UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Offen im Denken

Fakultät für Mathematik

Master-Studiengänge
Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik

Modulhandbuch

27. Oktober 2016

Herausgegeben von den Studiendekanen.

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagenmodule

Zunächst eine allgemeine Bemerkung, die sich auf alle mathematischen Module in diesem Handbuch bezieht. Die Bezeichnungen "60:40", "80:20" bzw. "100:0", die sich unter "Zuordnung zum Curriculum" finden, sind wie folgt zu verstehen:

- "60:40" steht für das Studium der Techno- bzw. Wirtschaftsmathematik und gibt das ungefähre Verhältnis - also ca. 3:2 - zwischen mathematischen Modulen und Modulen des Anwendungsfachs an.
- "80:20" steht für das "Profil 80:20" des Studiums der Mathematik; hier ist das angesprochene Verhältnis also ungefähr 4:1.
- "100:0" steht für das "Profil 100:0" des Studiums der Mathematik; hier werden ausschließlich mathematische Module besucht und kein Anwendungsfach belegt.

Die ebenfalls unter "Zuordnung zum Curriculum" auftretenden Abkürzungen "P", "WP", "W" bedeuten:

- "P" steht für Pflichtmodul; die Veranstaltung muss belegt werden.
- "WP" steht für Wahlpflichtmodul; die Veranstaltung kann aus einem Katalog von Modulen gewählt werden, von denen aber mindestens eines belegt werden muss.

Die im Folgenden aufgeführten fünf Grundlagenmodule sind Veranstaltungen, von denen an der Universität Duisburg-Essen typischerweise vier im zweiten Jahr des Bachelorstudiums besucht werden. Das Fünfte kann im B. Sc. Mathematik auch im Aufbaustudium absolviert werden. Wurde eines oder mehrere der fünf Module im Bachelor-Studium nicht belegt, so gilt folgende Regelung:

- Die Module "Algebra" bzw. "Analysis III" müssen dann im Master-Studium belegt werden.
- Die Module "Numerische Mathematik I: Grundlagen", "Optimierung I" bzw. "Stochastik" können dann im Master-Studium belegt werden.
- Insgesamt dürfen höchstens 18 Credits in Grundlagenmodulen erbracht werden.
- Module, die weitgehend inhaltsgleich bereits im Bachelor-Studium absolviert wurden, können für das Master-Studium nicht mehr gewählt werden. Die Überprüfung erfolgt durch den Prüfungsausschuss.

Wir verweisen für detailierte Informationen zum Studienablauf auf die Prüfungsordnungen.

Mathematik

Algebra

Titel Englisch

Algebra

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Empfehlungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Grundlagenmodule

Lernziele

- Erlernen der algebraischen Grundbegriffe
- Anwenden der Galois-Korrespondenz auf klassische Probleme
- Eindringen in komplexere Beweise
- Führen einfacher Beweise
- Selbständiges Lösen von Übungsaufgaben und strukturierte Darlegung der Lösungswege

Inhalt

(Die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch)

- Gruppen, Normalteiler und Auflösbarkeit, Homomorphismen, Operationen auf Mengen, eventuell auch Sylow-Sätze.
- Ringe, Ideale und Moduln, Polynomringe.
- Körper, Körpererweiterungen, der algebraische Abschluss.
- Galois-Theorie mit Anwendungen.

Höhepunkt ist der Hauptsatz der Galois-Theorie, der besagt, dass wir Körpererweiterungen mit Gruppentheorie verstehen können und umgekehrt. Die Übungen zur Algebra finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

In der Regel: schriftliche Klausur am Semesterende. Der Vorlesende gibt die Prüfungsmodalitäten am Anfang des Semesters bekannt. Die Lehrenden können die Zulassung zur Klausur von der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb abhängig machen.

Mathematik

Analysis III

Titel Englisch

Analysis III

Verantwortlich

Prof. Dr. Ulrich Dierkes

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Empfehlungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Grundlagenmodule

Lernziele

Wesentliche Ziele dieser Vorlesung sind neben der Vektoranalysis die gesamte Lebesgue'sche Integrationstheorie und die hiermit zusammenhängenden fundamentalen Theoreme. Dies liefert das Fundament für sämtliche weiterführende Vorlesungen im Bereich der mathematischen Analysis, wie z.B. Partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung, Optimierung, Differentialgeometrie, Stochastik, Numerik, Funktionalanalysis.

Inhalt

- Vektoranalysis im $\mathbb{R}^3$: Sätze von Gauß, Green, Stokes;
- Lebesgue'sche Integrationstheorie im $\mathbb{R}^n$: Konstruktion des Lebesgue-Maßes, messbare Funktionen, Maßkonvergenz: Sätze von Lebesgue, Riesz;
- Satz von Lusin, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze zum Lebesgue-Integral: Fatou, Lebesgue, B. Levi;
- Prinzip von Cavalieri, Satz von Fubini;
- L_p-Räume, Satz von Riesz-Fischer;
- Mannigfaltigkeiten und Differentialformen; allgemeiner Stokes'scher Satz;
- Gewöhnliche Differentialgleichungen

Literaturbeispiele

- Barner, Flohr: Analysis II. de Gruyter 1991
- Hildebrandt: Analysis II, III. Springer 2003
- Fleming: Functions of several variables. Addison-Wesley 1965

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

In der Regel: schriftliche Klausur am Semesterende. Der Vorlesende gibt die Prüfungsmodalitäten am Anfang des Semesters bekannt. Die Lehrenden können die Zulassung zur Klausur von der aktiven Teilnahme am Übungsbetrieb abhängig machen.

Mathematik

Numerische Mathematik I: Grundlagen

Titel Englisch

Numerical Mathematics I: Basics

Verantwortlich

Prof. Dr. Gerhard Starke

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Empfehlungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Sprache

Deutsch

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Grundlagenmodule

Lernziele

- Aktives Erlernen der Begriffsbildungen der Numerischen Mathematik und der numerischen Lösung mathematischer Problemstellungen
- Umfassendes Verständnis der numerischen Verfahren und Erlernen der Fähigkeit, diese der Problemstellung entsprechend einsetzen zu können
- Eigenständige Präsentation und Vertretung der Lösungsvorschläge in einer Diskussion
- Behandlung mathematischer Probleme mit numerischen Methoden und deren algorithmische Umsetzung

Inhalt

(Die angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch; alle Punkte beziehen sich auf die zugehörigen numerischen Verfahren und die theoretischen Grundlagen, soweit letztere noch nicht in den Grundvorlesungen des ersten Jahres behandelt worden sind.):

- Lineare Gleichungssysteme
- Nichtlineare Gleichungen und Gleichungssysteme
- Ausgleichsprobleme
- Eigenwertaufgaben
- Interpolation
- Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme
- Integration

Desweiteren sollen Fragen der Kondition und numerischen Stabilität erörtert werden. Die Übungen zur Vorlesung Numerische Mathematik I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. Die Übungen können auch eine praktische Komponente enthalten, bei der numerische Verfahren am Rechner entwickelt und getestet werden. Die dazu nötigen Kenntnisse im Umgang mit einer Programmierumgebung (z.B. Matlab) werden gegebenenfalls in den Übungen vermittelt.

Literaturbeispiele

- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I und II. Berlin: Springer 2002
- M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens. Wiesbaden: Teubner 2002

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung am Semesterende. Die Modalitäten der Prüfung sowie etwaiger Zulassungsvoraussetzungen werden zu Beginn der Veranstaltungen von der/dem Lehrenden festgelegt und bekanntgegeben.

Mathematik

Optimierung I

Titel Englisch

Optimization I

Verantwortlich

Prof. Dr. Rüdiger Schultz

Angebotsturnus

SS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Empfehlungen

Lineare Algebra II, Analysis II

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Grundlagenmodule

Lernziele

Die Teilnehmer erwerben die grundlegenden Kenntnisse zur Theorie und Algorithmik der linearen Optimierung. Dabei erlernen sie auch Modellierungstechniken und lernen Ansätze zur softwaretechnischen Realisierung kennen. Diese Kenntnisse versetzen die Teilnehmer in die Lage, eine insbesondere in ökonomischen Anwendungen wichtige Klasse von praktischen Problemen zu modellieren und zu lösen.

Inhalt

- Theorie linearer Ungleichungssysteme
- Geometrie der Polyeder
- Simplexmethode und ihre Varianten

sowie zwei der folgenden Themen:

- Lineare Netzwerkoptimierung
- Innere-Punkte-Verfahren der linearen Optimierung
- Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen

Literaturbeispiele

- Bertsimas, Tsitsiklis: Introduction to Linear Optimization. Athena Scientific 1997
- Dantzig, Thapa: Linear Programming 1/2. Springer 1997/2003
- Padberg: Linear Optimization and Extensions. Springer 1999
- Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. Wiley 1998
- Gritzmann: Grundlagen der Mathematischen Optimierung, Springer 2013

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Stochastik

Titel Englisch

Stochastics

Verantwortlich

Prof. Dr. Anita Winter

Angebotsturnus

Sommersemester, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B2

Voraussetzungen

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Grundlagenmodule

Lernziele

Grundlegende und wichtige Begriffe sowie Konzepte der Wahrscheinlichkeitstheorie werden vermittelt, die die mathematische Modellierung und Behandlung von Zufallsphänomenen bzw. Zufallsexperimenten ermöglichen. Desweiteren werden klassische Aufgabenstellungen der mathematischen Statistik behandelt.

Inhalt

1. Laplace-Experimente, Kombinatorik
2. Mathematische Beschreibung von Zufallsexperimenten
3. Wahrscheinlichkeitsverteilungen
4. Mehrstufige Experimente
5. Kenngrößen von Zufallsvariablen
6. Unabhängigkeit
7. Bedingte Wahrscheinlichkeiten
8. Satz der totalen Wahrscheinlichkeit, Satz von Bayes
9. Verteilung von Summen unabhängiger Zufallsgrößen
10. Normal- und Poisson-Approximation von Wahrscheinlichkeiten
11. Gesetze der großen (An)zahlen
12. Elemente der mathematischen Statistik

Literaturbeispiele

- Has-Otto Georgii; Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastik: de Gryter 2009
- Olle Häggström; Streifzüge durch die Wahrscheinlichkeitstheorie. 2004
- Ulrich Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. 6. Auflage. Braunschweig: Vieweg 2002

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Schriftliche oder mündliche Prüfung im Anschluss an die Veranstaltung.

