und Nichtparametrische Statistik (Asymptotic and Nonparametric Statistics)

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Asymptotische und Nichtparametrische Statistik		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Asymptotische u. Nichtpar. Statistik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Theorie der statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur; 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.		
Inhalt:		
Konsistenz von Schätzern und Tests, asymptotische Normalität, Maximum-Likelihood-Schätzer, Least-Squares-Schätzer, Bootstrap-Verfahren; nichtparametrische Modelle, Schätzungen und Tests für Quantile, Permutationstests, Rangtests, Anpassungstests (insb. Kolmogorov-Smirnov- und Chi-Quadrat-Tests), Ansätze der robusten Statistik		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Finanzstatistik
(Financial Statistics)**

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

**Gemischte Modelle
(Mixed models)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Gemischte Modelle		
Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Statistische Versuchsplanung (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der linearen Modellen mit zufälligen Effekten; 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.		
Inhalt:		
Schätzung und Vorhersage in linearen gemischten Modellen, Varianzanalyse, Testen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in Linearen Statistischen Modellen		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortlicher: M. Prus (FMA-IMST)		

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

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Lineare Statistische Modelle		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Lineare Statistische Modelle (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Regression und faktorielle Modelle, Methode der Kleinsten Quadrate und das Gauß-Markov-Theorem, Varianz- und Kovarianzanalyse, zufällige Effekte und verallgemeinerte lineare Modelle, Versuchsplanung		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H. Großmann (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Multivariate Statistik
(Multivariate Statistics)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Multivariate Statistik		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Multivariate Statistik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Statistische Analyse mehrdimensionaler Daten, multivariate Varianzanalyse, Ähnlichkeits- und Distanzmaße, Diskriminanzanalyse, Hauptkomponentenanalyse, Wachstumskurven, Faktorenanalyse, Cluster-Analyse		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H. Großmann (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Nichtparametrische Statistik
(Nonparametric Statistics)**

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

**Statistische Versuchsplanung
(Statistical Experimental Design)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Statistische Versuchsplanung		
Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Statistische Versuchsplanung (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erlernen Methoden der statistischen Versuchsplanung und werden in die Lage versetzt sich in die Planung komplex strukturierter Experimente einzuarbeiten. Sie sind in der Lage die Methoden anzuwenden und die daraus resultierenden Daten zu analysieren.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Fallzahlplanung, Blockpläne, vollfaktorielle und fraktionelle faktorielle Versuchspläne		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in Linearen Statistischen Modellen		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortlicher: F. Freise (FMA-IMST)		

Stochastische Differentialgleichungen (Stochastic Differential Equations)

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Stochastische Differentialgleichungen		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Stochastische Differentialgleichungen (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der Stochastischen Differentialgleichungen; 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.		
Inhalt:		
Eigenschaften der Brownschen Bewegung, Ito Kalkül, Ito Formel, stochastische Differentialgleichungen, starke und schwache Lösungen stochastischer Differentialgleichungen, Filterprobleme		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Kenntnisse im Umfang der Vorlesung Stochastische Prozesse		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: A. Behme (FMA-IMST)		

**Stochastische Finanzmarktmodelle
(Stochastic Financial Models)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Stochastische Finanzmarktmodelle		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Finanzmathematik (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
<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>		
Inhalt:		
<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>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: W. Kahle (FMA-IMST)		

Survival Analysis
(Survival Analysis)

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Survival Analysis		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Survival Analysis (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik, die die Modellierung komplexer zufälliger Vorgängen 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.		
Inhalt:		
Parametrische und nichtparametrische Lebensdauerverteilungen, Ausfallmodelle, Schätzungen und Tests bei zensierten Daten, Proportional Hazard und Accelerated Life Testing, Mischverteilungen und Frailty-Modelle.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: W. Kahle (FMA-IMST)		

**Versicherungsmathematik
(Insurance Mathematics)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Versicherungsmathematik		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: zwei Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Personenversicherung	2 SWS / 28 h	62 h
Vorlesung Sachversicherung (mit integrierten Übungen)	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
<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>		
Inhalt:		
Aktuarielle Modelle der Personen- und Sachversicherung, Ausscheideordnungen und Sterbetafeln, fondsgebundene Versicherungen, Prognoseverfahren in der Versicherung, Reserveprozesse, Prinzipien der Prämienkalkulation, Methoden der Risikoteilung		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
Klausur oder mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: B. Heiligers (FMA-IMST)		

**Verzweigungsprozesse
(Branching Processes)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Verzweigungsprozesse		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Verzweigungsprozesse (mit integrierter Übung)	4 SWS / 56 h	124 h
<p>Ziele und Kompetenzen: Erwerb vertiefter Fähigkeiten auf dem Gebiet der Verzweigungsprozesse; 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>		
<p>Inhalt: Galton-Watson-Prozesse, erzeugende Funktionen, Aussterbewahrscheinlichkeit, der superkritische Fall (Satz von Heyde und Seneta, Satz von Kesten und Stigum), der subkritische Fall (Satz von Kolmogorov, Satz von Yaglom, der kritische Fall (Satz von Kolmogorov und Yaglom, Satz von Athreya und Pakes), Anwendungen in der Biologie, Anwendungen in der Perkolationstheorie</p>		
<p>Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik</p>		
<p>Voraussetzung für die Teilnahme: Grundkenntnisse aus der Vorlesung Stochastische Prozesse</p>		
<p>Prüfungsvorleistung: keine</p>		
<p>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung</p>		
<p>Modulverantwortliche/r: C. Pokalyuk (FMA-IMST)</p>		

