

# Modulhandbuch des Bachelor-/Master Studienfachs Mathematik

Entwurf vom 10.11.2014

**6. Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät I**

**6.1 Mathematik**

**Modularisiertes Bachelor-/Master Studium Mathematik**

**an der Universität des Saarlandes**

**ab Wintersemester 2005/2006**

# **Modulhandbuch**

## 6. Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät I

### 6.1 Mathematik

<http://www.math.uni-sb.de/lehre/studiengaenge.html>

#### Vorbemerkung

Die angegebenen Studiensemester- und Regelstudiensemesterzahlen beziehen sich auf einen Studienbeginn im Wintersemester und sind für einen Studienbeginn im Sommersemester entsprechend umzurechnen.

Für das modularisierte Lehramtsstudium Mathematik regelt das entsprechende Modulhandbuch die Studiensemester- und Regelstudiensemesterzahlen.

ENTWURF

## 6. Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät I

### 6.1 Mathematik

# Inhalt

<b>Inhalt</b> .....	<b>4</b>
<b>Vorlesungen und Übungen aus dem Pflichtbereich der höheren Mathematik</b> .....	<b>6</b>
Analysis I.....	7
Analysis II.....	8
Analysis III.....	9
Lineare Algebra I.....	10
Lineare Algebra II.....	11
Modellierung/Programmierung.....	12
Praktische Mathematik.....	13
Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen .....	14
<b>Weiterführende Vorlesungen und Übungen der höheren Mathematik</b> .....	<b>15</b>
Algebra.....	16
Algebraische Codierungstheorie .....	17
Algebraische Geometrie I.....	18
Algebraische Geometrie II.....	19
Algebraische Zahlentheorie I.....	20
Algebraische Zahlentheorie II.....	21
Angewandte Finanzmathematik.....	22
Convex Optimization.....	23
Differentialgeometrie.....	24
Differential Geometric Aspects of Image Processing .....	25
Differential Equations in Image Processing and Computer Vision .....	26
Diskrete Finanzmathematik.....	27
Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.....	28
Einführung in Algebra und Zahlentheorie.....	29
Finite Elemente und Randelementmethoden .....	30
Funktionalanalysis I.....	31
Funktionalanalysis II.....	32
Funktionentheorie I .....	33
Funktionentheorie II .....	34
Image Processing and Computer Vision .....	35
Integral Transformationen .....	36
Introduction to Image Acquisition Methods.....	37
Inverse Probleme .....	38

Kombinatorik und Graphentheorie .....	39
Komplexe Analysis.....	40
Lie-Gruppen und Lie-Algebren .....	41
Machine Learning.....	42
Mathematische Kryptologie.....	43
Mathematische Methoden in der Computertomographie .....	44
Mathematische Statistik .....	45
Modulfunktionen und Modulformen .....	46
Numerisches Praktikum zur Computertomographie.....	47
Operatorentheorie .....	48
Optimierung.....	49
Parameteridentifizierung bei Differentialgleichungen .....	50
Partielle Differentialgleichungen.....	51
Pattern Recognition.....	52
Probabilistic Methods in Image Processing.....	53
Riemannsche Geometrie.....	54
Sachversicherungsmathematik .....	55
Stochastik I.....	56
Stochastik II.....	57
Stochastische Numerik.....	58
Theorie kinetischer Gleichungen.....	59
Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen.....	60
Theorie und Numerik von Integralgleichungen.....	61
Topologie .....	62
Variationsrechnung .....	63
Zeitstetige Finanzmathematik .....	64
<b>Seminare zur Mathematik .....</b>	<b>65</b>
Seminar.....	66
Seminar mit Hausarbeit.....	67
Hauptseminar.....	68

**Studiengang Mathematik Bachelor/Master**

**Modulbeschreibung**

**Vorlesungen und Übungen aus dem  
Pflichtbereich der höheren  
Mathematik**

Modul <b>Analysis I</b>					Abk. <b>Ana1</b>
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>jedes Semester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Eschmeier</b> , Speicher, Fuchs, Groves
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h.
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Mengen, Abbildungen, vollständige Induktion
- Zahlbereiche:  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{C}$
- Konvergenz, Supremum, Reihen, absolute Konvergenz, Umordnung
- Funktionen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, spezielle Funktionen
- Riemannintegral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung
- Taylorformel
- Optional: Fourierreihen

Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Analysis von Funktionen einer Veränderlichen, sowie die Fähigkeit, diese zum Lösen von Problemen einzusetzen (auch unter Benutzung von Computern).

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Analysis II</b>					Abk. <b>Ana2</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Eschmeier</b> , Speicher, Fuchs, Groves
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausuren(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird vor Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Metrische und topologische Grundbegriffe, Kompaktheit
- Normierte Räume, Banachscher Fixpunktsatz
- Kurven, Bogenlänge, optional: Krümmung, Torsion
- Differentiationsbegriffe, Taylorformel, implizite Funktionen, Umkehrsatz
- Extrema mit und ohne Nebenbedingungen, optional: Mannigfaltigkeiten
- Mehrdimensionales Riemannintegral, optional: Lebesgueintegral
- Optional: Approximationssätze

Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlicher, sowie die Fähigkeit, diese zum Lösen von Problemen einzusetzen (auch unter Benutzung von Computern).

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und Internet.

Im Bachelor-Studium sind Analysis I und Analysis II zu einem Modul zusammengefasst, das (in der Regel vor Beginn des dritten Semesters) zusätzlich zu den Klausuren auch noch mündlich geprüft wird.

Modul <b>Analysis III</b>					Abk. <b>Ana3</b>
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>5</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Eschmeier, Speicher, Fuchs, Groves</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Lebesgueintegral, Konvergenzsätze, Fubini
- Transformationssatz
- $L^p$ -Räume, Fouriertransformation
- Integration von Differentialformen, Satz von Stokes
- Hilbertraummethoden, kompakte Operatoren, Spektralsatz
- Optional: Sturm-Liouville

Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Integrationstheorie und der elementaren Funktionalanalysis.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Lineare Algebra I</b>					Abk. <b>LA1</b>
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Gekeler</b> , Schreyer, Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Mengenlehre und grundlegende Beweisverfahren, vollständige Induktion
- Algebraische Grundbegriffe: Gruppen, Ringe, Körper
- Vektorräume, Basis, Dimension, Koordinaten, Lineare Gleichungssysteme, Matrizen, lineare Abbildungen, Basiswechsel, Gauß-Algorithmus, invertierbare Matrizen
- Äquivalenzrelation und Kongruenzen, Quotientenvektorraum, Homomorphiesatz
- Optional: Dualraum
- Symmetrie- und Permutationsgruppen, Optional: Operation von Gruppen auf Mengen
- Determinante, Entwicklungssätze, Cramersche Regel
- Eigenwerte, Diagonalisierbarkeit
- Skalarprodukte und Orthogonalität
- Symmetrische, hermitesche Matrizen, orthogonale und unitäre Matrizen
- Hauptachsentransformation und Quadriken

Fähigkeit, abstrakte algebraische Begriffsbildung zu verstehen und zum Lösen von Problemen in verschiedenen Kontexten einzusetzen; insbesondere Beherrschung der Begriffe und Methoden der Linearen Algebra, Anwendung zur Problemlösung.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Lineare Algebra II</b>					Abk. <b>LA2</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Gekeler</b> , Schreyer, Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Jordansche Normalform, Satz von Cayley-Hamilton
- Singulärwertzerlegung und andere Normalformen
- optional: Moduln über Hauptidealringen
- Dualraum, optional: Bestimmung von Interpolations- und Quadraturformeln
- Optional: Projektiver Raum und projektive Geometrie
- Multilineare Algebra: Bilinearformen, Tensorprodukt, äußere Algebra, optional: Grassmann'sche
- Zornsches Lemma, Auswahlaxiom und Basen in unendlichdimensionalen Räumen