2 Aufbaumodule

Die hier aufgeführten Aufbaumodule sind inhaltlich unterteilt in fünf Schwerpunkte:

- Algebra
- Analysis
- Numerische Mathematik
- Optimierung
- Stochastik

Einige Aufbaumodule sind zusätzlich zu ihrem "Hauptschwerpunkt" auch weiteren Schwerpunkten zugeordnet.

Insgesamt sind im Master-Studium an Aufbau- und Vertiefungsmodulen sowie Master-Seminaren (vgl. Abschnitte 3 und4), ggf. auch Grundlagenmodulen (vgl. Abschnitt 1), folgende Umfänge zu erbringen:

- im Profil 80:20 des Master-Studiums Mathematik 69–75 Credits, davon mindestens 30 Credits im Schwerpunkt der Master-Arbeit und mindestens 9 Credits in einem anderen Schwerpunkt.
- im Profil 100:0 des Master-Studiums Mathematik 90 Credits, davon 30 Credits im Schwerpunkt der Master-Arbeit und mindestens 18 Credits auf einen anderen Schwerpunkt.
- im Master-Studiengang Technomathematik 51–54 Credits, davon 27 Credits im Bereich der Master-Arbeit und mindestens 9 Credits in einem Modul, das auch einem anderen Schwerpunkt zugeordnet ist.
- im Master-Studiengang Wirtschaftsmathematik 54 Credits, davon 27 Credits im Bereich der Master-Arbeit und mindestens 9 Credits in einem Modul, das auch einem anderen Schwerpunkt zugeordnet ist.

Module, die weitgehend inhaltsgleich bereits im Bachelor-Studium absolviert wurden, können für das Master-Studium nicht mehr gewählt werden. Die Überprüfung erfolgt durch den Prüfungsausschuss.

Wir verweisen für detaillierte Informationen zum Studienablauf auf die Prüfungsordnungen.

2.1 Schwerpunkt Algebra

Mathematik

Algebra II

Titel Englisch

Algebra II

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

SS, möglichst jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Empfehlungen

Inhalte des Moduls Algebra

Sprache

Deutsch, bei Bedarf Englisch

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

Die Algebra kennt sehr viele Ausrichtungen. Aufbauend auf dem Modul Algebra können die Teilnehmer hier verschiedene weitere Gebiete aus der Algebra kennen lernen. Dabei werden abstrakte algebraische Denkweisen geschult und vertieft. Das Lösen der Übungsaufgaben erfodert neben Fleiß auch sehr viel abstraktes Denken. Das Modul bereitet auf weiterführende Veranstaltungen aus dem Bereich Algebra, Algebraische Geometrie und Algebraische Zahlentheorie vor. So ist dieses Modul eine ideale Vorbereitung für Studenten, die eine Vertiefung in einem dieser Bereiche anstreben.

Inhalt

Der Inhalt dieser Vorlesung soll einen Einstieg und Ausblick auf verschiedene weiterführende Themen der Algebra, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch; es sollten vier der angegebenen Themen behandelt werden):

1. Kategorien, abelsche Kategorien, exakte Sequenzen.
2. Ringe und Moduln, Tensorprodukt, Adjunktion.
3. Satz von Wedderburn und Darstellungen von Gruppen.
4. Schiefkörper und die Brauer-Gruppe.
5. Bewertungsringe und Dedekind-Ringe.
6. Kommutative Noethersche Ringe und der Hilbertsche Nullstellensatz.
7. Ideale und Spektrum.
8. Dimensionstheorie.

Die Übungen zur Vorlesung finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Algebraische Geometrie I

Titel Englisch

Algebraic Geometry I

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Inhalte des Moduls Algebra. Diese können ersetzt werden durch die Inhalte der beiden Module Funktionentheorie I und Riemannsche Flächen I.

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

Die Teilnehmer sollen die algebraischen Methoden erlernen, die in der Geometrie von Nutzen sind. Sie sollen geometrische Fragestellungen kennen lernen und die Bedeutung der Garben und Kohomologietheorie für deren Behandlung. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen aus der algebraischen Geometrie.

- Durchdringen anspruchsvoller Beweise
- Erlernen des Wechselspiels zwischen Geometrie und Algebra
- Anwenden der Theorie auf abstrakte und konkrete Probleme in den Übungen
- Mündliche und schriftliche Präsentation der eigenen Ansätze und Lösungen

Inhalt

Einführung in die Grundlagen der algebraischen Geometrie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

- Affine Varietäten, Spektren und Morphismen
- Projektive Varietäten
- Garben und Schemata
- Kohomologietheorien.

Die Übungen zur Vorlesung Algebraische Geometrie I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Algebraische Zahlentheorie I

Titel Englisch

Algebraic Number Theory I

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Algebra

Sprache

Deutsch, bei Bedarf Englisch

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

- Die Teilnehmer erlernen die algebraischen Methoden der Zahlentheorie
- Sie durchdringen anspruchsvolle Beweise
- Sie erlernen durch Übungsaufgaben klassische Anwendungen kennen
- Sie präsentieren ihre Lösungen sowohl schriftlich als auch mündlich

Inhalt

Einführung in die Algebraische Zahlentheorie; insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

- Ordnungen, Ganzheit, Dedekind-Ringe.
- Gitter und Minkowski-Theorie.
- Klassengruppe und Einheitengruppe.
- Erweiterungen von Dedekind-Ringen.
- Stellen, Verzweigung, Lokalisierung und diskrete Bewertungsringe.
- Kreisteilungskörper.
- Binäre quadratische Formen.
- Komplettierung und p-adische Zahlen.

Die Übungen zur Algebraischen Zahlentheorie I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

- K. Ireland, M. Rosen: A classical introduction to modern number theory. Springer Verlag 1990
- J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie. Springer Verlag 1992
- S. Stewart, D. Tall: Algebraic Number Theory. AK Peters Ltd. 2002

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Basis der Übungsaufgaben und einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Gruppentheorie I

Titel Englisch

Group Theory I

Verantwortlich

Prof. Dr. Wolfgang Lempken

Angebotsturnus

SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

Die aufgeführten Lerninhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbständig vertieft werden. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Vorlesungen und Seminare aus der Algebra, der Kombinatorik, der algebraischen Geometrie und der Zahlentheorie. In Verbindung mit Modulen aus den vorgenannten Bereichen sollen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Theorien gewinnen. Die Teilnehmer erwerben Kompetenzen, die in weiterführenden Modulen vorausgesetzt werden und die sie in die Lage versetzen, Fachliteratur der Gruppentheorie selbständig zu bearbeiten.

Inhalt

Einführung in ein wichtiges Gebiet der Mathematik; Kenntnisse der Gruppentheorie werden in vielen anderen Bereichen benötigt. Das nachfolgend angegebene Spektrum ist nicht obligatorisch; es sollten jedoch fünf der angegebenen Themen behandelt werden:

1. Grundlagen, Automorphismen, Kompositionsreihen.
2. Struktur abelscher Gruppen.
3. Sylow'sche Sätze, p-Gruppen, nilpotente Gruppen.
4. Auflösbare Gruppen.
5. Verlagerung und p-Faktorgruppen.
6. Normal- und Subnormalteilerstruktur, Komponenten, verallgemeinerte Fittinguntergruppe.
7. Permutationsgruppen.

Die Übungen zur Vorlesung Gruppentheorie I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Kryptographie I

Titel Englisch

Cryptography I

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

WS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

	60:40	80:20	100:0
	WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

Die Teilnehmer sollen die algebraischen Methoden erlernen, die die Grundlagen der modernen Kryptographie bilden. Dazu sollen sie praktische Probleme der Datensicherheit kennen lernen. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen aus der Kryptographie und der Codierungstheorie.

- Durchdringen anspruchsvoller Beweise
- Erlernen des Wechselspiels zwischen theoretischen und praktischen Lösungen
- Anwenden der Theorie auf abstrakte und konkrete Probleme in den Übungen
- Mündliche und schriftliche Präsentation der eigenen Ansätze und Lösungen

Inhalt

Grundlagen der Diskreten Mathematik in Hinblick auf die Kryptographie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

1. Klassische Kryptographie.
2. Ansätze zur Kryptanalyse.
3. Shannonsche Theorie.
4. Secret-Key-Kryptographie.
5. Public-Key-Kryptographie.
6. Kryptographische Hashfunktionen.
7. Digitale Unterschriften.

Die Übungen zur Kryptographie I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht die Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Algebraische Topologie

Titel Englisch

Algebraic Topology

Verantwortlich

Prof. Dr. Marc Levine

Angebotsturnus

SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

- Erlernen der Grundbegriffe der algebraischen Topologie
- Erfahrungen mit der Theorie der Klassifikation von Objekten
- Berechnung von Fundamentalgruppen
- Präsentation und Diskussion eigener Lösungen in den Übungen

Inhalt

Ein Reifen sieht wirklich anders aus als eine flache Fläche. Die Algebraische Topologie gibt uns die Werkzeuge, die diese Begriffe präziser machen und es erlauben, zum Beispiel Flächen durch Invarianten voneinander zu unterscheiden. Diese Invarianten (Kohomologie, Homologie, Homotopiegruppen) finden sich auch in anderen Gebieten der Mathematik wieder (Gruppentheorie, Algebraische oder Analytische Geometrie, etc). Einführung in die Algebraische Topologie; insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

- Topologische Räume und Mannigfaltigkeiten.
- Klassifizierung kompakter 2-dimensionaler Mannigfaltigkeiten.
- Fundamentalgruppe, universelle Überlagerung und Galois-Operation.
- (Ko-)homologietheorie von Komplexen.
- Simpliziale und singuläre Homologie.
- De Rham Kohomologie und Integration.
- Kohomologie, Cup Produkt und Dualität.

