



UNIVERSITÄT  
DES  
SAARLANDES

FAKULTÄT FÜR MATHEMATIK UND INFORMATIK

MODULHANDBUCH

## **Mathematik BSc**

10. März 2022

---

## *Liste der Modulbereiche und Module*

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Mathematische Grundlagen</b>                                      | <b>3</b>  |
| 1.1      | Analysis I und II . . . . .  | 4         |
| 1.2      | Analysis III . . . . .   | 6         |
| 1.3      | Lineare Algebra I und II . . . . .                                   | 7         |
| 1.4      | Einführung in die Numerik . . . . .                                  | 9         |
| 1.5      | Stochastik I . . . . .   | 10        |
| <b>2</b> | <b>Programmierung</b>  | <b>12</b> |
| 2.1      | Elemente der Programmierung . . . . .                                | 13        |
| <b>3</b> | <b>Stammvorlesungen 1</b>  | <b>15</b> |
| 3.1      | Algebra . . . . .  | 16        |
| 3.2      | Funktionentheorie . . . . .  | 17        |
| <b>4</b> | <b>Stammvorlesungen 2</b>  | <b>19</b> |
| 4.1      | Image Processing and Computer Vision . . . . .                       | 20        |
| 4.2      | Stochastics II . . . . .   | 22        |
| <b>5</b> | <b>Stammvorlesungen 3</b>  | <b>23</b> |
| 5.1      | Commutative Algebra and Introduction to Algebraic Geometry . . . . . | 24        |
| 5.2      | Dynamical Systems . . . . .  | 25        |
| 5.3      | Functional Analysis I . . . . .                                      | 26        |
| 5.4      | Geometric Group Theory . . . . .                                     | 28        |
| 5.5      | Inverse Problems . . . . .   | 30        |
| 5.6      | Mathematical Finance . . . . .                                       | 31        |
| 5.7      | Mathematical Statistics . . . . .                                    | 32        |
| 5.8      | Modelling with Partial Differential Equations . . . . .              | 33        |
| 5.9      | Partial Differential Equations I . . . . .                           | 34        |
| <b>6</b> | <b>Vertiefungsvorlesungen Mathematik</b>                             | <b>35</b> |
| 6.1      | Algebraic Geometry . . . . .   | 36        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 6.2      | Complex Geometry   | 37        |
| 6.3      | Differential Geometry of Curves and Surfaces                         | 39        |
| 6.4      | Non-life Insurance Mathematics                                       | 40        |
| 6.5      | Numerical Laboratory in Computerized Tomography                      | 41        |
| 6.6      | Numerical Laboratory in Computerized Tomography incl. Practical Part | 43        |
| 6.7      | Operatoralgebren   | 45        |
| 6.8      | Random Matrices  | 46        |
| 6.9      | Statistical Learning   | 47        |
| 6.10     | Stochastic Differential Equations                                    | 48        |
| 6.11     | Time Series Analysis   | 49        |
| <b>7</b> | <b>Seminare</b>  | <b>50</b> |
| 7.1      | Proseminar Mathematik  | 51        |
| 7.2      | Seminar Mathematik   | 52        |
| <b>8</b> | <b>Bachelor-Seminar und -Arbeit</b>                                  | <b>53</b> |
| 8.1      | Bachelor-Seminar Mathematik  | 54        |
| 8.2      | Bachelor-Arbeit Mathematik   | 55        |

**Modulbereich 1**

---

**Mathematische Grundlagen**

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                     | Dauer             | SWS       | ECTS      |
|-------------|--------------|----------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| <b>1-2</b>  | <b>6</b>     | <b>Ana I/ Ana II WS/SS</b> | <b>2 Semester</b> | <b>12</b> | <b>18</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Fuchs, Groves, Hartz, Speicher, Weber

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Für Analysis II: Analysis I, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfungen (in der Regel schriftlich) separat für jede der Vorlesungen Analysis I und Analysis II (evtl. Zwischenklausuren)
- gemeinsame Modulprüfung (in der Regel mündlich)

**Lehrveranstaltungen / SWS** Für Analysis I und II jeweils:

4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** Für Analysis I und II jeweils:

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Für die Notenfindung des Gesamtmoduls wird das Notenmittel der Prüfungen in Analysis I und Analysis II mit der Note der gemeinsamen Modulprüfung verglichen. Es zählt die bessere der beiden Noten.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Infinitesimalrechnung.
- Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlicher, sowie die Fähigkeit, diese zum Lösen von Problemen (z.B. im Kontext gewöhnlicher Differentialgleichungen) einzusetzen.