Fähigkeit, tiefere abstrakte algebraische Begriffsbildung zu verstehen und zum Lösen von Problemen in verschiedenen Kontexten einzusetzen, insbesondere Beherrschung der Begriffe und Methoden der Linearen Algebra, Anwendung zur Problemlösung.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Modellierung/Programmierung</b>					Abk. <b>ModProg</b>
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (WS)</b>	SWS <b>V2 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis, <b>Rjasanow</b> , Schuster
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 120 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 180 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Einfache Modellierungsprobleme
- IT-Grundlagen (Hard-, Software, Algorithmen, Betriebssystem LINUX)
- Einführung in die Programmiersprache C
- Programmierung einfacher numerischer Algorithmen
- Optional: Einführung in MATLAB
- Optional: Einführung in LaTeX

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils zu Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Praktische Mathematik</b>					Abk. <b>PraMa</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis, <b>Rjasanow</b> , Schuster
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I, Lineare Algebra I, Modellierung/Programmierung (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Fehlerrechnung
- Lineare Gleichungssysteme
- Eigenwertprobleme
- Interpolation
- Numerische Integration
- Nichtlineare Gleichungssysteme

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils zu Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>					Abk. <b>ThNDG</b>
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Louis, Rjasanow, Schuster</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I, Modellierung/Programmierung (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung ( 2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) und mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Beispiele gewöhnlicher Differentialgleichungen
- Spezielle Differentialgleichungen
- Spezielle Differentialgleichungen 2. Ordnung
- Die Laplace-Transformation
- Existenztheorie
- Differentialgleichungssysteme und Differentialgleichungen höherer Ordnung
- Runge-Kutta-Methoden
- Mehrschrittverfahren
- Integration steifer Differentialgleichungen
- Randwertprobleme
- Einführung in die Finite-Elemente-Methode

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

**Studiengang Mathematik Bachelor/Master**

**Modulbeschreibung**

# **Weiterführende Vorlesungen und Übungen der höheren Mathematik**

Modul <b>Algebra</b>					Abk. <b>Alg</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler, <b>Schreyer</b> , Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Lineare Algebra I, Einführung in Algebra und Zahlentheorie (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### **Inhalt**

Galoistheorie — Symmetrien der Lösungen einer Gleichung in einer Variablen: Hauptsatz, Berechnung der Galoisgruppe, Lösung von algebraischen Gleichungen durch Radikale, Galoisgruppe der allgemeinen Gleichung  $d$ -ten Grades.

Ferner entweder

Lösungstheorie von Gleichungssystemen in mehreren Variablen:

- Hilbertscher Nullstellensatz und Noether-Normalisierung
- Gröbner-Basen und „Ideal membership“, Rechnen in Restklassenringen von Polynomringen
- Komponentenerlegung, optional Primärzerlegung
- Ganzheit und Krull-Dimension

oder

Theorie von nicht-kommutativen Algebren:

- Moduln über nicht notwendig kommutativen Ringen, Endlichkeitsbedingungen, Halbeinfachheit, Jacobson-Radikal
- Klassifikation einfacher und halbeinfacher Ringe, Brauer-Gruppe
- Quaternionen-Algebren
- Gruppenringe endlicher Gruppen und Grundzüge ihrer Darstellungstheorie

---

#### **Weitere Informationen**

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Algebraische Codierungstheorie</b>					Abk. <b>MK</b>
Studiensem. <b>ab 2(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler, Schreyer, <b>Schulze-Pillot</b>
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 120 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 180 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Grundkonzepte: Redundanz, Entropie, Theorem von Shannon
- Lineare Codes: Fehlerkorrektur, Hamming-Gewicht, Minimalabstand
- Schranken und asymptotische Schranken
- Spezielle Codes: Zyklische Codes, Reed-Muller-Codes, BCH-Codes, algebraisch-geometrische Codes
- Decodierungsverfahren
- Optional: Aktuelle Entwicklungen

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, ggf. Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Algebraische Geometrie I</b>					Abk. <b>AlgGeomI</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler, <b>Schreyer</b> , Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Algebra (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

### **Inhalt**

#### Entweder

- Lösungstheorie von Gleichungssystemen in mehreren Variablen
- Hilbertscher Nullstellensatz und Noether-Normalisierung
- Gröbner-Basen und "Ideal membership", Rechnen in Restklassenringen von Polynomringen
- Komponentenzzerlegung, optional Primärzerlegung
- Ganzheit und Krull-Dimension, going-up und going-down – Theoreme
- Tangentialräume und Glattheit
- Lokale Ringe und Lokalisierung
- Artinsche Ringe und Moduln endlicher Länge
- Projektive Varietäten, Linearsysteme ebener Kurven und der Satz von Bézout

#### Oder

- Tangentialräume und Glattheit
- Lokale Ringe und Lokalisierung
- Artinsche Ringe und Moduln endlicher Länge
- Projektive Varietäten, Linearsysteme ebener Kurven und der Satz von Bézout
- Kubische Kurven
- Lösungstheorie von homogenen Gleichungssystemen
- Produkte und Morphismen
- Hilbertpolynom
- Dimensionsformeln und Bertini

---

### **Weitere Informationen**

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Algebraische Geometrie II</b>					Abk. <b>AlgGeomII</b>
Studiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler, <b>Schreyer</b> , Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Algebra, Algebraische Geometrie I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### **Inhalt**

##### Entweder

- Kubische Kurven
- Lösungstheorie von homogenen Gleichungssystemen
- Produkte und Morphismen
- Hilbertpolynom
- Dimensionsformeln und Bertini
- Rationale Abbildungen und Divisoren
- Riemann-Roch und Anwendungen

##### Oder

- Rationale Abbildungen und Divisoren
- Riemann-Roch und Anwendungen
- Garben und Kohomologie von Garben
- Schemata

---

#### **Weitere Informationen**

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Algebraische Zahlentheorie I</b>					Abk. <b>AZThI</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>alle 2 Jahre</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Gekeler</b> , Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I + II, Einführung in die Algebra und Zahlentheorie, Algebra (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Ganze algebraische Zahlen und Ganzheitsringe
- Zahlkörper, reelle und komplexe Einbettungen
- Idealtheorie in Ganzheitsringen, Dedekind-Ringe
- Klassenzahl und Klassengruppe, Einheitengruppe
- Lokalisierung, Bewertungen, diskrete Bewertungsringe, Komplettierung, optional: Adelering und Ideleguppe
- Erweiterungs- und Verzweigungstheorie
- Differenten und Diskriminante
- spezielle Klassen von Zahlkörpern: quadratische Körper, Kreisteilungskörper
- Anwendungen auf elementare arithmetische Probleme: z.B.
- Pell'sche Gleichung, quadratisches Reziprozitätsgesetz, binäre quadratische Formen
- Optional: Zetafunktion und L-Reihen, algebraische Funktionenkörper

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Algebraische Zahlentheorie II</b>					Abk. <b>AZThII</b>
Studiensem. <b>6(BA)</b> ab <b>2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>alle 2 Jahre</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2 + Ü2 oder V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>6 oder 9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Gekeler</b> , Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Algebraische Zahlentheorie I, Funktionentheorie (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS oder 2 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Bearbeitung v. Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

Eine Auswahl von Themen aus folgender Liste:

- Adelering und Idelegruppe
- Grundzüge der Klassenkörpertheorie
- Höhere Verzweigungstheorie
- Algebraische Kurven und Funktionenkörper
- Zetafunktionen und L-Reihen
- Galois-Kohomologie
- Klassische Gruppen über Zahlkörpern
- Galoisdarstellungen, automorphe Formen und Langlands-Programm