Die Übungen zur Algebraischen Topologie finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Codierungstheorie

Titel Englisch

Coding Theory

Verantwortlich

Prof. Dr. Trung van Tran

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Algebra

Lernziele

Die Teilnehmer sollen die algebraischen Methoden der Codierungstheorie erlernen, die für die Übermittlung von Nachrichten über einen gestörten Kanal von Bedeutung sind. Sie sollen auch praktische Fragestellungen kennen lernen. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen aus der Codierungstheorie. Es kann eine Vorbereitung auf die Bachelor-Arbeit sein.

Inhalt

1. Elementare Konzepte der Codierungstheorie: Lineare Codes, Parameter eines Codes, Erzeuger- und Kontrollmatrix, duale Codes.
2. Spezielle Klassen von Codes: Hamming Codes, zyklische Codes, QR Codes, klassische Goppa Codes, Golay Codes, Reed Muller Codes.
3. Schranken (auch asymptotische Schranken) für Codes.
4. Decodierung

Die Übungen zur Codierungstheorie finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht die Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

2.2 Schwerpunkt Analysis

Mathematik

Funktionentheorie I

Titel Englisch

Complex Analysis I

Verantwortlich

Prof. Dr. Gerhard Freiling

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Empfehlungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Algebra

Lernziele

Die aufgeführten Lehrinhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbständig vertieft werden. Das Modul kann als Grundlage dienen für weiterführende Seminare und Vorlesungen zur Funktionentheorie. In Verbindung mit anderen Modulen aus der Analysis oder der Algebra sollen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Theorien gewinnen.

Inhalt

Grundlagen der Funktionentheorie, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

- Komplexe Differenzierbarkeit;
- Einführung in die Theorie der holomorphen Funktionen;
- Cauchyscher Integralsatz;
- Konforme Abbildungen;
- Cauchy-Formeln und Potenzreihen;
- Singularitäten und Laurent-Reihen;
- Analytische Fortsetzung;
- Der Residuenkalkül.

optional:

- Spezielle Funktionen (Gammafunktion, Riemannsche Zetafunktion, Weierstraßsche p-Funktion)
- Möbius-Transformationen;
- Normale Familien, der Riemannsche Abbildungssatz.

Literaturbeispiele

- W. Fischer, I. Lieb: Funktionentheorie. Vieweg Verlag
- J. B. Conway: Functions of one complex variable. Springer Verlag

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Mündliche Prüfung oder schriftliche Prüfungsklausur. Die Lehrenden geben die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen bekannt.

Mathematik

Gewöhnliche Differentialgleichungen I

Titel Englisch

Ordinary Differential Equations I

Verantwortlich

Prof. Dr. Ulrich Dierkes

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik, Optimierung, Stochastik

Lernziele

Die Teilnehmer sollen elementare Differentialgleichungen lösen können, Grundkenntnisse über die theoretische Behandlung von Differentialgleichungen erlangen und auf Probleme aus der Praxis anwenden können. Die Teilnehmer erwerben Kompetenzen, die für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen z. B. über Stabilitätstheorie und Asymptotik gewöhnlicher Differentialgleichungen oder über dynamische Systeme erforderlich sind.

Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Theorie der Gewöhnlichen Differentialgleichungen (bzw. Differentialgleichungssysteme) im Reellen. Dabei geht es um das Studium des lokalen als auch globalen Verhaltens der Lösungen. Es werden folgende Themenbereiche behandelt:

- Explizite Integrationsmethoden
- Existenz- und Eindeutigkeitssätze
- Globale Lösungen
- Lineare Differentialgleichungen und -gleichungssysteme
- Stetige und differenzierbare Abhängigkeit von den Daten
- Differentialungleichungen und Verwandtes

Die zugehörigen Übungen finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

- W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. 7. Aufl. Berlin: Springer 2000

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht die Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltung festlegen.

Bemerkungen

Die Veranstaltung kann auch im Master-Studiengang gewählt werden, wenn sie mit einer darauf aufbauenden Veranstaltung kombiniert wird und im Bachelor-Studiengang noch nicht gewählt worden ist.

Mathematik

Differentialgeometrie I

Titel Englisch

Differential Geometry I

Verantwortlich

Prof. Dr. Ulrich Dierkes

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Empfehlungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik

Lernziele

Die Studierenden lernen die Krümmungsgrößen geometrischer Objekte (Kurven und Flächen) und deren tieferliegende Eigenschaften (Theorema egregium) kennen. Im Satz von Gauß-Bonnet gewinnen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Disziplinen (wie Analysis-Geometrie-Topologie). Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare aus der Differentialgeometrie, der partiellen Differentialgleichungen und der algebraischen Geometrie.

Inhalt

- Lokale Kurventheorie im $\mathbb{R}^n$ oder $\mathbb{R}^3$
- Hauptsatz der Kurventheorie
- Lokale Flächentheorie im $\mathbb{R}^3$
- Hauptsatz der Flächentheorie
- Theorema Egregium
- Geodätische Linien

optional:

- Satz von Gauß-Bonnet
- Exponentialabbildung
- Satz von Hopf-Rinow
- Jacobi-Felder
- Anfänge der Riemannschen Geometrie

Optional können die aufgelisteten Konzepte auch von Anfang an im Kontext der Riemannschen Geometrie diskutiert werden.

Literaturbeispiele

- do Carmo: Diff. Geom. of curves and Surfaces. Prentice Hall 1976
- W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg 1999
- W. Klingenberg: Eine Vorlesung über Differentialgeometrie. Springer 1973
- do Carmo: Riemannian Geometry. Springer 1992

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Vorleistung: Lösen von Übungsaufgaben. Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Bemerkungen

Die Veranstaltung kann auch im Master-Studiengang gewählt werden, wenn sie mit einer darauf aufbauenden Veranstaltung kombiniert wird und im Bachelor-Studiengang noch nicht gewählt worden ist.

Mathematik

Funktionalanalysis I

Titel Englisch

Functional Analysis I

Verantwortlich

Prof. Dr. Petra Wittbold

Angebotsturnus

SS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Empfehlungen

Grundlagen der Analysis und der Linearen Algebra, Analysis III

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik, Optimierung, Stochastik

Lernziele

- Erlernen und Anwenden der funktionalanalytischen Grundbegriffe
- Die aufgeführten Lehrinhalte sollen beherrscht und in den begleitenden Übungen selbständig vertieft werden.
- Das Modul kann als Vorbereitung dienen für anschließende Seminare aus der Funktionalanalysis oder für weiterführende Vorlesungen aus den Gebieten der Differentialgleichungen, der Numerik, der Optimierung und der Stochastik.

Inhalt

- Topologische Vektorräume, insbesondere Banachräume; lineare Operatoren und Funktionale
- Grundprinzipien der Funktionalanalysis und Anwendungen: Satz von Baire, Satz von Banach-Steinhaus, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen
- Die Sätze von Hahn-Banach, Trennung konvexer Mengen
- Dualitätstheorie, insbes. schwache Konvergenz und Reflexivität
- Differenzierbarkeit von Funktionen mit Werten in Banachräumen
- Kompakte Operatoren und deren Spektrum, Fredholmsche Alternative
- Hilberträume: Satz von Riesz-Fréchet, Satz von Lax-Milgram

Die Übungen zur Funktionalanalysis finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesung wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

- D. Werner, Funktionalanalysis, Springer

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung am Semesterende. Der Vorlesende gibt die Prüfungsmodalitäten am Anfang des Semesters bekannt.

Mathematik

Funktionentheorie II

Titel Englisch

Complex Analysis II

Verantwortlich

Prof. Dr. Gerhard Freiling

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Funktionentheorie I

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis

Lernziele

Die Grundlagen aus der Funktionentheorie I sollen vertieft werden und die Teilnehmer sollen exemplarisch an verschiedene wichtige Themen der Funktionentheorie herangeführt werden. Das Modul dient vor allem zur Vorbereitung auf Seminare, weiterführende Spezialvorlesungen wie z.B. Iterationstheorie und zur Vorbereitung auf die Bachelor- und Master-Arbeit.

Inhalt

- Holomorphe Fortsetzung und Monodromiesatz
- Riemannsche Flächen
- Die Riemannsche Fläche eines holomorphen Keims
- Der Weierstraßsche Produktsatz
- Die Γ-Funktion und die Riemannsche ζ-Funktion
- Der Rungesche Approximationssatz
- Partialbruchentwicklungen
- Periodische Funktionen
- Harmonische Funktionen
- Die Formel von Poisson-Jensen-Nevanlinna
- Ordnung, Typ und Geschlecht ganzer Funktionen
- Phragmén/Lindelöf-Sätze
- Nevanlinnasche Hauptsätze
- Einführung in die Iterationstheorie

Literaturbeispiele

Skriptum wird zur Verfügung gestellt

- W. Fischer, I. Lieb: Ausgewählte Kapitel aus der Funktionentheorie, Vieweg Verlag.
- G. Jank, L. Volkmann: Einführung in die Theorie der ganzen und meromorphen Funktionen mit Anwendungen auf Differentialgleichungen. Birkhäuser, Basel

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

mündlich

Mathematik

Konstruktive Approximation und Anwendungen

Titel Englisch

Constructive Approximation and Applications

Verantwortlich

Prof. Dr. Heiner Gonska

Angebotsturnus

WS oder SS, bei Bedarf

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis

Lernziele

Die Studierenden beherrschen zentrale Methoden der Approximation einschließlich derer quantitativen Analyse. Sie sind auch vertraut mit wesentlichen Anwendungen dieser Methoden.