## Inhalt

Analysis I:

- \* Mengen, Abbildungen, vollständige Induktion
- \* Zahlbereiche: Rationale, reelle und komplexe Zahlen
- \* Konvergenz von Folgen und Reihen, u.a. absolute Konvergenz und Umordnung von Reihen
- \* Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen, spezielle Funktionen
- \* Riemannsches Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung
- \* Satz von Taylor
- \* optional: Fourierreihen

## Analysis II:

- \* Metrische und topologische Grundbegriffe, beispielsweise Beschränktheit, Kompaktheit etc.
- \* Normierte Räume
- \* Kurven, Bogenlänge, optional: Krümmung, Torsion
- \* Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen
- \* Satz von Taylor, Satz über implizite Funktionen, Umkehrsatz, Extrema mit und ohne Nebenbedingungen
- \* Gewöhnliche Differentialgleichungen: DGL-Systeme 1. Ordnung, lineare DGL n-ter Ordnung, DGL 1. und 2. Ordnung, Banachscher Fixpunktsatz, Satz von Picard-Lindelöf, Satz von Peano
- \* optional: Mannigfaltigkeiten
- \* optional: Grundzüge der Riemannschen Integrationstheorie in mehreren Veränderlichen  
Doppelintegrale

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

## Weitere Informationen

- Benotetes Pflichtmodul in: Mathematik BSc.
- Wird in Mathematik und Informatik BSc ersetzt durch die beiden Einzelmodule Analysis I und Analysis II.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                      | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>3</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Wintersemester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Fuchs, Groves, Hartz, Speicher, Weber

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Maß- und Integrationstheorie sowie der elementaren Funktionalanalysis.

## Inhalt

- \* Grundzüge der allgemeinen Maß- und Integrationstheorie, u.a. Messbarkeit und Integrierbarkeit von Funktionen
- \* Satz von Fubini, Konvergenz- und Transformationssätze
- \* Lebesgue-Maß und andere geometrische Maße
- \* Integralsatz von Gauß; optional: Integration von Differentialformen auf Mannigfaltigkeiten und Satz von Stokes
- \* Lebesgueräume und ihre funktionalanalytischen Eigenschaften

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

## Weitere Informationen

Benotetes Pflichtmodul in: Mathematik BSc, Mathematik und Informatik BSc.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus             | Dauer             | SWS       | ECTS      |
|-------------|--------------|--------------------|-------------------|-----------|-----------|
| <b>1-2</b>  | <b>6</b>     | LA I / LA II WS/SS | <b>2 Semester</b> | <b>12</b> | <b>18</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen Bartholdi, Brandhorst, Lazić, Weitze-Schmithüsen

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Für Lineare Algebra II: Lineare Algebra I, Analysis I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfungen (in der Regel schriftlich) separat für jede der Vorlesungen Lineare Algebra I und Lineare Algebra II (evtl. Zwischenklausuren)
- gemeinsame Modulprüfung (in der Regel mündlich)

**Lehrveranstaltungen / SWS** Für Lineare Algebra I und II jeweils:

4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** Für Lineare Algebra I und II jeweils:

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Für die Notenfindung des Gesamtmoduls wird das Notenmittel der Prüfungen in Lineare Algebra I und Lineare Algebra II mit der Note der gemeinsamen Modulprüfung verglichen. Es zählt die bessere der beiden Noten.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Linearen Algebra, sowie die Fähigkeit, diese zum Lösen von Problemen (z.B. im Kontext von linearen Gleichungssystemen) einzusetzen.
- Beherrschung der grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Normalformentheorie und Multilinearen Algebra.