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, ggf. Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Angewandte Finanzmathematik</b>					Abk. <b>AFima</b>
Studiensem. <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester (WS)</b>	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bender
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Stochastik I+II, Zeitstetige Finanzmathematik
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 90 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 135 h.
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben. □

---

#### Inhalt

- Ausgewählte Finanzmarktmodelle (z.B. Merton-Modell, Lokales Volatilitätsmodell, Heston-Modell)
- Modellkalibrierung
- Numerische Methoden zur Optionsbewertung

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Convex Optimization</b>					Abk. <b>CVX</b>
Studiensem. <b>from 3(BA)</b> <b>from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>Alle 2 Jahre</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Hein</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regular attendance of lecture and tutorial 50% of all possible points from weekly assignments to be eligible for the final exam are needed Passing the final exam or the re-exam
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (4 SWS), Tutorial (2 SWS) Roughly 60% theoretical exercises and 40% practical programming assignments in Matlab
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 80 h classes and 190 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

### Inhalt

Convex analysis (Convex sets, convex functions, subdifferential, conjugate functions)

Duality theory in convex optimization (Lagrangian, dual problem, KKT conditions, strong duality and Slater's condition, general optimality conditions for nonsmooth problems)

Algorithms in convex optimization (one-dimensional convex optimization, gradient and Newton descent, subgradient descent, interior point methods, projected gradient descent, proximal algorithms, primal-dual first order methods, randomized and cyclic coordinate descent, stochastic gradient descent)

Convex optimization problems arise quite naturally in many application areas like signal processing, machine learning, image processing, communication and networks and finance etc.

The course will give an introduction into convex analysis, the theory of convex optimization such as duality theory, algorithms for solving convex optimization problems such as interior point methods but also the basic methods in general nonlinear unconstrained minimization, and recent first-order methods in non-smooth convex optimization. We will also cover related non-convex problems such as d.c. (difference of convex) programming, biconvex optimization problems and hard combinatorial problems and their relaxations into convex problems. While the emphasis is given on mathematical and algorithmic foundations, several example applications together with their modeling as optimization problems will be discussed.

---

*Language:* English

Literature:

- D. P. Bertsekas: Convex Optimization Theory, (2009)
- J.-B. Hiriart-Urruty, C. Lemaréchal: Fundamentals of Convex Analysis (2013).
- S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, (2004).
- D. P. Bertsekas: Nonlinear Programming, Athena Scientific, (1999).

Modul <b>Differentialgeometrie</b>					Abk. <b>DGeo</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>bzw. 2</b> <b>Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2 bzw. 2</b> <b>mal (V2 + Ü1)</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Fuchs, Bildhauer, <b>Groves</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II und Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausuren(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird vor Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Parametrisierte Kurven, Fresnelsches Dreibein, Fundamentalsatz der lokalen Theorie
- Reguläre Flächen im  $\mathbf{R}^3$
- Erste Fundamentalform
- Die Geometrie der Gauß-Abbildung, Krümmungsbegriffe
- Regelflächen und Minimalflächen
- Die innere Geometrie von Flächen: konforme Abbildungen, geodätische Linien
- Satz von Gauß-Bonnet

Vermittlung der grundlegenden differentialgeometrischen Betrachtungsweisen von Kurven und Flächen, Fähigkeit zur analytischen Umsetzung.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen)

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet

Modul <b>Differential Geometric Aspects of Image Processing</b>					Abk. <b>DGAIP</b>
Studiensem. <b>from 3(BA)</b> <b>from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Weickert
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Written or oral exam at end of course A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (2 SWS), Tutorial (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 h = 50 h classes and 100 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

### Inhalt

The course is concerned with modern methods of digital image processing which rely on the differential geometry of curves and surfaces. This includes methods of image enhancement (like smoothing procedures) as well as feature extraction and segmentation (like locating contours using active contour models).

The course aims at combining theoretical foundation directly with a variety of applications from the above-mentioned fields; the range of topics extends up to recent research problems.

An introduction to the relevant concepts and results from differential geometry will be included in the course.

Topics include:

- curves and surfaces in Euclidean space
- level sets
- curve and surface evolutions
- variational formulations and gradient descents
- diffusion of scalar and non-scalar data
- diffusion on manifolds
- active contours and active regions

Specialised course in mathematical image analysis.

Participants learn how concepts of differential geometry can be applied in image processing.

Mathematical prerequisites which exceed the basic mathematics courses for Visual Computing students are provided within the lecture.

---

### Weitere Informationen

*Language:* english

*Literature:*

F. Cao, Geometric Curve Evolution and Image Processing. Lecture Notes in Mathematics, vol. 1805, Springer, Berlin 2003.

R. Kimmel, Numerical Geometry of Images. Springer, Berlin 2004.

S. Osher, N. Paragios, eds., Geometric Level Set Methods in Imaging, Vision and Graphics. Springer, Berlin 2003.

G. Sapiro, Geometric Partial Differential Equations and Image Analysis. Cambridge University Press 2001.

An updated list of relevant literature will be published at the beginning of the lecture.

*Methods:* Information by classes, deepening by self study (refinishing, Tutorials).

*Registration:* To be announced on the notice board and on the website in time before the Lecture starts.

Modul <b>Differential Equations in Image Processing and Computer Vision</b>					Abk. <b>DIC</b>
Studiensem. <b>from 3(BA) from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA) 3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Weickert</b> , Burgeth
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regular attendance of lecture and tutorial 50% of all possible points from weekly assignments to be eligible for the final exam are needed Passing the final exam or the re-exam The re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (4 SWS), Tutorial (2 SWS) 50% theoretical exercises and 50% practical programming assignments
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 80 h classes and 190 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

### Inhalt

1. Introduction and Overview
2. Linear Diffusion Filtering 2.1 Basic Concepts 2.2 Numerics 2.3 Limitations and Alternatives
3. Nonlinear Isotropic Diffusion Filtering 3.1 Modeling 3.2 Continuous Theory 3.2 Semidiscrete Theory 3.3 Discrete Theory 3.4 Efficient Sequential and Parallel Algorithms
4. Nonlinear Anisotropic Diffusion Filtering 4.1 Modeling 4.2 Continuous Theory 4.3 Discrete Aspects
5. Parameter Selection
6. Variational Methods 6.1 Basic Ideas 6.2 Discrete Aspects 6.3 TV Denoising, Equivalence Results 6.4 Mumford-Shah Segmentation and Diffusion-Reaction Filters
7. Vector- and Matrix-Valued Images
8. Image Sequence Analysis 8.1 Global Methods 8.2 Local Methods 8.3 Combined Local-Global Methods 8.4 Numerical Techniques
9. Continuous-Scale Morphology 9.1 Basic Ideas 9.2 Applications
10. Curvature-Based Morphology 10.1 Basic Ideas 10.2 Applications

Many modern techniques in image processing and computer vision make use of methods based on partial differential equations (PDEs) and variational calculus. Moreover, many classical methods may be reinterpreted as approximations of PDE-based techniques. In this course the students will get an in-depth insight into these methods. For each of these techniques, they will learn the basic ideas as well as theoretical and algorithmic aspects. Examples from the fields of medical imaging and computer aided quality control will illustrate the various application possibilities.

---

*Language:* englisch

*Literature:*

- J. Weickert: Anisotropic Diffusion in Image Processing. Teubner, Stuttgart, 1998.  
G. Sapiro: Geometric Partial Differential Equations in Image Analysis. Cambridge University Press, 2001.  
G. Aubert and P. Kornprobst: Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations. Springer, New York, 2002.

An updated list of relevant literature will be published at the beginning of the lecture.

*Methods:* Information by classes, deepening by self study (refinishing, Tutorials).

*Registration:* To be announced on the notice board and on the website in time before the Lecture starts.