Inhalt

- Allgemeine Grundlagen
- Existenz- und Eindeutigkeitssätze
- Remez-Algorithmus
- K-Funktionale und Stetigkeitsmoduln als Glättemaße
- Die Sätze von Jackson & Bernstein
- Punktweise Verbesserungen der Jackson-Sätze
- L^1-Approximation
- Approximation durch Projektionsoperatoren
- Approximation durch positive lineare Operatoren
- Bernstein-Polynome
- Spline-Interpolation und -Approximation
- Variationsvermindernde Schoenberg-Splines
- Mehrdimensionale Interpolation und Approximation
- Anwendungen auf Quadraturverfahren
- Anwendungen bei der Lösung von Differentialgleichungen
- Anwendungen in der geometrischen Datenverarbeitung

Literaturbeispiele

- R. A. DeVore, G. G. Lorentz: Constructive Approximation. Berlin et al.: Springer 1993

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Partielle Differentialgleichungen I

Titel Englisch

Partial Differential Equations I

Verantwortlich

Prof. Dr. Frank Müller

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Empfohlene Module:
Analysis III

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik, Optimierung, Stochastik

Lernziele

Die Teilnehmer sollen die wichtigsten mathematischen Methoden zur Analyse partieller Differentialgleichungen lernen sowie die wichtigsten partiellen Differentialgleichungen kennen lernen. Die Studierenden sollen durch Ausarbeitung einiger spezifischer Gleichungen ein Gefühl für die vielen verschiedenen möglichen Eigenschaften von partiellen Differentialgleichungen erhalten. Diese Lehrinhalte sollen in den begleitenden Übungen selbständig vertieft werden. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare aus der Funktionalanalysis oder den partiellen Differentialgleichungen. In Verbindung mit Modulen aus der Variationsrechnung sollen die Studierenden Einblick in das Zusammenwirken verschiedener mathematischer Theorien gewinnen.

Inhalt

z.B.

1. Einige fundamentale Beispiele: Transportgleichung, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung;
2. Hamilton-Jacobi Gleichungen;
3. Skalare Erhaltungsgleichungen erster Ordnung;
4. Distributionen, Sobolev-Räume, Einbettungen;
5. Elliptische Gleichungen zweiter Ordnung;
6. Einige nichtlineare Gleichungen, z.B. Hamilton-Jacobi-Gleichungen, vektorielle Erhaltungsgleichungen, Sattelpunktsatz, Fixpunktsätze und Anwendungen.

Die Übungen zu Partielle Differentialgleichungen I finden in Gruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

- L. C. Evans: Partial differential equations.
- M. Struwe: Variational methods.

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung vergeben. Der Lehrende legt die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen fest.

Mathematik

Riemannsche Flächen I

Titel Englisch

Riemann Surfaces I

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

WS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Empfohlene Module:
Funktionentheorie I

Sprache

Deutsch, bei Bedarf Englisch

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Algebra

Lernziele

Die Begriffswelt der Riemannschen Flächen erlaubt ein Zusammenspiel von Anschauung und Theorie. Die Teilnehmer sollen lernen, die Anschauung formal sauber in analytische Fragestellungen umzuformulieren und die so gewonnenen Ergebnisse zu interpretieren.

- Erlernen der Grundbegriffe
- Durchdringen längerer Beweise
- Anwenden der Theorie auf Übungsaufgaben
- Präsentation und Diskussion der eigenen Lösungen in den Übungen

Inhalt

Einführung in die Theorie der Riemannschen Flächen, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

- Topologie von Mannigfaltigkeiten
- Definition Riemannscher Flächen
- Analytische Garben, insbesondere die der Differentialformen
- Kohomologie, Serre-Dualität, Riemann-Roch.

Die Übungen zur Vorlesung Riemannsche Flächen I finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung vergeben. Der Lehrende legt die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen fest.

Mathematik

Variationsrechnung I

Titel Englisch

Calculus of Variations I

Verantwortlich

Prof. Dr. Ulrich Dierkes

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Empfohlene Module:
Analysis III

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Analysis

Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik, Optimierung

Lernziele

Die Studierenden erlernen Unterhalbstetigkeitstechniken zur Konstruktion von Lösungen gewisser Variationsprobleme. Hierzu werden ferner geeignete Räume erklärt, die auch über die Variationsrechnung hinaus von Bedeutung sind und vielfache Anwendung in der Analysis haben.

Inhalt

- Notwendige Bedingungen: Erste und zweite Variation.
- Direkte Methode der Variationsrechnung, Dirichlet-Prinzip.
- Sobolev-Räume, Randwerte von Sobolev-Funktionen.
- Unterhalbstetigkeitsresultate.
- Existenzsätze.

Literaturbeispiele

- C. B. Morrey: Multiple integrals in the calculus of variations. Springer GL 130, 1966
- M. Giaquinta, S. Hildebrandt: Calculus of variations I/II. Springer GL 310/311, 1996
- M. Giaquinta: Multiple Integrals in the Calculus of Variations. Princeton 1983
- L. C. Evans: Partial Differential Equations. AMS Graduate Studies Math. 1998
- E. Zeidler: Applied functional analysis. Springer 1997

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Voraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben. Mündliche oder schriftliche Prüfung im Anschluss an die Veranstaltung mit Möglichkeit zur Nachprüfung.

2.3 Schwerpunkt Numerische Mathematik

Mathematik

Numerische Mathematik II

Titel Englisch

Numerical Mathematics II

Verantwortlich

Prof. Dr. Gerhard Starke

Angebotsturnus

SS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Numerische Mathematik I

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Numerische Mathematik

Lernziele

- Aktives Erlernen der Begriffsbildungen der Numerischen Mathematik anhand der numerischen Lösung von Differentialgleichungen
- Umfassendes Verständnis der theoretischen Grundlagen und numerischen Methoden für Differentialgleichungen und deren Einsatzbereich
- Eigenständige Präsentation der Lösungen und deren Vertretung in einer Diskussion
- Behandlung mathematischer Probleme mit numerischen Methoden und deren algorithmische Umsetzung

Inhalt

In der Vorlesung soll neben Ergänzungen zu Themen der Numerischen Mathematik I eine Einführung in die Numerik gewöhnlicher und einfacher partieller Differentialgleichungen gegeben werden. Dabei sollen auch die theoretischen Grundlagen wie Existenz-, Eindeutigkeits- und Stabilitätsaussagen aus der Analysis wiederholt bzw. ergänzt werden. Den Schwerpunkt bilden Verfahren zur Zeitintegration, deren Konvergenztheorie und Implementierung. Die Übungen zur Vorlesung Numerische Mathematik II finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. Diese können auch eine praktische Komponente enthalten, bei der numerische Verfahren am Rechner entwickelt und getestet werden.

Literaturbeispiele

- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I und II. Springer, Berlin, 2002
- M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens. Teubner, Wiesbaden, 2002

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung am Semesterende. Die Modalitäten der Prüfung sowie etwaiger Zulassungsvoraussetzungen werden zu Beginn der Veranstaltungen von der/dem Lehrenden festgelegt und bekanntgegeben.

Mathematik

Berechenbarkeitstheorie

Titel Englisch

Computability Theory

Verantwortlich

Prof. Dr. Xinlong Zhou

Angebotsturnus

WS, nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Numerische Mathematik
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik

Lernziele

Die Studierenden erwerben solide Kenntnisse über Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit und Komplexitätstheorie.

Inhalt

- Berechenbarkeit von Funktionen
- Entscheidbarkeit von Sprachen
- Komplexitätstheorie

Literaturbeispiele

- U. Schöning: Theoretische Informatik, kurzgefaßt. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag 1995

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Numerik partieller Differentialgleichungen I

Titel Englisch

Numerical Methods for Partial Differential Equations I

Verantwortlich

Prof. Dr. Gerhard Starke

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Numerische Mathematik I und II

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Numerische Mathematik

Lernziele

- Aktives Erlernen der Begriffsbildungen der Numerischen Mathematik am Beispiel ausgewählter partieller Differentialgleichungen
- Umfassendes Verständnis der theoretischen Grundlagen und numerischen Methoden und deren Einsatzbereich
- Eigenständige Präsentation der Lösungen und deren Vertretung in einer Diskussion
- Behandlung mathematischer Probleme mit numerischen Methoden und deren algorithmische Umsetzung

Inhalt

Es werden numerische Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen behandelt. Insbesondere werden Variationsformulierungen und Finite-Element-Methoden (FEM) für elliptische Randwertprobleme und parabolische Anfangs- Randwertprobleme entwickelt und deren Konvergenzeigenschaften untersucht. Geeignete Verfahren für hyperbolische Probleme werden ebenfalls behandelt. Die Übungen zur Vorlesung Numerik partieller Differentialgleichungen finden in Kleingruppen statt. Der Stoff der Vorlesungen wird in wöchentlichen schriftlichen Aufgaben vertieft. Diese können auch eine praktische Komponente enthalten, bei der numerische Verfahren am Rechner entwickelt und getestet werden.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung am Semesterende. Die Modalitäten der Prüfung sowie etwaiger Zulassungsvoraussetzungen werden zu Beginn der Veranstaltungen von der/dem Lehrenden festgelegt und bekanntgegeben.

2.4 Schwerpunkt Optimierung

Mathematik

Spieltheorie

Titel Englisch

Game Theory

Verantwortlich

Dr. Ralf Gollmer

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht regelmäßig

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Optimierung

Lernziele

Ziel ist, das Wesen der vorgestellten Lösungsbegriffe und deren Beziehungen sowie die zugrunde liegenden Aussagen zu verstehen. In den Übungen lernen die Teilnehmer, die Theorie an Beispielen anzuwenden und die Verknüpfung erworbener Kenntnisse anhand des Führens von Beweisen.

Inhalt

Spieltheorie ist ein Gebiet der Angewandten Mathematik mit Anwendungen in der Wirtschaftswissenschaft. Gegenstand ist die Analyse von Entscheidungssituationen, an denen mehrere Akteure (Spieler) beteiligt sind. Im Fall der nichtkooperativen Spiele arbeiten diese ohne Absprachen, während sie im Fall der kooperativen Spiele Koalitionen bilden können. Es stellt sich jeweils die Frage nach stabilen (Gleichgewichts-)Situationen. Die Vorlesung beschäftigt sich mit endlichen Spielen mit nur einer Spielrunde.

Grundlegende Lösungsbegriffe werden dargestellt und Aussagen zu diesen bewiesen:

- Gleichgewicht in dominanten Strategien
- Nash-Gleichgewicht
- Kern (core)
- von-Neumann-Morgenstern-Lösung
- Shapley-Wert

Dazu werden in der Vorlesung auch einige der verwendeten Sätze im $\mathbb{R}^n$ bewiesen:

- Trennungssatz
- Fixpunktsätze von Brouwer und Kakutani.