## Inhalt

Lineare Algebra I:

- \* Einführendes zu Mengenlehre/Relationen/Funktionen und Logik
- \* Algebraische Grundbegriffe: Gruppen, Ringe, Körper
- \* Symmetrie- und Permutationsgruppen, optional: Operation von Gruppen auf Mengen
- \* Vektorräume, Basis, Dimension, Koordinaten, Lineare Gleichungssysteme, Matrizen, lineare Abbildungen, Basiswechsel, Gauß-Algorithmus, invertierbare Matrizen
- \* Äquivalenzrelation und Kongruenzen, Quotientenvektorraum, Homomorphiesatz



- \* Determinante, Entwicklungssätze, Cramersche Regel
- \* Eigenwerte, Diagonalisierbarkeit
- \* Skalarprodukte und Orthogonalität
- \* Eine kurze Übersicht zu den weiterführenden folgenden Themen:  
     Symmetrische, hermitesche Matrizen, orthogonale und unitäre Matrizen,  
     Hauptachsentransformation und Quadriken

#### Lineare Algebra II:

- \* Vertiefung der Themen:  
     Symmetrische, hermitesche Matrizen, orthogonale und unitäre Matrizen,  
     Hauptachsentransformation und Quadriken
- \* Jordansche Normalform, Satz von Cayley-Hamilton, optional: Normalformen, z.B. Singulärwertzerlegung
- \* optional: Zugang zur allgemeinen Ringtheorie, Moduln (insbesondere freie Moduln,  
     Moduln über Hauptidealringen), K-Algebren, endliche Körper
- \* Dualraum, optional: Bestimmung von Interpolations- und Quadraturformeln
- \* optional: Grundbegriffe zur Kategorientheorie
- \* Multilineare Algebra: Bilinearformen, Tensorprodukt, äußere Algebra, optional: Grassmann'sche
- \* Zornsches Lemma, Auswahlaxiom und Basen in unendlichdimensionalen Vektorräumen

### Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

### Weitere Informationen

- Benotetes Pflichtmodul in: Mathematik BSc.
- Wird in Mathematik und Informatik BSc ersetzt durch die beiden Einzelmodule Lineare Algebra I und Lineare Algebra II.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                      | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>3</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Wintersemester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Rjasanow, Schuster

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Numerik.

## Inhalt

- \* Fehlerrechnung; Kondition und Stabilität
- \* Lineare Gleichungssysteme (direkte und iterative Lösungsmethoden)
- \* Fehlerquadratmethode
- \* Eigenwertprobleme
- \* Interpolationstechniken
- \* Numerische Integration
- \* Nichtlineare Gleichungssysteme

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

## Weitere Informationen

Benotetes Pflichtmodul in: Mathematik BSc, Mathematik und Informatik BSc.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                      | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Sommersemester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Bender, Zähle

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I-III, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden können Zufallsexperimente mit Methoden der Maß- und Integrationstheorie modellieren und analysieren.
- Sie kennen die grundlegenden Konvergenzbegriffe und Grenzwertsätze für Folgen von Zufallsvariablen und Wahrscheinlichkeitsmaßen und können diese voneinander abgrenzen.

## 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

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

## Weitere Informationen

Benotetes Pflichtmodul in: Mathematik BSc, Mathematik und Informatik BSc.

**Modulbereich 2**

---

**Programmierung**

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                      | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>2</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Sommersemester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>4</b> | <b>6</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Rjasanow, Schuster

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS**

2 SWS Vorlesung  
 + 2 SWS Übung  
 = 4 SWS

**Arbeitsaufwand**

30 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
 + 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
 + 120 h Selbststudium  
 (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
 = 180 h (= 6 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden sind mit den für Mathematiker grundlegenden Elementen der Programmierung in C vertraut.
- Sie sind in der Lage, Programmieraufgaben in den weiterführenden Vorlesungen und Abschlussarbeiten in C und Matlab zu bewältigen.

## Inhalt

Einführung in die Programmierung mit C; erste einfache Programme:

- \* Schleifen
- \* Felder (Arrays)
- \* Funktionen, Prozeduren
- \* Zeiger
- \* Strukturen
- \* Header
- \* Einführung in die Programmierung mit MATLAB

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

## Weitere Informationen

Unbenotetes Pflichtmodul in: Mathematik BSc.

**Modulbereich 3**

---

**Stammvorlesungen 1**



| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                      | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>3</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Wintersemester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen Bartholdi, Brandhorst, Lazić, Weitze-Schmithüsen

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Lineare Algebra I, Lineare Algebra II (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Algebra.

## Inhalt

- \* Gruppentheorie, Gruppenaktionen, Bahnbilanz, Aussagen der Sylowsätze, Auflösbarkeit, optional: Struktursatz für abelsche Gruppen
- \* Ringtheorie: Ideale, chinesischer Restesatz, Faktorialität, Satz von Gauß, Irreduzibilitätskriterien
- \* R-Moduln und K-Algebren
- \* Körpertheorie, algebraischer Abschluss, endliche Körper und Kreisteilungspolynome
- \* Galoistheorie, Auflösung von Gleichungen durch Radikale

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                      | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Sommersemester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Hartz, Weber

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Funktionentheorie.