**Weiterführende Mathematische Statistik
(Advances Mathematical Statistics)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Weiterführende Mathematische Statistik		
Leistungspunkte: 9 (mit Übung) bzw. 6 (ohne Übung)		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorl. Weiterführende Mathematische Statistik	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der statistischen Modellierung und der Theorie der statistischen Analyse; 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.		
Inhalt:		
Stichprobenraum, parametrische und nichtparametrische Modellierung, spieltheoretische Ansätze, Entscheidungs- und Risikofunktion, Randomisierung, Suffizienz und Vollständigkeit, optimale Entscheidungsregeln, Bayes- und Minimax-Regeln, Zulässigkeit, a priori-Verteilung und Bayes-Risiko, Bayes-Schätzungen und Bayes-Tests, Invarianz und Äquivarianz		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Kenntnisse der Mathematischen Statistik (B. Sc.)		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: C. Kirch (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Weiterführende Wahrscheinlichkeitstheorie
(Advanced Probability Theory)**

Studiengang: Mathematik (Master)		
(Teil-)Modul: Weiterführende Wahrscheinlichkeitstheorie		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorl. Weiterführende Wahrscheinlichkeitstheorie	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Wahrscheinlichkeitstheorie, die die Modellierung komplexer zufälligen Vorgänge ermöglichen sowie das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereiten sollen.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Maß- und Integrationstheorie: allgemeine Maßräume, Maßfortsetzung, Maßintegrale, Konvergenz, L_p -Räume, Bildmaße, Maße mit Dichten; Maßtheoriebasierte Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie: bedingte Erwartungen und bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Maße auf unendlichen Produkträumen, charakteristische Funktionen, Konvergenzsätze, Gauß- und Poisson-Prozesse		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: C. Kirch (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Zeitreihenanalyse
(Time Series Analysis)**

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

3 Projekt

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Projektmodul		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
Bearbeiten des Projektes	Kontaktzeit ca. 20 h	Selbststudium ca. 160 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden sind in der Lage, sich unter Anleitung eines Dozenten oder einer Dozentin in eine individuell vorgegebene Aufgabenstellung einzuarbeiten und diese mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.		
Dies schließt eigenständige Literaturrecherche sowie das Studium englischsprachiger Literatur ein. Sie können die im Laufe des Projekts erzielten Resultate in schriftlicher Form zusammenfassen und einordnen.		
Inhalt:		
Nach Vorgabe des Dozenten oder der Dozentin. Die Projektarbeit kann beispielsweise darin bestehen, dass der oder die Studierende eine Auswahl von wissenschaftlichen Arbeiten studiert oder ein numerisches Verfahren implementiert und die entsprechenden Resultate in geeigneter Form aufbereitet.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lehrveranstaltungen des ersten Studienjahres; weitere Voraussetzungen nach Angabe des Dozenten oder der Dozentin		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
Projektbericht		
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

4 Seminar

Studiengang: Mathematik (Master)		
Teilmodul: Seminar		
Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Seminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
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.		
Inhalt:		
Nach Ankündigung des Dozenten oder der Dozentin		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Je nach Themenwahl werden unterschiedliche Vorkenntnisse aus dem Bachelor– bzw. Master–Studiengang Mathematik vorausgesetzt.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
Vergabe des Seminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

5 Praktikum

Studiengang: Mathematik (Master)	
Teilmodul: Praktikum	
Leistungspunkte: 12	
Dauer des Moduls: 8 Wochen	
Arbeitsaufwand:	
Praktische Tätigkeit 320 h	Erstellen des Praktikumsberichtes 40 h
Ziele und Kompetenzen: 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.	
Inhalt: 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.	
Verwendbarkeit des Moduls: Pflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik	
Voraussetzung für die Teilnahme: keine	
Prüfungsvorleistung: keine	
Prüfungsleistung: Vergabe der Credits nach Vorlage des Praktikumsnachweises und Anfertigen eines Praktikumsberichtes.	
Modulverantwortliche/r: A. Pott (Praktikumsbeauftragter)	

6 Masterarbeit

Studiengang: Mathematik (Master)		
Modul: Masterarbeit		
Leistungspunkte: 30		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
Anfertigen der Masterarbeit	Kontaktzeit ca. 50 h	Selbststudium ca. 850 h
Ziele und Kompetenzen:		
<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>		
Inhalt:		
Nach Vorgabe des Dozenten oder der Dozentin		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lehrveranstaltungen des ersten Studienjahres; weitere Voraussetzungen nach Angabe des Dozenten oder der Dozentin		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
Begutachtung der Masterarbeit, Kolloquium		
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

7 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*.² sowie im *Modulhandbuch Master Elektrotechnik und Informationstechnik*.

²http://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*.³
Weitere Belegungen sind auf Antrag möglich.

³http://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](#).⁴ sowie im [Modulhandbuch Master Maschinenbau](#).⁵

⁴http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html

⁵http://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](#).⁶

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](#).⁷

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](#).⁸

⁶http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2602-p-114.html

⁷http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2602-p-114.html

⁸http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-5638-p-114.html