Aussagen aus Optimierung I über lineare Optimierungsprobleme (insb. Dualitätssatz) werden benutzt.

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung und Übung

Arbeitsaufwand

270 Stunden, davon 90 Präsenz

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

mündliche Prüfung

Mathematik

Variationsrechnung und Optimale Steuerung

Titel Englisch

Calculus of Variations and Optimal Control

Verantwortlich

Prof. Dr. Arnd Rösch

Angebotsturnus

SS nicht jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Optimierung
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Analysis

Lernziele

Das Lernziel besteht in der Vermittlung von Grundkenntnissen und Grundfertigkeiten im Bereich Variationsrechnung und Optimale Steuerung von gewöhnlichen Differentialgleichungen. Diese Fähigkeiten werden in den Übungen mit Hilfe elementarer Beispiele vertieft und verfestigt. Außerdem werden einfache Anwendungsbeispiele aus der Mechanik diskutiert, um die Anwendbarkeit des erlernten Wissens zu demonstrieren.

Inhalt

Das Modul stellt Grundkenntnisse in der Variationsrechnung und der Optimalen Steuerung bei gewöhnlichen Differentialgleichungen bereit. In der Variationsrechnung werden schwerpunktmäßig Optimalitätsbedingungen erster und zweiter Ordnung für verschiedene einfache Aufgabentypen behandelt. Bei der Optimalen Steuerung von gewöhnlichen Differentialgleichungen werden folgende Aspekte diskutiert: Steuerbarkeit und Erreichbarkeit, Existenz optimaler Steuerungen, Optimalitätsbedingungen, Feedbacksteuerungen.

Literaturbeispiele

- A. D. Ioffe und V.M. Tikhomirov, Theorie der Extremalaufgaben, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1979.
- J. W. Macki und A. Strauss, Introduction to optimal control theory, Springer-Verlag, New York-Berlin, 1982.

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

mündlich

Mathematik

Inverse Probleme

Titel Englisch

Inverse Problems

Verantwortlich

Prof. Dr. Arnd Rösch

Angebotsturnus

WS oder SS, alle 1–2 Jahre

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Funktionalanalysis I

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Optimierung

Lernziele

Die Teilnehmer erwerben Kenntnisse in der Theorie und Algorithmik inverser Probleme. Dies beinhaltet auch Aspekte der Modellierung und spezielle Lösungsstrategien. Inverse Probleme findet man in den modernen Hochtechnologien (Computertomografie, moderne Methoden der Bodenschatzerkundung, Klimaforschung, ...). Die in der Lehrveranstaltung erworbenen Fähigkeiten sind daher universell einsetzbar. In der Vorlesung wird ein tieferes Verständnis über die Ursachen von instabilem Lösungsverhalten von inversen Problemen vermittelt und Regularisierungsmethoden vorgestellt, die dieses unerwünschte Verhalten überwinden. In den Übungen werden diese Aspekte an Hand geeigneter Beispiele im Detail dargestellt und das Verständnis des Phänomens der Inkorrektheit gefestigt.

Inhalt

- Direkte und inverse Probleme,
- Das Phänomen der Inkorrektheit,
- Identifikationsprobleme,
- Regularisierungsmethoden,
- Der Nutzen von Zusatzinformationen.

Literaturbeispiele

- B. Hofmann: Mathematik Inverser Probleme. Leipzig, Stuttgart: Teubner 1999

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

mündlich

Mathematik

Nichtlineare Optimierung

Titel Englisch

Nonlinear Optimization

Verantwortlich

Prof. Dr. Arnd Rösch

Angebotsturnus

WS jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Optimierung

Lernziele

Dieses Modul vermittelt spezielle Kenntnisse zur Theorie und Algorithmik allgemeiner nichtlinearer endlichdimensionaler Optimierungsprobleme. Diese Kenntnisse befähigen die Teilnehmer zu fundierter Modellierung und Algorithmenauswahl anhand der Eigenschaften von Optimierungsproblemen im Endlichdimensionalen, welche die Berücksichtigung von Nichtlinearitäten erfordern. In der Übung werden zum einen die theoretischen Kenntnisse an Hand gut ausgewählter Aufgaben vertieft und verfestigt und zum anderen an speziellen Beispielproblemen praktische Fähigkeiten bei der Auswahl von Optimierungsverfahren vermittelt.

Inhalt

- Grundbegriffe der konvexen Analysis,
- Notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen, Kuhn-Tucker Theorie,
- Lösungsverfahren für unrestringierte und restringierte Aufgaben: Gradientenverfahren, (Quasi-)Newtonverfahren, Straf- und Barrieremethoden, SQP-Verfahren, Schrittweitenwahl und Trust-Region-Verfahren

Literaturbeispiele

- Walter Alt: Nichtlineare Optimierung, Vieweg, Wiesbaden, 2002

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

mündlich

Mathematik

Scheduling-Theorie I

Titel Englisch

Scheduling Theory I

Verantwortlich

Prof. Dr. Günter Törner

Angebotsturnus

WS oder SS, alle 1–2 Jahre

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

erfolgreiche Teilnahme an einer der Veranstaltungen zur Optimierung

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Optimierung

Lernziele

Die Teilnehmer sollen in den Themenkreis des Schedulings eingeführt werden und erste wichtige Typen von Scheduling-Problemen kennen lernen. In der Übung vertiefen die Studierenden zum einen die theoretischen Kenntnisse an Hand gut ausgewählter Aufgaben und erlernen zum anderen deren Anwendung auf spezielle Beispielprobleme. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare aus dem Bereich der Optimierung.

Inhalt

Die Teilnehmer sollen in diesem Modul eine umfassende Einführung in Fragen der Scheduling-Theorie erhalten, welche Methoden der Optimierung und Konzepte des Operations Research beinhaltet. Sie sollen die grundlegende Terminologie der Komplexität von Scheduling-Problemen sowie erste verschiedene Typen von Scheduling-Problemen kennen lernen. Das Modul kann als Grundlage dienen für anschließende Seminare und weiterführende Vorlesungen aus der Optimierung und der Operations Research.

Literaturbeispiele

Die folgenden drei Bücher stellen einen weitergehenden Rahmen für die Inhalte dieser Vorlesung dar:

- P. Brucker: Scheduling Algorithms – 2nd. rev. & enlarged ed. Berlin: Springer-Verlag 1998. ISBN 3-540-60087-6
- M. Pinedo: Scheduling Theory – Algorithms and Systems (2. ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall 2002. ISBN 0 13 028138-7
- M. Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services. New York: Springer 2005. ISBN 0 387 22198 0

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

2.5 Schwerpunkt Stochastik

Mathematik

Wahrscheinlichkeitstheorie I

Titel Englisch

Probability Theory I

Verantwortlich

Prof. Dr. Anita Winter

Angebotsturnus

Sommersemester, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Empfehlungen

- Grundlagen der Analysis und der Linearen Algebra
- Lebesgue'sche Maß- und Integrationstheorie (Teil von *Analysis III*) wäre erwünscht, ist aber nicht obligatorisch
- Grundlagenmodul Stochastik

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik

Lernziele

Die Teilnehmer verfügen bereits über grundlegende Konzepte der stochastischen Modellierung. In dieser Vorlesung soll der maßtheoretische Zugang der Wahrscheinlichkeitstheorie vorgestellt werden. Die Studierenden sollen darauf vorbereitet werden, sich in einem Bachelor-Seminar selbstständig in ein wahrscheinlichkeitstheoretisches Thema einzuarbeiten. Die Vorlesung ist Voraussetzung für eine Bachelor-Arbeit in der Wahrscheinlichkeitstheorie.

Inhalt

1. Gundlagen der Maß- und Integrationstheorie
2. Unabhängigkeit
3. Bedingte Erwartungen
4. Ergodensatz
5. Starkes Gesetz der großen Zahlen

Literaturbeispiele

- Richard Durrett; Probability: Theory and Examples
- Achim Klenke; Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer 2005
- Achim Klenke; Probability, Springer 2008

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung ist das Lösen und die Präsentation von Übungsaufgaben.

Mathematik

Wahrscheinlichkeitstheorie II

Titel Englisch

Probability Theory II

Verantwortlich

Prof. Dr. Anita Winter

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Empfohlene Module:
Wahrscheinlichkeitstheorie I

Sprache

Deutsch oder Englisch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik

Lernziele

Die Teilnehmer sollen die Grundlagen der Theorie der stochastischen Prozesse erlernen. Insbesonders sollen sie Markov-Prozesse und Martingale als wichtige Prozessklassen kennenlernen. Am Beispiel der Brownschen Bewegung sollen wichtige Beweistechniken selbstständig angewandt werden können. Die Vorlesung bietet die Grundlage für vertiefende Vorlesungen im Masterprogramm, die dann zu einer Master-Arbeit oder Promotion im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie befähigen.

Inhalt

Wahrscheinlichkeitstheorie II, insbesondere (die hier angegebene Reihenfolge ist nicht obligatorisch):

1. Schwache und vague Konvergenz
2. Charakteristische Funktionen
3. Zentraler Grenzwertsatz
4. Stochastische Prozesse
5. Martingale und Stoppzeiten
6. Optionales Stoppen und Samplen
7. Martingalkonvergenzsätze
8. Gausssche Prozesse
9. Brownsche Bewegung
10. Donskers Invarianzprinzip
11. Stochastisches Integral

Literaturbeispiele

- Achim Klenke; Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer 2005
- Achim Klenke; Probability, Springer 2008
- Peter Mörters and Yuval Peres; Brownian motion, Cambridge 2010

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht die Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Mathematik

Markov-Ketten

Titel Englisch

Markov Chains

Verantwortlich

Prof. Dr. Anita Winter

Angebotsturnus

WS, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B3

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Stochastik

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik

Lernziele

Markov-Ketten bilden eine wichtige Klasse stochastischer Prozesse. Zum einen gibt es zahlreiche Phänomene in der Physik, der Biologie, der theoretischen Informatik sowie auch in sozialen Netzwerken, die mit Hilfe von Markov-Ketten modelliert und untersucht werden können. Zum anderen ist die Theorie von endlichen Markov-Ketten einfach zu beschreiben und erlaubt eine Vielzahl von expliziten Rechnungen. Letzteres erlaubt es, Markov-Ketten auch im Mathematikunterricht an Schulen zu behandeln. Diese Vorlesung vermittelt die elementare Theorie endlicher Markov-Ketten und illustriert sie an zahlreichen Beispielen, z.B. Kartenmischen, Verzweigungsprozesse, Modelle der Populationsgenetik, ... Den Studierenden wird dadurch das Handwerkzeug gegeben, dass es ihnen erlaubt, mithilfe von Markov Chain Monte Carlo Methoden in Anwendungsgebieten und ausgewählten Gebieten der reinen sowie der angewandten Mathematik zu modellieren.