Modul <b>Diskrete Finanzmathematik</b>					Abk. <b>DFima</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> 3(MA)	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> (WS)	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bender
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	„Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik“ oder „Stochastik I“
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 90 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben - insgesamt 135h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben. □

---

#### Inhalt

- Diskrete Märkte und selbstfinanzierende Handelsstrategien
- Die Fundamentalsätze der Optionsbewertung in Ein-Perioden-Modellen
- Die Fundamentalsätze der Optionsbewertung in Mehr-Perioden-Modellen
- Das Cox-Ross-Rubinstein (CRR)-Modell
- Vom CRR-Modell zur Black-Scholes-Formel

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</b>					Abk. <b>EWS</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester (SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bender, Zähle
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I, Analysis II (empfohlen), Lineare Algebra I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie
  - Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume
  - Diskrete Zufallsvariablen und deren Verteilungen
  - Bedingen auf Ereignisse
- - Unabhängigkeit
- - Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation
  - Summen unabhängiger Zufallsvariablen
- - Grenzwertsätze für Summen unabhängiger Zufallsvariablen (Schwaches Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz von de Moivre-Laplace)
  - Allgemeine Wahrscheinlichkeitsräume, Zufallsvariablen mit Riemann-Dichten
- Beschreibende Statistik
- Grundlagen der schließenden Statistik
  - Punktschätzer
  - Bereichsschätzer
  - Hypothesentests

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Einführung in Algebra und Zahlentheorie</b>					Abk. <b>EAZ</b>
Studiensem. <b>ab 3(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler, Schreyer, <b>Schulze-Pillot</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Darstellung und Arithmetik ganzer Zahlen, Primfaktorzerlegung
- Euklidischer Algorithmus, Polynomringe, Faktorialität von Hauptidealringen
- Ideale, Restklassenring, Chinesischer Restsatz
- Grundlagen der Gruppentheorie
- Operation von Gruppen auf Mengen, Sylow'sche Sätze
- Struktur endlich erzeugter abelscher Gruppen
- Optional: Charaktergruppe, diskrete Fouriertransformation, Gaußsche Summen
- Optional: Moduln über Hauptidealringen
- Struktur der primen Restklassengruppe, Satz von Fermat-Euler mit Anwendungen
- Quadratische Reste, Reziprozitätsgesetz und Anwendungen, optional: Potenzreste
- Grundlagen der Körpertheorie, insbesondere algebraische und transzendente Erweiterungen, Konstruktion von Zerfällungskörpern, endliche Körper
- Konstruktionen mit Zirkel und Lineal

Beherrschung der elementaren Begriffe und Methoden der Algebra und der Zahlentheorie, sowie die Fähigkeit, diese zum Lösen von Problemen einzusetzen.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen)

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Finite Elemente und Randelementmethoden</b>					Abk. <b>FinEleRand</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> 3(MA)	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b> (WS)	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Rjasanow
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Randintegralformulierung von Randwertproblemen
- Randintegraloperatoren und ihre Eigenschaften
- Numerische Lösung

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Funktionalanalysis I</b>					Abk. <b>FkAna1</b>
Studiensem. <b>ab 5(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Eschmeier, Speicher</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA;
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Grundlagen aus der Topologie
- Normierte Räume, Banachräume, Räume von Operatoren, Banachalgebren
- Dualräume, Satz von Hahn-Banach, schwache Topologien, Reflexivität
- Sätze von der offenen Abbildung und das Prinzip von der gleichmäßigen Beschränktheit
- Kompakte Operatoren, Fredholmoperatoren
- Operatoren auf Hilberträumen
- Analytischer Funktionalkalkül
- $C^*$ -Algebren und Spektralsatz für normale Operatoren

Beherrschung der grundlegenden funktionalanalytischen Methoden, Prinzipien und Techniken.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:*

W. Rudin: Functional Analysis, Mc-Graw-Hill, 1991.

H. Schröder, Funktionalanalysis, Akademie-Verlag, Berlin 1997.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Funktionalanalysis II</b>					Abk. <b>FkAna2</b>
Studiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Eschmeier, Speicher</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Funktionalanalysis I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Lokalkonvexe Räume, Unterräume, Quotienten und Produkte, Vollständigkeit
- Hahn-Banach, Trennungssätze, Satz von Krein-Milman
- Projektive und induktive lokalkonvexe Topologien
- Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit
- Dualsysteme und Reflexivität
- Sätze von der offenen Abbildung und vom abgeschlossenen Graphen in lokalkonvexen Räumen
- Anwendungen auf Räume von Funktionen und Distributionen

Beherrschung der weiterführender Methoden und Techniken der Funktionalanalysis und ihrer Anwendungen in der Analysis.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:*

R. Meise und D. Vogt: Introduction to Functional Analysis, Oxford Graduate Texts in Mathematics, 2, The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1997.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Funktionentheorie I</b>					Abk. <b>FkTh</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Eschmeier, <b>Fuchs</b> , Groves, Speicher
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II und Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Komplexer Differentialkalkül und Integralsatz von Cauchy
- Satz von Liouville, Mittelwerteigenschaft, Maximumprinzip
- Satz von Morera und Goursat,
- Automorphismen des Einheitskreises
- Folgen und Reihen holomorpher Funktionen
- Residuensatz und Anwendungen
- Produkt- und Reihenentwicklungen, spezielle Funktionen
- Optional: Riemannscher Abbildungssatz
- Optional: Analytische Fortsetzung

Beherrschung grundlegender Methoden und Techniken der komplexen Analysis in einer Veränderlichen.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Funktionentheorie II</b>					Abk. <b>FkTh2</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Eschmeier
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Funktionentheorie I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 90 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 135 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

Weiterführende Themen aus der Funktionentheorie einer Veränderlichen, etwa wahlweise aus den Bereichen

- Riemannsche Flächen
- Elliptische Funktionen
- Harmonische Funktionen
- Geometrische Funktionentheorie
- Banachräume analytischer Funktionen

Beherrschung der weiterführender Methoden und Techniken der Funktionentheorie einer Veränderlichen.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Image Processing and Computer Vision</b>					Abk. <b>IPCV</b>
Studiensem. <b>from 3(BA)</b> <b>from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>every 2 years</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Weickert
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regular, active attendance in class and in the tutorials; Passing the final exam
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (4 SWS), Tutorials (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 60 h of classes, 30 h tutorials and 180 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

#### Inhalt

- Basic Concepts: Images as functions, samplings, quantization
- Image Transformations: Fourier transformation, Wavelets
- Image Processing: Point operations, linear filters, mathematical morphology
- Extraction of characteristics: Derivative operations for edge- und cornerdetection
- Statistic texture analysis
- Segmentation: classical methods and variation approach
- Optical flow: local and global approaches (linear system of equations and variation approaches)
- Extrapolation of 3D Information: projective camera geometry, stereo constructions
- Objective Recognition by main axis transformation

Development of mathematic models, which have a basic relevance in the digital image processing.

---

#### Weitere Informationen

*Language:* english

*Literature:* To be announced before the Lecture on the corresponding website.

*Methods:* Information by classes, deepening by self study (refinishing, Tutorials).

*Registration:* To be announced on the notice board and on the website in time before the Lecture starts.