## Inhalt

- \* Komplexe Differenzierbarkeit und Potenzreihen
- \* Elementare komplexe Funktionen
- \* Kurvenintegrale, Cauchysche Integralsätze, Windungszahlen
- \* Grundprinzipien (u.a. Satz von Liouville, Identitätssatz, Maximumprinzip, Satz von der Gebietstreue, Riemannscher Hebbarkeitssatz)
- \* Isolierte Singularitäten, Laurentreihen, Residuensatz
- \* Argumentprinzip, Satz von Rouché, lokale Biholomorphie
- \* Auswertung reeller Integrale
- \* Konforme Abbildungen, gebrochen lineare Transformationen, Möbiustransformation, Schwarzsches Lemma
- \* optional: Riemannscher Abbildungssatz
- \* optional: Weierstraßscher Produktsatz, Satz von Mittag-Leffler, spezielle Funktionen

## Literaturhinweise

- Conway: Functions of one complex variable, 1978.

- Fischer, Lieb, Einführung in die komplexe Analysis, 2010.
- Lorenz: Funktionentheorie, 1997.
- Remmert: Funktionentheorie 1, 2002.

Weitere Angaben jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

**Modulbereich 4**

---

**Stammvorlesungen 2**

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                          | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>at least every two years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr. Joachim Weickert

**Dozent/inn/en** Prof. Dr. Joachim Weickert

**Zulassungsvoraussetzungen** Undergraduate mathematics (e.g. Mathematik für Informatiker I-III) and elementary programming knowledge in C

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- For the homework assignments one can obtain up to 24 points per week. Actively participating in the classroom assignments gives 12 more points per week, regardless of the correctness of the solutions. To qualify for both exams one needs 2/3 of all possible points.
- Passing the final exam or the re-exam.
- A re-exam takes place during the last two weeks before the start of lectures in the following semester.

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h (weekly)

**Arbeitsaufwand** 90 h of classes  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Will be determined from the performance in the exam or the re-exam. The better grade counts.

**Sprache** English

## Lernziele / Kompetenzen

Broad introduction to mathematical methods in image processing and computer vision. The lecture qualifies students for a bachelor thesis in this field. Together with the completion of advanced or specialised lectures (9 credits at least) it is the basis for a master thesis in this field.

## Inhalt

Inhalt

1. Basics
  - 1.1 Image Types and Discretisation
  - 1.2 Degradations in Digital Images
2. Colour Perception and Colour Spaces
3. Image Transformations
  - 3.1 Continuous Fourier Transform
  - 3.2 Discrete Fourier Transform
  - 3.3 Image Pyramids
  - 3.4 Wavelet Transform
4. Image Compression
5. Image Interpolation
6. Image Enhancement
  - 6.1 Point Operations

- 6.2 Linear Filtering and Feature Detection
- 6.3 Morphology and Median Filters
- 6.3 Wavelet Shrinkage, Bilateral Filters, NL Means
- 6.5 Diffusion Filtering
- 6.6 Variational Methods
- 6.7 Deconvolution Methods
- 7. Texture Analysis
- 8. Segmentation
  - 8.1 Classical Methods
  - 8.2 Variational Methods
- 9. Image Sequence Analysis
  - 9.1 Local Methods
  - 9.2 Variational Methods
- 10. 3-D Reconstruction
  - 10.1 Camera Geometry
  - 10.2 Stereo
  - 10.3 Shape-from-Shading
- 11. Object Recognition
  - 11.1 Hough Transform
  - 11.2 Invariants
  - 11.3 Eigenspace Methods

## **Literaturhinweise**

Will be announced before the start of the course on the course page on the Internet.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>each fall semester</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Bender, Zähle

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 h lectures  
 + 2 h tutorial  
 = 6 h

**Arbeitsaufwand**

60 h of classes (lectures)  
 + 30 h of classes (tutorials)  
 + 180 h private study  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden können zufällige Systeme, die sich dynamisch in diskreter oder stetiger Zeit entwickeln, mittels Stochastischer Prozesse modellieren und analysieren.
- Sie haben vertiefte Kenntnisse über die Brownsche Bewegung u. a. als Prototyp eines Martingals und Markovprozesses.