Inhalt

1. Markov Eigenschaft und Beispiele
2. Mehrschrittübergangswahrscheinlichkeiten
3. Klassifikation der Zustände
4. Stationäre Verteilungen
5. Langzeitverhalten
6. Zeitumkehr und detailierte Gleichgewichtsgleichungen
7. Austritsverteilungen
8. Austrittszeiten
9. Anwendungen: Markov Chain Monte Carlo, zufällige Algorithmen, Verzweigungsprozesse, zufällige Fraktale, stochastische Optimierung, ...

Literaturbeispiele

- Rick Durrett: Essentials of stochastic processes, 2001
- Olle Häggström: Finite Markov chains and algorithmic applications, Cambridge University Press 2002
- Hans-Otto Georgii: Stochastik. Einführung in Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Walter de Gruyter, 2002
- David Levin, Yuval Peres and Elisabeth Wilmer: Markov chains and mixing times, 2009
- James R. Norris: Markov chains, Cambridge Series in Statistics and Probabilistic Mathematics, 2. Cambridge University Press 1998

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Schriftliche oder mündliche Prüfung im Anschluss an die Veranstaltung.

Mathematik

Diskrete Finanzmathematik

Titel Englisch

Discrete Financial Mathematics

Verantwortlich

Prof. Dr. Mikhail Urusov

Angebotsturnus

Sommersemester, jährlich

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Stochastik

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik

Lernziele

Verständnis der grundlegenden Fragestellungen und Modellierungsansätze in der Finanzmathematik auf Basis diskreter Zufallsvariablen. Gleichzeitig werden innerhalb des vereinfachten Modellierungsrahmens einige grundlegende Konzepte der stochastischen Analysis eingeführt, die auch der Herausbildung eines Vorverständnisses für Verallgemeinerungen in fortgeschrittenen Stochastik-Veranstaltungen dienen. Das Modul fungiert daher auch als Grundlage für Zeitstetige Finanzmathematik sowie Numerische Finanzmathematik.

Inhalt

1. Theorie der Arbitragefreiheit in Ein- und Mehr-Perioden Modellen
2. Bewertung Europäischer und Amerikanischer Optionen
3. Absicherung Europäischer und Amerikanischer Optionen
4. Portfolioanalyse

Literaturbeispiele

- Kremer, J.: Einführung in die Diskrete Finanzmathematik. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag 2006
- Pliska, S. R.: Introduction to Mathematical Finance. Malden Mass. u.a.: Blackwell Publishing 2008
- Shreve, S. E.: Stochastic Calculus for Finance I. New York u.a.: Springer Verlag 2004

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Schriftliche oder mündliche Prüfung im Anschluss an die Veranstaltung.

Mathematik

Elementare Sachversicherungsmathematik

Titel Englisch

Basic Nonlife Insurance Mathematics

Verantwortlich

PD Dr. Volker Krätschmer

Angebotsturnus

Sommersemester, alle 1-2 Jahre

Studierbar ab Fachsemester

B4

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Stochastik

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik

Lernziele

Einige klassische, grundlegende Fragestellungen der Sachversicherungsmathematik werden innerhalb des elementaren Rahmens von diskreten Zufallsvariablen vorgestellt. Neben der Darstellung gängiger Wege ihrer stochastischen Modellierung werden auch Standard-Methoden zu ihrer Behandlung entwickelt. Besonderes Gewicht wird mathematischen Impulsen aus dem Gebiet des Quantitavien Risikomanagements eingeräumt, mit denen die Modellierung und Risikobewertung extremer Versicherungsschäden bearbeitet werden kann. Neben der Beherrschung und den Verbindungen der behandelten mathematischen Methoden soll auch die Fähigkeit zur Einordnung ihrer Reichweite gefördert werden.

Inhalt

1. Modellierung und Berechnung von Gesamtversicherungsschäden.
2. Das Problem großer Gesamtversicherungsschäden.
3. Prämienkalkulationen.
4. Rückversicherung.
5. Reservierung für Spätschäden.

Literaturbeispiele

- Kaas, R./Goovaerts, M./Dhaene, J./Denuit, M.: Modern Actuarial Risk Theory. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag 2009
- Schmidt, K. D.: Versicherungsmathematik. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag 2009

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Schriftliche oder mündliche Prüfung im Anschluss an die Veranstaltung.

Mathematik

Mathematische Statistik

Titel Englisch

Mathematic Statistics

Verantwortlich

Prof. Dr. Denis Belomestny

Angebotsturnus

SS, alle 1–2 Jahre

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Stochastik

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik

Lernziele

Grundsätzliche Fragestellungen der Schließenden Statistik werden, aufbauend auf der Deskreptiven Statistik, behandelt im Sinne einer statistischen Datenanalyse. Die Möglichkeiten der Statistik sowie die Kritikfähigkeit am Einsatz statistischer Methoden sollen vermittelt werden.

Inhalt

1. Deskriptive Statistik;
2. Statistische Schätzung;
3. Statistische Tests;
4. Regression und Korrelation;
5. Aktuelles Forschungsgebiet.

Literaturbeispiele

- R. Hafner: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Berlin: Springer 1989
- W. Eberl, O. Moeschlin: Mathematische Statistik. Berlin: Walter de Gruyter 1982
- W. A. Stahel: Statistische Datenanalyse. Braunschweig: Vieweg 1995
- H. Witting: Mathematische Statistik I. Stuttgart: Teubner 1985
- H. Witting, U. Müller-Frank: Mathematische Statistik II. Stuttgart: Teubner 1995

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung/4 SWS und Übung/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Schriftliche oder mündliche Prüfung im Anschluss an die Veranstaltung.

Mathematik

Numerik Stochastischer Prozesse

Titel Englisch

Numerical Stochastics

Verantwortlich

Prof. Dr. Denis Belomestny

Angebotsturnus

WS oder SS, nicht regelmäßig

Studierbar ab Fachsemester

B5

Voraussetzungen

Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Linearen Algebra

Empfehlungen

Kompetenzen, die in den Grundmodulen sowie in den Aufbaumodulen zur Wahrscheinlichkeitstheorie vermittelt werden.

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Stochastik
Zuordnungen zu weiteren Bereichen: Numerische Mathematik

Lernziele

Die Studierenden sollen Grundlagen der Simulation von Zufallszahlen und stochastischen Prozessen erwerben, effiziente Verfahren zur Berechnung von finanzmathematisch relevanten Größen kennenlernen, an ein aktuelles wissenschaftliches Gebiet herangeführt werden, mathematische Arbeitsweisen einüben (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung) sowie in den Übungen ihre mündliche Kommunikationsfähigkeit durch Einüben der freien Rede vor einem Publikum und bei der Diskussion verbessern.

Inhalt

- Numerik stochastischer Differentialgleichungen
- Zufallszahlengeneratoren
- Monte-Carlo Verfahren, insbesondere multilevel Monte-Carlo Verfahren
- Varianzreduktion
- Starke/schwache Approximation von Lösungen

Optional:

- Numerische Verfahren höherer Ordnung
- Romberg Extrapolation

Literaturbeispiele

- Kloeden, P., Platen, E., „Numerical Solution of Stochastic Differential

Equations“. Springer 1995.

- Glasserman, P., „Monte Carlo Methods in Financial Engineering“.

Springer 2003.
Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung (2 SWS) und Übung (2 SWS) oder Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)

Arbeitsaufwand

60 Std. Präsenzzeit und 120 Std. Zeit für das Selbststudium

ECTS-Punkte

6.

Prüfungsform

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Für die Modulprüfung ist das Lösen und die Präsentation von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.

3 Vertiefungsmodule

Jedem der fünf bekannten Schwerpunkte ist ein Vertiefungsmodul zugeordnet. Diese können mit unterschiedlichen Veranstaltungen aus dem jeweiligen Schwerpunkt belegt werden, und zwar auch mehrfach. Zum Beispiel kann man die beiden Module

- Vertiefungsmodul Analysis: Minimalflächen I
- Vertiefungsmodul Analysis: Nichtlineare Funktionalanalysis

belegen. In den einzelnen Modulen können 3 bis 9 Credits erwirtschaftet werden, je nach Arbeitsaufwand, z.B.:

Umfang der Veranstaltung	Arbeitsaufwand	Credits
4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung	270 h (davon 90 h Präsenz)	9
4 SWS Vorlesung	180 h (davon 60 h Präsenz)	6
3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	180 h (davon 60 h Präsenz)	6
2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung	180 h (davon 60 h Präsenz)	6
2 SWS Vorlesung	90 h (davon 30 h Präsenz)	3
1 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	90 h (davon 30 h Präsenz)	3

Eine Veranstaltung eines Vertiefungsmoduls kann auch mehreren Schwerpunkten zugeordnet sein. Die diesbezügliche Festlegung trifft die/der Lesende bei Ankündigung, spätestens aber zu Beginn der Veranstaltung.

Bei sehr kleinen Gruppengrößen kann die Veranstaltung als Lesekurs durchgeführt werden. In einem Lesekurs sollen die Studierenden einen Themenkreis der mathematischen Literatur unter Anleitung einer/eines Lehrenden erarbeiten und diskutieren. Es gibt die folgenden beiden Formen:

Name	Arbeitsaufwand	Credits
Großer Lesekurs	180 h (davon 30 h Präsenz)	6
Kleiner Lesekurs	90 h (davon 15 h Präsenz)	3

Im Master-Studium Mathematik sind im Profil 80:20 mindestens 18 Credits in Vertiefungsmodulen zu erbringen, davon mindestens 9 im Schwerpunkt der Master-Arbeit.