Modul <b>Integral Transformationen</b>					Abk. <b>IT</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übungen (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Analysis der Fourier, Laplace, Hankel, Mellin, Radon and Wavelet Transformationen
- Numerische Realization und schnelle Algorithmen
- Anwendung auf partielle Differentialgleichungen, Signal- und Bildverarbeitung

In der Vorlesung werden der mathematische Hintergrund und numerische Algorithmen zur Lösung inverser Probleme erörtert. Es werden Beispiele aus verschiedenen Anwendungsgebieten gezeigt.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:*

Hochstadt: Integral Equations, Wiley, 1973

Terras: Harmonic analysis on symmetric spaces and applications, 1985

Stoer-Bulirsch: Introduction to numerical analysis, Springer, 1980

Louis, Maaß, Rieder: Wavelets: Theory and Applications, Wiley, 1997.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Introduction to Image Acquisition Methods</b>					Abk. <b>IIAM</b>
Studiensem. <b>from 4(BA) from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA) 3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Weickert
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Written or oral exam at end of course A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	120 h = 30 h classes and 90 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

#### **Inhalt**

A broad variety of image acquisition methods is described, including imaging by virtually all sorts of electromagnetic waves, acoustic imaging, magnetic resonance imaging and more. While medical imaging methods play an important role, the overview is not limited to them.

Starting from physical foundations, description of each image acquisition method extends via aspects of technical realization to mathematical modeling and representation of the data.

The course is designed as a supplement for image processing lectures, to be attended before, after or parallel to them.

Participants shall understand  
 what are digital images  
 how they are acquired  
 what they encode and what they mean  
 which limitations are introduced by the image acquisition.

This knowledge will be helpful in selecting adequate methods for processing image data arising from different methods.

---

#### **Weitere Informationen**

*Language:* english

*Literature:*

B. Jähne, H. Haußecker, P. Geißler, editors, Handbook of Computer Vision and Its Applications. Volume 1: Sensors and Imaging. Academic Press, San Diego 1999.

S. Webb, The Physics of Medical Imaging. Institute of Physics Publishing, Bristol 1988.

C. L. Epstein, Introduction to the Mathematics of Medical Imaging. Pearson, Upper Saddle River 2003.

C. Kak, M. Slaney, Principles of Computerized Tomographic Imaging. SIAM, Philadelphia 2001.

An updated list of relevant literature will be published at the beginning of the lecture.

*Methods:* Information by classes, deepening by self study (refinishing, Tutorials).

*Registration:* To be announced on the notice board and on the website in time before the Lecture starts.

Modul <b>Inverse Probleme</b>					Abk. <b>IP</b>
Studiensem. <b>ab 4 (BA)</b> <b>ab 1 (MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6 (BA)</b> <b>3 (MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Louis, Schuster</b>
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Analysis I/II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.
<b>Bemerkung</b>	Optional kann die Vorlesung auch als Langfach über 2 Semester als Inverse Probleme I und II angeboten werden.

---

#### Inhalt

- Mathematische Grundlagen; inverse und schlecht-gestellte Probleme
- Kompakte Operatoren, Spektraltheorie
- Regularisierungsverfahren: Definition und Beispiele wie approximierbare Inverse, Tikhonov – Phillips Regularisierung, iterative Methoden, abgeschnittene Singulärwertzerlegung
- Strategien zur Wahl des Regularisierungsparameters
- Numerische Realisation
- Nichtlineare inverse Probleme
- Beispiele in der medizinischen Bildgebung oder der zwerstörungsfreien Werkstoffprüfung

Die Vorlesung lehrt den mathematischen Hintergrund und numerischen Algorithmen zu inversen Problemen. Beispiele aus verschiedenen Bereichen werden gezeigt.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Kombinatorik und Graphentheorie</b>					Abk. <b>KombGraph</b>
Studiensem. <b>ab 3(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I, Lineare Algebra I, Einführung in die Algebra und Zahlentheorie (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Grundzüge der abzählenden Kombinatorik: elementare Zählprobleme, Rekursionen, erzeugende Funktionen, Siebformel
- Zählprobleme um Permutationen und Partitionen
- Polya-Abzählung
- Prinzipien der Ramsey-Theorie und Existenzaussagen
- Grundlagen der Graphentheorie, Abzählaussagen über Graphen
- Optional: algebraische Graphentheorie
- Optional: grundlegende Graphenalgorithmen

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Komplexe Analysis</b>					Abk. <b>KompAna</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> 3(MA)	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester oder</b> <b>2 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2 oder 2</b> <b>mal (V2 + Ü1)</b>	ECTS-Punkte <b>9 oder 4,5+4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Eschmeier
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Funktionentheorie I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Zusammen 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

##### *Erster Teil:*

- Grundlegende Eigenschaften holomorpher Funktionen mehrerer Veränderlicher
- Komplexe Untermannigfaltigkeiten des  $\mathbb{C}^n$  und analytische Mengen
- Holomorphiebereiche
- Dolbeault-Grothendieck-Lemma und Rungebereiche

##### *Zweiter Teil:*

- Charakterisierung der Holomorphiebereichen mit Hilfe der  $\bar{\partial}$ -Sequenz
- Funktionentheorie auf Holomorphiebereichen
- Pseudokonvexität und Lösung des Levi-Problems

Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der komplexen Analysis in mehreren Veränderlichen.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet

Modul <b>Lie-Gruppen und Lie-Algebren</b>					Abk. <b>LieGr</b>
Studiensem. <b>ab 5(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Schulze-Pillot
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II, Einführung in die Algebra und Zahlentheorie, Funktionentheorie (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 120 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung) – insgesamt 180 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Lie-Gruppen und Lie-Algebren (Definitionen, Zusammenhang zwischen beiden)
- Nilpotente und auflösbare Lie-Algebren
- Halbeinfache Lie-Algebren und Lie-Gruppen über  $\mathbb{C}$  (Wurzelsysteme, Klassifikation)
- Darstellungstheorie komplexer Lie-Algebren
- Darstellungstheorie kompakter und komplexer Lie-Algebren

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Machine Learning</b>					Abk. <b>ML</b>
Studiensem. <b>from 3(BA)</b> <b>from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Hein</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regular attendance of lecture and tutorial 50% of all possible points from weekly assignments to be eligible for the final exam are needed Passing the final exam or the re-exam
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (4 SWS), Tutorial (2 SWS) Roughly 50% theoretical exercises and 50% practical programming assignments in Matlab
<b>Arbeitsaufwand</b>	270 h = 80 h classes and 190 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

#### Inhalt

- Bayesian decision theory
- Linear classification and regression
- Kernel methods
- Bayesian learning
- Semi-supervised learning
- Unsupervised learning
- Model selection and evaluation of learning methods
- Statistical learning theory
- Other current research topics

---

*Language:* English

Literature:

- R.O. Duda, P.E. Hart, and D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, (2000).
- B. Schoelkopf and A. J. Smola: Learning with Kernels, MIT Press, (2002).
- J. Shawe-Taylor and N. Cristianini: Kernel Methods for Pattern Analysis, Cambridge University Press, (2004).
- C. M. Bishop: Pattern recognition and Machine Learning, Springer, (2006).
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer, (2001).
- L. Devroye, L. Györfi, G. Lugosi: A Probabilistic Theory of Pattern Recognition, Springer, (1996).