## Inhalt

- \* Conditioning on  $\sigma$ -algebras
- \* Basic concepts of stochastic processes
- \* Kolmogorov's extension theorem
- \* Poisson process
- \* Brownian motion
- \* Martingales
- \* Markov processes

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet

**Modulbereich 5**

---

**Stammvorlesungen 3**



| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus             | Dauer      | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|--------------------|------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | every 2 or 3 years | 1 semester | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Brandhorst, Lazić

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Linear Algebra I and II, Algebra (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- successful participation at the exercise classes (criteria will be announced at the beginning of the course)
- passing the final exam (re-exam)

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes (lectures)  
+ 30 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details will be announced at the beginning of the course

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Bereich der Kommutativen Algebra und klassischen Algebraischen Geometrie.

## Inhalt

- \* Hilbert's Basis theorem, Hilbert's Nullstellensatz
- \* modules, tensor products of modules
- \* localisation and local properties of rings and modules
- \* integral dependence, valuations, going-up and going-down theorems
- \* graded rings and modules
- \* optional: Krull's theorem, dimension theory
- \* affine varieties, projective varieties, Zariski topology
- \* morphisms and rational maps between varieties
- \* birational morphisms and blowups
- \* nonsingularity and smoothness
- \* optional: introduction to modern Algebraic geometry (sheaves and schemes, morphisms between sheaves and schemes, abstract varieties)

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the webpage of the course.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>3</b>    | <b>6</b>     | <b>alle 2 bis 3 Jahre</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Groves

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Gebiet Dynamische Systeme.

## Inhalt

- \* Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen, Systeme erster Ordnung, Anfangswertprobleme
- \* Geometrische Theorie dynamischer Systeme, Phasenraum, homokline und periodische Lösungen
- \* Bifurkationen und Stabilität von Lösungen
- \* Anwendungen in der mathematischen Biologie und Himmelsmechanik, Chaos

## Literaturhinweise

- F. Verhulst, Nonlinear Differential Equations and Dynamical Systems. Springer.
- D. W. Jordan und P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations. Oxford.
- W. Walter, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Springer.

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

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>alle 2 bis 3 Jahre</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Groves, Weber

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I-III, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
 + 2 SWS Übung  
 = 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
 + 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
 + 180 h Selbststudium  
 (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken der Funktionalanalysis.

## Inhalt

- \* Grundlagen aus der Topologie (metrische und topologische Räume, Kompaktheit, ggf. lokalkonvexe Räume)
- \* Banachräume und Banachalgebren, ggf.  $C^*$ -Algebren, Gelfand-Transformation, Satz von Stone-Weierstraß
- \* Hilberträume
- \* beschränkte Operatoren (auf Banach- und Hilberträumen, kompakte Operatoren)
- \* Satz von Hahn-Banach, Trennungssätze, Dualräume und Reflexivität
- \* Satz von Baire (u.a. Satz von der offenen Abbildung, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit)
- \* Spektraltheorie von kompakten und normalen Operatoren (ggf. analytischer Funktionalkalkül)
- \* optional: Fredholmoperatoren
- \* optional: unbeschränkte Operatoren

## Literaturhinweise

- W. Rudin: Functional Analysis, 1991.
- J. Conway, A Course in Functional Analysis, 1985.
- H. Heuser, Funktionalanalysis, 2006.

- F. Hirzebruch, W. Scharlau, Einführung in die Funktionalanalysis, 1991.
- W. Kabbalo, Grundkurs Funktionalanalysis, 2011.
- R. Meise, D. Vogt, Einführung in die Funktionalanalysis, 2011.
- H. Schröder, Funktionalanalysis, 2000.

Weitere Angaben jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>every 2 or 3 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen Bartholdi, Weitze-Schmithüsen

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Linear Algebra I and II, Algebra (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regular and active participation in lectures and tutorials
- Examination at the end of the semester

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 h lectures  
 + 2 h tutorial  
 = 6 h

**Arbeitsaufwand**

60 h presence at lectures  
 + 30 h presence at tutorials  
 + 180 h home study (preparation for and revision of lectures,  
 preparation of problem sheets for tutorials)  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- Written or oral examination – to be announced at the beginning of the lecture course.

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Bereich der Geometrischen Gruppentheorie.