Im Master-Studium Mathematik sind im Profil 100:0 mindestens 27 Credits in Vertiefungsmodulen zu erbringen, davon mindestens 9 im Schwerpunkt der Master-Arbeit.

Im Master-Studium Techno- bzw. Wirtschaftsmathematik sind mindestens 18 Credits in Vertiefungsmodulen zu erbringen, davon mindestens 9 im Schwerpunkt der Master-Arbeit.

Wir verweisen für detaillierte Informationen zum Studienablauf auf die Prüfungsordnungen.

Mathematik

Vertiefungsmodul Algebra und Zahlentheorie

Titel Englisch

In-depth Module Algebra and Number Theory

Verantwortlich

Prof. Dr. Georg Hein

Angebotsturnus

jedes Semester

Studierbar ab Fachsemester

M1

Voraussetzungen

Empfehlungen

Diese Veranstaltung baut in der Regel auf einer Vorlesung aus dem Vorsemester auf, die vorausgesetzt wird.
Empfohlene Module:
Algebra

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Vertiefungsmodule

Lernziele

Erlernen fortgeschrittener Beweistechniken aus den Bereichen Algebra, Algebraische Geometrie und Zahlentheorie. Diese Kenntnisse sollen zu einer Master-Arbeit oder der Verbreiterung des mathematischen Horizontes dienen.

- Verständnis komplexer Beweise
- Anwenden der erlernten Theorie in verschiedenen Zusammenhängen
- Präsentation eigener Ansätze und Beweise
- Vertrautheit mit den typischen Fragestellungen der Theorie

Inhalt

In diesem Modul werden die Studenten an die aktuelle Forschung im Bereich Algebra, Algebraische Geometrie und Zahlentheorie herangeführt. Mögliche Vorlesungen und deren Inhalte sind:

1. Algebraische Geometrie II
   - Dualität
   - Serre-Verschwindungssatz
   - Riemann-Roch
   - Morphismen und Linearsysteme
   - Theorie der Flächen
2. Klassenkörpertheorie
   - Lokale und globale Körper
   - Unendliche Galois-Gruppen
   - Lokale Klassenkörpertheorie
   - Normenrestsymbol und Hilbert-Symbol
   - Idele und die Idelklassengruppe
   - Das Reziprozitätsgesetz und globale Klassenkörpertheorie, auch in idealtheoretischer Sprache
   - Explizite Klassenkörpertheorie
3. Einführung in die Arithmetik von Modulformen
   - Spitzenformen, Modulformen und Modulfunktionen
   - Fuchssche Gruppen und Kongruenzuntergruppen
   - Riemannsche Flächen und Dimensionsformeln
   - Hecke-Operatoren und das Petersson-Skalarprodukt
   - Neu- und Altformen
   - Modulkurven und deren Gleichungen
   - L-Funktionen
   - Parabolische Kohomologie und der Satz von Eichler-Shimura

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung und Übung

Arbeitsaufwand

90-270 Stunden davon 30-90 Präsenz

ECTS-Punkte

3-9, je nach Arbeitsaufwand.

Prüfungsform

- In der Regel: Mündliche Prüfung am Semesterende
- Wird vom Vorlesenden am Semesteranfang bekanntgegeben

Bemerkungen

Bei sehr kleinen Gruppengrößen kann die Veranstaltung in Form eines Lesekurses durchgeführt werden.

Mathematik

Vertiefungsmodul Analysis

Titel Englisch

In-depth Module Analysis

Verantwortlich

Prof. Dr. Frank Müller

Angebotsturnus

jedes Semester

Studierbar ab Fachsemester

M1

Voraussetzungen

Empfehlungen

Abhängig von der speziellen Vorlesung, wird vom Dozenten am Semesteranfang bekannt gegeben.
Empfohlene Module:
Analysis III

Sprache

In der Regel Deutsch

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Vertiefungsmodule

Lernziele

Souveräner Umgang mit Begriffen, Methoden und Resultaten aus dem Bereich Analysis. Diese Kenntnisse sollen zu einer Master-Arbeit führen und/oder der Verbreiterung des mathematischen Horizontes dienen.

- Verständnis komplexer Beweise
- Anwenden der erlernten Methoden in neuen Zusammenhängen
- Präsentation eigener Ansätze und Beweise
- Vertrautheit mit einigen typischen Fragestellungen der Theorie

Inhalt

Die Studierenden erwerben vertieftes Wissen in verschiedenen Bereichen der Analysis und werden bis an die aktuelle Forschung herangeführt. Mögliche Vorlesungen und deren Inhalte sind z.B.:

1. Minimalflächen I
   - Theorie zweidimensionaler Minimalflächen in $\mathbb{R}^3$
   - Konforme Darstellung
   - Analytizität
   - Krümmungsabschätzungen / Satz von Bernstein
   - Weierstraß-Darstellung
   - Theorie der zweiten Variation
2. Partielle Differentialgleichungen II
   - Regularitätstheorie
   - Qualitative Eigenschaften von Lösungen partieller Differentialgleichungen und Differentialgleichungssysteme
   - Homogenisierungstheorie
   - Viskositätslösungen
   - Behandlung spezieller Gleichungstypen, wie z.B. Maxwellsche Gleichungen, Navier-Stokessche Gleichungen, Elastizitätsgleichungen, Minimalflächengleichung und andere partielle Differentialgleichungen der Physik oder Geometrie
3. Nichtlineare Funktionalanalysis
   - Unendlich-dimensionale Analysis mit nichtlinearen (Differential- oder Integral-) Operatoren, insbesondere:
   - Fixpunktsätze (insbes. Schauder) mit Anwendungen auf Differential- und Integralgleichungen
   - Theorie der monotonen Operatoren (insbes. Satz von Minty-Browder)
   - Pseudomonotone Operatoren, verstärkt stetige Störungen monotoner Operatoren
   - Akkretive Operatoren in Banachräumen
   - Nichtlineare Evolutionsgleichungen, nichtlineare Operator-Differentialgleichungen
   - Bochner-Integral, Bochner-Lebesgue-Räume
   - Satz von Lions-Aubin

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung und Übung

Arbeitsaufwand

90-270 Stunden davon 30-90 Präsenz

ECTS-Punkte

3-9, je nach Arbeitsaufwand.

Prüfungsform

- In der Regel: Mündliche Prüfung am Semesterende
- Wird vom Vorlesenden am Semesteranfang bekannt gegeben

Bemerkungen

Bei sehr kleinen Gruppengrößen kann die Veranstaltung in Form eines Lesekurses durchgeführt werden.

Mathematik

Vertiefungsmodul Numerische Mathematik

Titel Englisch

In-depth Module Numerical Mathematics

Verantwortlich

Prof. Dr. Paola Pozzi

Angebotsturnus

jedes Semester

Studierbar ab Fachsemester

M1

Voraussetzungen

Empfehlungen

Diese Veranstaltung baut in der Regel auf eine Vorlesung aus dem Vorsemester auf, die vorausgesetzt wird.

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Vertiefungsmodule

Lernziele

Erlernen fortgeschrittener Beweistechniken aus den Bereichen Numerische Lineare Algebra und Numerische Analysis. Diese Kenntnisse sollen der Verbreiterung des mathematischen Horizontes dienen und können zu einer Master-Arbeit führen.

- Verständnis komplexer Beweise
- Anwenden der erlernten Theorie in verschiedenen Zusammenhängen
- Präsentation eigener Ansätze, Beweise und Algorithmen
- Vertrautheit mit den typischen Fragestellungen der Theorie

Inhalt

In diesem Modul werden die Studenten an aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Numerischen Mathematik herangeführt. Mögliche Vorlesungen und deren Inhalte sind:

1. Elastischer Fluss für Kurven
   - Wiederholung bzw. Bereitstellung von wichtigen Begriffen aus der elementaren Differentialgeometrie, Variationsrechnung und Analysis
   - Formulierung und Analysis des Problems
   - Diskretisierung mit der Finite-Elemente-Methode und Fehlerabschätzungen
2. Variationsungleichungen
   - Wiederholung bzw. Bereitstellung von wichtigen Begriffen aus der nichtlinearen Optimierung und Analysis
   - Anwendungsbeispiele in der Mechanik: Hindernis- und Kontaktprobleme
   - Diskretisierungs- und iterative Lösungsverfahren
3. Gemischte Finite-Element-Methoden
   - Wiederholung bzw. Bereitstellung von wichtigen Begriffen aus der Numerik partieller Differentialgleichungen
   - Lösungstheorie, inf-sup-Bedingungen
   - Beispiele gemischte Finite-Element-Räume für Anwendungen in Strömungs- und Festkörpermechanik

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung und Übung

Arbeitsaufwand

90-270 Stunden davon 30-90 Präsenz. Danach richtet sich die ECTS Vergabe (also 3-9 ECTS)

ECTS-Punkte

3-9, je nach Arbeitsaufwand.

Prüfungsform

In der Regel: Mündliche Prüfung am Semesterende – Wird vom Vorlesenden am Semesteranfang bekanntgegeben

Bemerkungen

Bei sehr kleinen Gruppengrößen kann die Veranstaltung in Form eines Lesekurses durchgeführt werden.

Mathematik

Vertiefungsmodul Optimierung

Titel Englisch

In-depth Module Optimization

Verantwortlich

Prof. Dr. Arnd Rösch

Angebotsturnus

jedes Semester

Studierbar ab Fachsemester

M1

Voraussetzungen

Empfehlungen

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Vertiefungsmodule

Lernziele

Souveräner Umgang mit Begriffen, Methoden und Resultaten aus dem Bereich Optimierung. Diese Kenntnisse sollen zu einer Master-Arbeit führen und/oder der Verbreiterung des mathematischen Horizontes dienen.