Modul <b>Mathematische Kryptologie</b>					Abk. <b>MK</b>
Studiensem. <b>ab 3(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gekeler, Schreyer, <b>Schulze-Pillot</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Lineare Algebra I + II, Einführung in die Algebra und Zahlentheorie (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Klassische Kryptosysteme
- Statistische Verfahren in der Kryptanalyse
- Symmetrische und asymmetrische Schlüsselverteilung, Public Key Kryptographie
- Primzahltests und Faktorisierung ganzer Zahlen
- Das RSA-Kryptosystem
- Das diskrete Logarithmusproblem
- Elliptische-Kurven-Kryptographie
- Optional: Aktuelle Entwicklungen

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, ggf. Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Mathematische Methoden in der Computertomographie</b>					Abk. <b>MMCT</b>
Studiensem. <b>ab 5 (BA)</b> <b>ab 1 (MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6 (BA)</b> <b>3 (MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis, <b>Schuster</b>
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I/II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Einführung in die notwendigen funktionalanalytischen Grundlagen
- 2D-Computertomographie: verschiedene Geometrien, Radon-Transformation und deren Eigenschaften, Verfahren der gefilterten Rückprojektion und weitere Verfahren
- 3D-Computertomographie: verschiedene Geometrien, Röntgen-Transformation und deren Eigenschaften, Inversionsformeln
- Vektortomographie (2D, 3D): verschiedene Geometrien und Modelle
- Weitere tomographische Verfahren: Impedanztomographie, thermoakustische Tomographie, Ultraschalltomographie

Es werden die mathematischen Modelle für verschiedene Arten der Computertomographie vorgestellt. Diese Modelle sind Grundlage für die Entwicklung der numerischen Lösungsverfahren, die letztlich zu bildgebenden Verfahren führen. Auch diese sollen hergeleitet und erläutert werden. Die Studierenden gewinnen so Einblicke in die Funktionsweisen verschiedener tomographischer Aufnahmeverfahren.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Mathematische Statistik</b>					Abk. <b>MathStat</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> 3(MA)	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> (WS)	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Zähle
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Stochastik I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 90 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 135 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Statistische Modelle; Modellwahl und Modellüberprüfung
- Punktschätzungen
  - Gütekriterien: Erwartungstreue, Konsistenz, Varianzminimalität, Informationsungleichung, Effizienz, Robustheit
  - Konstruktionsmethoden: Einsetzmethode, Maximum-Likelihood-Methode, Momentenmethode
- Bereichsschätzungen
  - Gütekriterien: Konfidenzniveau, asymptotisches Konfidenzniveau
  - Konstruktion
- Hypothesentests
  - Gütekriterien: Unverfälschtheit, effektives Niveau, p-Wert, Trennschärfe
  - Konstruktionsmethoden
  - Randomisieren von Tests: Neyman-Pearson-Test, Neyman-Pearson-Lemma

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* *Bekanntgabe* jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Modulfunktionen und Modulformen</b>					Abk. <b>MK</b>
Studiensem. <b>ab 5(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Schulze-Pillot</b> , Gekeler
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II, Funktionentheorie I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Operation der Gruppe  $SL(2, \mathbb{R})$  auf der oberen Halbebene, Quotienten nach diskreten Untergruppen, Fundamentalbereiche
- Modulfunktionen, Modulformen, Modulkurven
- Eisensteinreihen und Spitzenformen
- Optional: Poincare-Reihen
- Hecke-Operatoren und Petersson-Produkt
- L-Reihen
- Arithmetische Anwendungen: Thetareihen, Darstellung als Summe von Quadraten
- Optional: Modulare Symbole

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch, bei Bedarf auch englisch

Literaturhinweise: Bekanntgabe vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, ggf. Übungen).

Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Numerisches Praktikum zur Computertomographie</b>					Abk. <b>NPCT</b>
Studiensem. <b>ab 5 (BA)</b> <b>ab 1 (MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6 (BA)</b> <b>3 (MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V3 + Ü3</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis, <b>Schuster</b>
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I/II, Lineare Algebra I, Modellierung und Programmierung (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden, praktischen Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (3 SWS), Übung (3 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 45 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von theoretischen und praktischen Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Einführung in die notwendigen funktionalanalytischen Grundlagen
- 2D-Computertomographie: verschiedene Geometrien, Radon-Transformation und deren Eigenschaften, Verfahren der gefilterten Rückprojektion und weitere Verfahren
- 3D-Computertomographie: verschiedene Geometrien, Röntgen-Transformation und deren Eigenschaften, Inversionsformeln
- Vektortomographie (2D, 3D): verschiedene Geometrien und Modelle
- Implementierung numerischer Verfahren im Bereich der Computertomographie

Es werden die mathematischen Modelle für verschiedene Arten der Computertomographie vorgestellt. Diese Modelle sind Grundlage für die Entwicklung der numerischen Lösungsverfahren, die letztlich zu bildgebenden Verfahren führen. Die erste Hälfte der Vorlesung erfolgt im 4V+2Ü-Rhythmus und stellt die wichtigsten mathematischen Grundlagen tomographischer Verfahren vor. In der zweiten Hälfte soll dann in betreuter Gruppenarbeit – möglicherweise im CIP-Pool – numerische Lösungsverfahren für tomographische Probleme implementiert werden, um so deren Funktionsweise den Studenten näher zu bringen. Die zweite Hälfte des Praktikums findet daher im 2V+4Ü-Rhythmus statt.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, theoretische und praktische Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Operatoretheorie</b>					Abk. <b>OperaTh</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Eschmeier
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Hilberträume und stetige lineare Operatoren
- Spektraltheorie für stetige lineare Operatoren
- unbeschränkte Operatoren
- selbstadjungierte Erweiterungen symmetrischer Operatoren
- Spektralsatz für unbeschränkte, selbstadjungierte Operatoren
- Anwendungen in der Quantenmechanik

Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Operatoretheorie und ihrer Anwendungen auf Operatoren der mathematischen Physik.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:*

J. Weidmann, Lineare Operatoren in Hilberträumen, Teil 1 und 2, Teubner, 2000 und 2003.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Optimierung</b>					Abk. <b>Opt</b>
Studiensem. <b>ab 3(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(WS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis, <b>Schuster</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I + II (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Theorie zur linearen Optimierung
- Simplexmethode
- Duale Simplexmethode
- Innere Punkt-Methoden
- Theorie zur nichtlinearen Optimierung
- Verfahren der nichtlinearen Optimierung

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Parameteridentifizierung bei Differentialgleichungen</b>					Abk. <b>PIDG</b>
Studiensem. <b>ab 4 (BA)</b> <b>ab 1 (MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6 (BA)</b> <b>3 (MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V3 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	<b>Schuster</b>
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I/II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 120 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 180 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Vorstellung von Parameteridentifizierungen am Beispiel von konkreten Anwendungen
- Theorie inverser Probleme und speziell iterativer Regularisierungsverfahren
- Existenz von Lösungen bei bestimmten Problemen und Konstruktion von Lösungsverfahren

Verfahren zur Berechnung von Parametern, die an eine gewöhnliche, partielle oder stochastische Differentialgleichung gekoppelt sind, wie z.B. Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Dämpfung, Materialkonstanten, Diffusions- oder Driftterm, aus gegebenen Daten wie z.B. Rand- oder Anfangswerten

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Partielle Differentialgleichungen</b>					Abk. <b>PDG</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkt1. <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Fuchs
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Beispiele für partielle Differentialgleichungen, Klassifikation, elementare Lösungsmethoden
- Lineare elliptische Gleichungen der Ordnung zwei: Maximumprinzipien, Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen für verschiedene Randwertaufgaben
- Diskussion der Anfangs/Randwertaufgabe für lineare parabolische Probleme
- Einführung in die Theorie nichtlinearer partieller Differentialgleichungen

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:*

J.. Jost, Partielle Differentialgleichungen. Springer 1998.

D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic partial differential equations of second order. Springer 1983.

F. John, Partial Differential Equations. Springer 1982.

A. Friedman, Partial Differential Equations of parabolic type. Prentice-Hall 1964.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Pattern Recognition</b>					Abk. <b>PR</b>
Studiensem. <b>from 4(BA)</b> <b>from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Weickert
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Image Processing and Computer Vision (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regular attendance of lecture and tutorial 50% of all possible points from weekly assignments to be eligible for the final exam are needed Passing the final exam or the re-exam The re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (2 SWS), Tutorial (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	150 h = 50 h classes and 100 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

#### Inhalt

1. Preliminaries from Stochastics
2. Basic Concepts
  - 2.1 Pattern Analysis
  - 2.2 Bayesian Decision Theory
  - 2.3 Maximum Likelihood and Bayesian Parameter Estimator
  - 2.4 Principal Component Analysis and Fisher Discriminants
  - 2.5 Density Estimation
3. Kernel Methods
  - 3.1 Overview
  - 3.2 Properties and Construction
4. Algorithmic Aspects
  - 4.1 Algorithms in Feature Space
  - 4.2 Algorithms Based on Optimisation
5. Optional: Markov Models

Introduction to the main concepts of kernel-based methods for pattern recognition. The students will learn the mathematical and theoretical foundations as well as suitable algorithms for analysing these data.