## Inhalt

- \* Free groups, Group presentations, Cayley graphs
- \* Fundamental groups and covering theory
- \* Coarse geometry, quasi isometries, Theorem of Milnor and Schwartz
- \* Gromov hyperbolicity
- \* Optional: Growth of groups, space of ends, Fuchsian groups;  
 Important particular spaces,  
 e.g.: Teichmüller space, moduli spaces of translation surfaces, Outer Space

## Literaturhinweise

- Pierre de la Harpe: Topics in Geometric Group Theory, Chicago Lectures in Mathematics 2003
- Clara Löh: Geometric Group Theory, Springer-Verlag 2017

Further information will be given at the beginning of the lecture course (on the web page).

## **Weitere Informationen**

- Methods: Dissemination in lectures, consolidation by home studies and exercises.
- Registration: Announcement before the beginning of the semester (on the web page or in printed form).

|             |              |                           |                   |          |          |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>alle 2 bis 3 Jahre</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Schuster

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Einführung in die Numerik, Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Vorlesung lehrt den mathematischen Hintergrund und numerische Algorithmen zur Lösung von inversen Problemen. Beispiele aus verschiedenen Bereichen werden gezeigt

## Inhalt

- \* Mathematische Grundlagen; inverse und schlecht-gestellte Probleme
- \* Schlecht konditionierte Gleichungssysteme, Singulärwertzerlegung von Matrizen, Pseudoinverse
- \* Kompakte Operatoren, Spektraltheorie
- \* Regularisierungsverfahren: Definition und Beispiele wie approximierte Inverse, Tikhonov - Philips Regularisierung, iterative Methoden, abgeschnittene Singulärwertzerlegung
- \* Strategien zur Wahl des Regularisierungsparameters
- \* Numerische Realisation
- \* Anwendungen in der Computertomographie

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus               | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|----------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>every 2 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Bender

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I (recommend), basics in stochastic processes (recommended, e.g., visiting the lecture stochastics II in the same semester)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes (lectures)  
+ 30 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden können Zahlungsströme mittels stochastischer Prozesse modellieren.
- Sie kennen Grundkonzepte der Bewertung von risikobehafteten Finanzinstrumenten (No-Arbitrage-Prinzip, Gleichgewichtspreise).
- Sie können Preise von Finanzderivaten mittels äquivalenter Martingalmaße darstellen.

## Inhalt

- \* Utility maximization in general one-period models; Capital Asset Pricing Model
- \* Arbitrage, hedging, option pricing and the fundamental theorems of asset pricing in general one-period models.
- \* Multi-period models and self-financing portfolios
- \* The fundamental theorems of asset pricing in multi-period models.
- \* The Cox-Ross-Rubinstein model and the Black-Scholes formula
- \* Early-exercise options
- \* Interest rate derivatives (e.g., forward rate agreements, swaps, caps, swaptions)
- \* Short rate models

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet



| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                  | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>each summer term</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Zähle

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I, Stochastics II (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes (lectures)  
+ 30 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die Grundfrage der mathematischen Statistik und beherrschen das Aufstellen von passenden statistischen Modellen in Anwendungssituationen.
- Sie kennen die grundlegenden Methoden für die Verarbeitung einer Stichprobe und können diese mit Hilfe von Gütekriterien qualitativ beurteilen.

## Inhalt

- \* Statistical models
- \* Selection and validation of statistical models
- \* Sufficient statistics
- \* Point estimators
- \* Confidence regions
- \* Hypothesis tests
- \* Linear regression models

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>alle 2 bis 3 Jahre</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Rjasanow

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Einführung in die Numerik, Grundkenntnisse Numerik ODE (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
 + 2 SWS Übung  
 = 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
 + 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
 + 180 h Selbststudium  
 (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken, die bei der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen benötigt werden.

## Inhalt

- \* Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen
- \* Modellierung physikalischer Prozesse, etwa der Flachwassergleichungen oder der Wärmeleitungsgleichung
- \* Diskussion numerischer Verfahren zum Lösen partieller Differentialgleichungen (Differenzenverfahren, Finite-Volumen-Methode, Finite-Element-Methode)

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                    | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>alle 2 bis 3 Jahre</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Fuchs

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I-III, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS**

4 SWS Vorlesung  
 + 2 SWS Übung  
 = 6 SWS

**Arbeitsaufwand**

60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
 + 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
 + 180 h Selbststudium  
 (Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
 = 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Bereich der partiellen Differentialgleichungen.