- Verständnis komplexer Beweise
- Anwenden der erlernten Methoden in neuen Zusammenhängen
- Präsentation eigener Ansätze und Beweise
- Vertrautheit mit einigen typischen Fragestellungen der Theorie und von Anwendungen

Inhalt

Die Studierenden erwerben vertieftes Wissen in verschiedenen Bereichen der Optimierung und werden bis an die aktuelle Forschung herangeführt. Mögliche Vorlesungen und deren Inhalte sind z.B.:

1. Stochastische Optimierung
    - Lineare stochastische Optimierungsprobleme,
    - Lineare gemischt-ganzzahlige stochastische Optimierungsprobleme,
    - Lösungsverfahren: Regularisierte Dekomposition, Szenario-Dekomposition,
    - Branch-and-Fix Koordination,
    - Struktur und Algorithmik für Aufgaben mit Risikoaversion
2. Optimalsteuerung bei partiellen Differentialgleichungen
    - Theorie der Optimalsteuerung für lineare elliptische und parabolische Gleichungen
    - Erweiterung auf semilineare Gleichungen
    - Existenz optimaler Lösungen
    - Notwendige Optimalitätsbedingungen
    - Adjungierte Gleichungen
    - Lagrange-Technik
    - Hinreichende Optimalitätsbedingungen
    - Numerische Verfahren
    - Diskretisierungsstrategien
    - Anwendungen

Weitere mögliche Vorlesungen sind unter anderem “Diskrete und Kombinatorische Optimierung”, “Nichtglatte Optimierung”, “Inverse Probleme” und “Optimierungsalgorithmen für große Systeme”.

Literaturbeispiele

Literatur wird zum Beginn der Lehrveranstaltung und durch Aushang bekannt gegeben. Für die beiden näher beschriebenen Veranstaltungen wären das zum einen für die Stochastische Optimierung

- Birge, Louveaux: Introduction to Stochastic Programming. Springer 1997
- Kall, Wallace: Stochastic Programming. Wiley 1994
- Prekopa: Stochastic Programming. Kluwer 1995
- Ruszczynski, Shapiro: Stochastic Programming. Elsevier 2003
- Shapiro, Dentcheva, Ruszczynski: Lectures on Stochastic Programming, MPS-SIAM 2009

und zum anderen für die Optimalsteuerung bei partiellen Differentialgleichungen

- Tröltzsch: Optimale Steuerung partieller Differentialgleichungen – Theorie, Verfahren und Anwendungen. Wiesbaden: Vieweg 2005.

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung und Übung

Arbeitsaufwand

90-270 Stunden (davon 30-90 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

3-9, je nach Arbeitsaufwand.

Prüfungsform

Mündliche Prüfung

Bemerkungen

Bei sehr kleinen Gruppengrößen kann die Veranstaltung in Form eines Lesekurses durchgeführt werden.

Mathematik

Vertiefungsmodul Stochastik

Titel Englisch

In-depth Module Stochastics

Verantwortlich

PD Dr. Volker Krätschmer

Angebotsturnus

jedes Semester

Studierbar ab Fachsemester

M1

Voraussetzungen

Empfehlungen

Abhängig von der speziellen Vorlesung, wird vom Dozenten am Semesteranfang bekannt gegeben.

Sprache

In der Regel Deutsch

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
WP	WP	WP

Bereiche

Vertiefungsmodule

Lernziele

Souveräner Umgang mit Begriffen, Methoden und Resultaten aus dem Bereich Analysis. Diese Kenntnisse sollen zu einer Master-Arbeit führen und/oder der Verbreiterung des mathematischen Horizontes dienen.

- Verständnis komplexer Beweise
- Anwenden der erlernten Methoden in neuen Zusammenhängen
- Präsentation eigener Ansätze und Beweise
- Vertrautheit mit einigen typischen Fragestellungen der Theorie

Inhalt

In diesem Modul werden die Studenten an die aktuelle Forschung im Bereich Stochastik und ihre Anwendungen herangeführt. Mögliche Vorlesungen und deren Inhalte sind z.B.:

1. Theorie der großen Abweichung
    - Satz von Cramer
    - Satz von Sanov
    - Kontraktionsprinzip
    - Lemma von Varadhan
    - Gärtner-Ellis Theorem
2. Zeitstetige Finanzmathematik
    - Stetige Semimartingale
    - Stochastisches Integral
    - Quadratische Kovariation
    - Ito-Formel
    - Satz von Girsanov
    - Arbitragefreiheit in stetiger Zeit
    - Bewertung und Absicherung von Optionen
3. Levy Prozesse
    - Grundlegende Definitionen und Beispiele
    - Unendliche Teilbarkeit
    - Lévy-Khintchine Formel
    - Zerlegung von Lévy-Prozessen
    - Lévy-Itô Zerlegung
    - Rekurrenz and Transienz
    - Lokalzeiten
    - Exkursionen
    - Subordinatoren
    - Stabile Lévy-Prozesse
    - Infinitesimale Generatoren

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Vorlesung und Übung

Arbeitsaufwand

90-270 Stunden davon 30-90 Präsenz

ECTS-Punkte

3-9, je nach Arbeitsaufwand.

Prüfungsform

Die ECTS-Punkte werden auf Grund einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung innerhalb von drei der Veranstaltung folgenden Monaten vergeben. Innerhalb von sechs Monaten nach der Prüfung besteht Möglichkeit zur Nachprüfung. Die Prüfungsleistung wird benotet. Die Lehrenden werden die Modalitäten der Prüfung zu Beginn der Veranstaltungen festlegen.

Bemerkungen

Bei sehr kleinen Gruppengrößen kann die Veranstaltung in Form eines Lesekurses durchgeführt werden.

4 Master-Seminar

Jedes im Master-Studium zu wählende Master-Seminar kann einem oder mehreren der fünf bekannten Schwerpunkte zugeordnet werden; das gleiche gilt für die Master-Arbeit (vgl. Abschnitt 5). Die diesbezügliche Festlegung trifft die/der Lehrende bei der Ankündigung, spätestens aber bei Beginn der Veranstaltung.

Im Master-Studium Mathematik – egal ob im Profil 80:20 oder im Profil 100:0 – müssen mindestens zwei Master-Seminare belegt werden, davon mindestens eines im Schwerpunkt der Master-Arbeit.

Im Master-Studium Techno- bzw. Wirtschaftsmathematik muss mindestens ein Master-Seminar belegt werden, und zwar im Schwerpunkt der Master-Arbeit.

Wir verweisen für detaillierte Informationen zum Studienablauf auf die Prüfungsordnungen.

Mathematik

Master-Seminar

Titel Englisch

Master-Seminar

Verantwortlich

Prof. Dr. Frank Müller

Angebotsturnus

jedes Semester

Studierbar ab Fachsemester

M1

Voraussetzungen

Empfehlungen

Die Voraussetzungen werden von den Lehrenden bei der Ankündigung bekannt gegeben.

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

60:40	80:20	100:0
P	P	P

Bereiche

Master-Seminar

Lernziele

Durch die erfolgreiche Teilnahme am Master-Seminar zeigen die Studierenden, dass sie ein begrenztes Thema eines Forschungsgebiets verstehen, aufarbeiten, einen Vortrag dazu vorbereiten, durchführen und Fragen beantworten, sowie eine Ausarbeitung dazu erstellen können, und zwar innerhalb einer vorgegebenen zeitlichen Frist. Im Vergleich zum Bachelor-Seminar werden im Master-Seminar üblicherweise anspruchsvollere Themen höherer Aktualität behandelt und eine höhere Selbständigkeit in der Bearbeitung durch die Studierenden erwartet. Damit trägt das Master-Seminar zur Befähigung zu selbständigem wissenschaftlichen Arbeiten bei.

Inhalt

Die Studierenden arbeiten sich in ein begrenztes Thema eines Forschungsgebiets ein, bereiten einen Vortrag dazu vor, führen diesen durch und beantworten dabei zugehörige Fragen. Hinzu kommt weiterhin eine schriftliche Ausarbeitung, die innerhalb einer vorgegebenen zeitlichen Frist zu erstellen ist. Das Seminar soll auf einem Aufbau- oder Vertiefungsmodul aufbauen. Inhaltlich kann das Master-Seminar einem der fünf bekannten Schwerpunkte zugeordnet werden:

- Algebra
- Analysis
- Numerische Mathematik
- Optimierung
- Stochastik

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Seminar/2 SWS

Arbeitsaufwand

270 Stunden (davon 20–30 Stunden Präsenz)

ECTS-Punkte

9.

Prüfungsform

Beurteilung von Vortrag, Ausarbeitung und Diskussion

5 Master-Arbeit

Mathematik

Master-Arbeit

Titel Englisch

Master-Thesis

Verantwortlich

Prof. Dr. Frank Müller

Angebotsturnus

permanent

Studierbar ab Fachsemester

M4

Voraussetzungen

Empfehlungen

Qualifikationen basierend auf allen Veranstaltungen bis zum Beginn der Master-Arbeit

Sprache

In der Regel Deutsch.

Zuordnung zum Curriculum

	60:40	80:20	100:0
	P	P	P

Bereiche

Master-Arbeit

Lernziele

Mit der Master-Arbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem der Mathematik selbständig auf der Grundlage der bis dahin im Master-Studiengang erzielten Qualifikationen zu bearbeiten. Im Vergleich zur Bachelor-Arbeit wird ein anspruchsvolleres Thema auf einem wissenschaftlich höheren Niveau über einen längeren Zeitraum bearbeitet. Durch die zusätzlich erwartete höhere Selbständigkeit belegen die Studierende ihre Fähigkeit zu wissenschaftlichem Arbeiten und unterstützen damit die wissenschaftliche Weiterentwicklung des Fachgebiets.

Inhalt

Die Master-Arbeit schließt die wissenschaftliche Ausbildung im Master-Studiengang Mathematik ab. Über einen Zeitraum von drei Monaten bearbeitet der oder die Studierende selbständig unter wissenschaftlicher Betreuung ein Thema, welches an die neuesten Forschungsergebnisse des gewählten Schwerpunkts angelehnt ist. Mögliche Schwerpunkte sind dabei:

- Algebra
- Analysis
- Numerische Mathematik
- Optimierung
- Stochastik

Literaturbeispiele

Literatur wird in den Veranstaltungen bekanntgegeben.

Lehrform

Master-Arbeit

Arbeitsaufwand

900 Stunden

ECTS-Punkte

30.

Prüfungsform

Begutachtung der Master-Arbeit