---

#### Weitere Informationen

*Language:* english

*Literature:*

Shawe-Taylor and Christiani: Kernel Methods for Pattern Recognition. Cambridge University Press, 2004.

Duda and Hart: Pattern Classification (2nd Ed.). New York, Wiley, 2001.

An updated list of relevant literature will be published at the beginning of the lecture.

*Methods:* Information by classes, deepening by self study (refinishing, Tutorials).

*Registration:* To be announced on the notice board and on the website in time before the Lecture starts.

Modul <b>Probabilistic Methods in Image Processing</b>					Abk. <b>PMIP</b>
Studiensem. <b>from 4(BA)</b> <b>from 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Weickert
<b>Dozent(Inn)en</b>	Lecturers of Mathematics
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Compulsory Elective Core</b> for BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Image Processing and Computer Vision (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Oral exam at the end of the semester A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Lecture (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	120 h = 30 h classes and 90 h private study
<b>Modulnote</b>	Written or oral exam, to be announced at the beginning of the lecture.

---

#### **Inhalt:**

1. Probabilistic Background:
  - 1.1 Probability Measures
  - 1.2 One-dimensional Distributions
  - 1.3 Multivariate Distributions
  - 1.4 Conditional Probability
  - 1.5 Independence
  - 1.6 Random Variables
  - 1.7 Moments
  - 1.8 Characteristic Functions
  - 1.9 Limit Theorems
2. Probabilistic Concepts in Image Processing
  - 2.1 Histogram Based Techniques
  - 2.2 Co-Histograms
  - 2.3 Locally Orderless Images
  - 2.4 Registration, Entropy, and Mutual Information
  - 2.5 Parzen Estimates and Maximum Likelihood
  - 2.6 PCA and SVD
3. Optional: Introduction to Markov Random Fields

The students will learn some basic knowledge from probability theory and statistics, and they will learn how to apply these concepts to image processing problems.

---

#### **Weitere Informationen**

*Language:* english

*Literature:*

Krengel, U.: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie (7. Aufl.). Braunschweig, Vieweg 2003.

Jacod, J.; Protter, P.: Probability Essentials. Springer, 2000.

Behrends, E.: Introduction to Markov Chains. Braunschweig, Vieweg 2000.

An updated list of relevant literature will be published at the beginning of the lecture.

*Methods:* Information by classes, deepening by self study (refinishing, Tutorials).

*Registration:* To be announced on the notice board and on the website in time before the Lecture starts.

Modul <b>Riemannsche Geometrie</b>					Abk. <b>RiemGeo</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Fuchs
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II, Differentialgeometrie (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Differenzierbare Mannigfaltigkeiten: Vektor- und Tensorfelder, äußere Ableitung, etc.
- Riemannsche Mannigfaltigkeiten: geodätische Kurven, Exponentialfunktion, verschiedene Krümmungsbegriffe, Beispiele
- Beschreibung geometrischer und topologischer Eigenschaften Riemannscher Mannigfaltigkeiten durch das Verhalten bestimmter Krümmungsgrößen, Vergleichssätze
- Harmonische Abbildungen zwischen Riemannschen Mannigfaltigkeiten

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:*

Dubrovin, Fomenko, Novikov, Modern Geometry I-III. Springer Graduate Texts in Math.

Cheeger, Ebin, Comparison theorems in Riemannian geometry. North-Holland.

Klingenberg, Gromoll, Riemannsche Geometrie im Großen. Springer Verlag.

Kobayashi, Nomizu, Foundations of differential geometry I+II. Interscience Publishers.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Sachversicherungsmathematik</b>					Abk. <b>VersM</b>
Studiensem. <b>6(BA)</b> ab <b>2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Turnus <b>alle 2 Jahre</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(SS)</b>	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Zähle
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Stochastik I, Kenntnisse über bedingte Erwartungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 90 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben - insgesamt 135h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Standardmodelle der Sachversicherung
- Risikoausgleich im Kollektiv
- Ruintheorie
- Prämienkalkulation
- Credibility-Theorie
- Reservierung für Spätschäden
- Rückversicherung

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Stochastik I</b>					Abk. <b>Stoch I</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 2(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>2(MA)</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> <b>(SS)</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bender, Zähle
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Maß- und Integrationstheorie
- Allgemeine Wahrscheinlichkeitsräume
- Zufallsvariablen und deren Verteilungen
- Bedingen auf Ereignisse
- Unabhängigkeit
- Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation
- Charakterisieren von Verteilungen auf euklidischen Räumen (Verteilungsfunktion, erzeugende Funktionen)
- Summen unabhängiger Zufallsvariablen
- Konvergenzbegriffe für Folgen von Wahrscheinlichkeitsmaßen und Folgen von Zufallsvariablen
- Grenzwertsätze für Summen unabhängiger reellwertiger Zufallsvariablen (Gesetze der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz)
- Multivariate Normalverteilung, multivariater zentraler Grenzwertsatz

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Stochastik II</b>					Abk. <b>Stoch II</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> 3(MA)	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester</b> (WS)	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bender, Zähle
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Stochastik I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Bedingen auf Sigma-Algebren
- Grundlagen stochastischer Prozesse
- Poisson-Prozess
- Brown'sche Bewegung
- Martingaleigenschaft
- Markoveigenschaft

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Stochastische Numerik</b>					Abk. <b>StochNum</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Rjasanow
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Grundlagen: Begriffe und Resultate aus der Wahrscheinlichkeitstheorie
- Pseudozufallszahlen Algorithmen zur Modellierung von Verteilungen
- Monte-Carlo-Methoden zur Integration
- Monte-Carlo-Methoden zur Lösung von Gleichungen
- Quasi-Monte-Carlo-Methoden

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Theorie kinetischer Gleichungen</b>					Abk. <b>ThKinGI</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Rjasanow
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Elemente der kinetischen Gastheorie
- Mathematische Modellierung der Wechselwirkung von Gasparkeln
- Herleitung der Boltzmann-Gleichung
- Makroskopische Größen
- Kollisionsinvarianten
- Erhaltungssätze und H-Theorem

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen</b>					Abk. <b>ThNPD</b>
Studiensem. <b>5(BA)</b> ab 1(MA)	Regelstudiensem. <b>5(BA)</b> 3(MA)	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b> (WS)	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Rjasanow
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Grundlagen (Satz von Gauss, Distributionen, Sobolev-Räume)
- Theorie elliptischer Gleichungen (Energimethoden, Darstellungsformeln, Maximumprinzip)
- Theorie parabolischer Gleichungen
- Finite-Differenzen-Methoden
- Finite-Element-Methoden

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Theorie und Numerik von Integralgleichungen</b>					Abk. <b>IE</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Louis
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Praktische Mathematik, Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übungen (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Klassifikation von Integralgleichungen
- Operatoren Theorie, Fredholm Theorie, Fredholm und Volterra Gleichungen
- Lösungsmethoden für Gleichungen der zweiten Art: Projektionsmethode, Nymstrom Methode, schnelle Lösung diskreter Probleme
- Lösung uneigentlicher Integrale
- Gleichungen der ersten Art, Regularisierungsmethoden
- Anwendungen

In der Vorlesung werden die Mathematik der Integralgleichungen erster und zweiter Art, sowie numerische Methoden zur Lösung gezeigt.

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:*

Kress: Linear Integral Equations, Springer 1989.

Hackbusch: Integralgleichungen, Teubner 1989.

Engl: Integralgleichungen, Springer 1997.

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Topologie</b>					Abk. <b>Top</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Eschmeier
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I + II, Lineare Algebra I (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15 h Kontaktzeit in den Übungen, 90 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 135 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Metrische Räume - Konvergenz, Vervollständigung, Stetigkeit
- Topologische Räume – Basen, Abzählbarkeitsaxiome, Stetigkeit, Konvergenz
- Kompaktheit einschließlich Satz von Tychonoff
- Normale Räume – Sätze von Uryson und Tietze
- Zusammenhang
- Satz von Ston-Weierstraß

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Variationsrechnung</b>					Abk. <b>VarRech</b>
Studiensem. <b>ab 4(BA)</b> <b>ab 1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> <b>3(MA)</b>	Turnus <b>unregelmäßig</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>V4 + Ü2</b>	ECTS-Punkte <b>9</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Fuchs
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Analysis I - III, Lineare Algebra I + II (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	60 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 30 h Kontaktzeit in den Übungen, 180 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben) – insgesamt 270 h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Beispiele für unendlichdimensionale Extremwertaufgaben: Minimalflächen, Harmonische Abbildungen zwischen Riemannschen Mannigfaltigkeiten, elastisches und plastisches Materialverhalten
- Funktionalanalytische Grundlagen: Sobolevräume und ihre Eigenschaften
- Die direkte Methode der Variationsrechnung: Unterhalbstetigkeitssätze und Existenz schwacher Minima für konvexe Probleme
- Entwicklung einer Regularitätstheorie für einfache Modelle
- Variationsprobleme aus Fluid- und Kontinuumsmechanik

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch, bei Bedarf auch englisch

*Literaturhinweise:*

B. Dacorogna, Direct methods in the calculus of variations. Springer 1988.

M. Giaquinta, Multiple integrals in the calculus of variations and nonlinear elliptic systems. Princeton UP 1983.

M. Fuchs, Topics In The Calculus Of Variations, Vieweg Verlag 1994.

M. Fuchs, G. Seregin, Variational methods for problems from plasticity theory and for generalized Newtonian fluids. Springer LNM 1749 (2000).

Weitere Angaben werden jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet bekannt gegeben.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modul <b>Zeitstetige Finanzmathematik</b>					Abk. <b>ZFima</b>
Studiensem. <b>6 (BA)</b> ab 2(MA)	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b> 2(MA)	Turnus <b>alle 2 Jahre</b>	Dauer <b>1 Semester</b> (SS)	SWS <b>V2 + Ü1</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bender
<b>Dozent(Innen)</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Wahlpflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Stochastik I+II, Diskrete Finanzmathematik (empfohlen)
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an der Vorlesung und an den begleitenden Übungen; Zwischenklausur (wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben) und Abschlussprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit für die Vorlesung, 15h Kontaktzeit in den Übungen, 90h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben - insgesamt 135h
<b>Modulnote</b>	Durch Klausur(en) oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

---

#### Inhalt

- Äquivalente Martingalmaß und Arbitragefreiheit in stetiger Zeit
- Black-Scholes-Modell
- Integration bezüglich Martingalen
- Optionsbewertung und Hedging in stetiger Zeit

---

#### Weitere Informationen

*Unterrichtssprache:* deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

*Methoden:* Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

*Anmeldung:* Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

**Studiengang Mathematik Bachelor/Master**

**Modulbeschreibung**

**Seminare zur Mathematik**

Modul <b>Seminar</b>					Abk. <b>Sem</b>
Studiensem. ab <b>3(BA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b>	Turnus <b>jedes Semester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>S2</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Werden vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an dem Seminar und wissenschaftlicher Vortrag
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit im Seminar, 5 h Kontaktzeit bei der Vorbereitung des Seminars, 55 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Ausarbeitung des Vortrags) – insgesamt 90h
<b>Modulnote</b>	durch den Vortrag

---

#### Ziele / Kompetenzen

Fähigkeit zur selbstständigen Erarbeitung wissenschaftlicher Sachverhalte und deren Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag.

---

#### Inhalt

aktuelle oder klassische Themen in der Mathematik

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe der genauen Themen und der entsprechenden Literatur jeweils bereits im vorangehenden Semester.

*Methoden:* selbstständige Erarbeitung von wissenschaftlichen Originalarbeiten, Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag.

*Anmeldung:* Eine frühzeitige Anmeldung ist erforderlich. In der Regel ist ein einzelnes Seminar auf 15 Teilnehmerinnen und Teilnehmer beschränkt.

Modul <b>Seminar mit Hausarbeit</b>					Abk. <b>Sem+H</b>
Studiensem. ab <b>3(BA)</b>	Regelstudiensem. <b>6(BA)</b>	Turnus <b>jedes Semester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>S2</b>	ECTS-Punkte <b>4,5</b>

Modulverantwortliche(r)	Studiendekan
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für BA, MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Werden vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an dem Seminar und wissenschaftlicher Vortrag mit Hausarbeit
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit im Seminar, 5 h Kontaktzeit bei der Vorbereitung des Vortrags, 55 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Ausarbeitung des Vortrags) 45 h Hausarbeit, insgesamt 135 h.
<b>Modulnote</b>	durch den Vortrag und durch die Hausarbeit

---

#### Ziele / Kompetenzen

Fähigkeit zur selbstständigen Erarbeitung wissenschaftlicher Sachverhalte, deren Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag, Fähigkeit zur schriftlichen Darstellung des Vortrags und zur Einordnung in das Thema des Seminars.

---

#### Inhalt

aktuelle oder klassische Themen in der Mathematik

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe der genauen Themen und der entsprechenden Literatur jeweils bereits im vorangehenden Semester.

*Methoden:* selbstständige Erarbeitung von wissenschaftlichen Originalarbeiten, Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag.

*Anmeldung:* Eine frühzeitige Anmeldung ist erforderlich. In der Regel ist ein einzelnes Seminar auf 15 Teilnehmerinnen und Teilnehmer beschränkt.

Modul <b>Hauptseminar</b>					Abk. <b>HSem</b>
Studiensem. ab <b>1(MA)</b>	Regelstudiensem. <b>3(MA)</b>	Turnus <b>jedes Semester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>S2</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

Modulverantwortliche(r)	Studiendekan
<b>Dozent(Inn)en</b>	Dozenten der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Pflicht</b> für MA
<b>Zugangsvoraussetzungen</b>	Werden vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige, aktive Teilnahme an dem Seminar und wissenschaftlicher Vortrag mit Hausarbeit
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Seminar (2 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	30 h Kontaktzeit im Seminar, 10 h Kontaktzeit bei der Vorbereitung des Vortrags, 80 h Selbststudium (Vor- und Nachbereitung, Ausarbeitung des Vortrags) 60 h für die Hausarbeit insgesamt 180 h.
<b>Modulnote</b>	durch den Vortrag und durch die Hausarbeit

---

#### Ziele / Kompetenzen

Fähigkeit zur selbstständigen Erarbeitung von wissenschaftlichen Originalarbeiten und deren Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag, schriftliche Darstellung der Materie und die Einordnung in das Thema des Hauptseminars.

---

#### Inhalt

aktuelle oder klassische Themen in der Mathematik

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

*Literaturhinweise:* Bekanntgabe der genauen Themen und der entsprechenden Literatur jeweils bereits im vorangehenden Semester.

*Methoden:* selbstständige Erarbeitung von wissenschaftlichen Originalarbeiten, Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag, schriftliche Ausarbeitung der Materie in einer Hausarbeit (Abgabe vor Semesterende).

*Anmeldung:* Eine frühzeitige Anmeldung ist erforderlich. In der Regel ist ein einzelnes Seminar auf 15 Teilnehmerinnen und Teilnehmer beschränkt.