## 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 und hyperbolische Probleme
- \* Optional: Einführung in die Theorie nichtlinearer partieller Differentialgleichungen

## 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.
- L.C. Evans, Partial Differential Equations. American Mathematical Society. Graduate Studies in Mathematics, Volume 19, 1991.

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

**Modulbereich 6**

---

**Vertiefungsvorlesungen Mathematik**

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                   | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|--------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>ca. every 3 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Brandhorst, Lazić

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Linear Algebra I and II, Algebra, Commutative Algebra and Introduction to Algebraic Geometry (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen** • successful participation at the exercise classes (criteria will be announced at the beginning of the course) • passing the final exam or re-exam

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes (lectures)  
+ 30 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** • written or oral exam  
• details will be announced at the beginning of the course

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Bereich der modernen Algebraischen Geometrie.

## Inhalt

- \* sheaves and schemes
- \* morphisms between sheaves and schemes
- \* abstract varieties
- \* properness and separatedness
- \* sheaves of modules
- \* projective morphisms, basepoint free divisors, ample divisors, blowups
- \* invertible sheaves and divisors
- \* differentials and canonical sheaves, smoothness revisited
- \* cohomology of sheaves, Čech cohomology
- \* Serre duality, Riemann-Roch on curves
- \* optional: morphisms with connected fibres, Iitaka fibrations

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the webpage of the course.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                   | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|--------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>ca. every 3 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Lazić

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Linear Algebra I-II, Analysis I-III, Complex Analysis (Funktionentheorie), Functional Analysis (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- successful participation at the exercise classes (criteria will be announced at the beginning of the course)
- passing the final exam or re-exam

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 h lectures  
+ 2 h tutorial  
= 6 h

**Arbeitsaufwand** 60 h of classes (lectures)  
+ 30 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details will be announced at the beginning of the course

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Bereich der modernen Komplexen Geometrie.

## Inhalt

- \* differentiable/complex manifolds and differentiable/holomorphic vector bundles
- \* differential forms on differentiable/complex manifolds
- \* De Rham and Dolbeault cohomology
- \* riemannian/hermitian/Kähler manifolds
- \* harmonic forms on compact riemannian/hermitian manifolds
- \* Hodge decomposition on compact Kähler manifolds
- \* plurisubharmonic functions
- \* singular metrics on line bundles, currents
- \* Lelong numbers
- \* multiplier ideals
- \* Ohsawa-Takegoshi extension theorem
- \* applications: invariance of plurigenera, strong openness conjecture

## Literaturhinweise

Will be announced before the start of the course on the webpage of the course.

## **Weitere Informationen**

The course can be divided into two parts (2x2+1 SWS).

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus           | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>3</b>    | <b>6</b>     | ca. alle 3 Jahre | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Fuchs, Groves

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Beherrschung der grundlegenden Methoden und Techniken der Differentialgeometrie von Kurven und Flächen im dreidimensionalen Raum.

## Inhalt

- \* Parametrisierte Kurven
- \* Frenetsches Dreibein
- \* Reguläre Flächen (Flächenstücke)
- \* Fundamentalformen, Geometrie der Gauß-Abbildung und Krümmungsbegriffe
- \* Regelflächen und Minimalflächen
- \* Innere Geometrie von Flächen: Konforme Abbildungen und geodätische Linien
- \* Satz von Gauß-Bonnet

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

## Weitere Informationen

Die Vorlesung kann geteilt werden (2 x 2+1 SWS). Die Kurventheorie wird in dem Fall als Vorlesung zur Elementarmathematik im Lehramt angeboten.



| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus        | Dauer      | SWS      | ECTS       |
|-------------|--------------|---------------|------------|----------|------------|
| <b>6</b>    | <b>6</b>     | every 2 years | 1 semester | <b>3</b> | <b>4,5</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Zähle

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I, Stochastics II (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS**

2 h lectures  
 + 1 h tutorial  
 = 3 h

**Arbeitsaufwand**

30 h of classes (lectures)  
 + 15 h of classes (tutorials)  
 + 90 h private study  
 = 135 h (= 4,5 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden haben einen Überblick über die verschiedenen Versicherungssparten und können die Gemeinsamkeiten und Unterschiede benennen.
- Sie können Versicherungsrisiken mittels Methoden aus der Stochastik modellieren und sind in der Lage, verschiedenen Versicherungsrisiken adäquate Prämien und Rückstellungen zuzuordnen.

## Inhalt

- Standard models of nonlife insurance
- Risk reduction by pooling risks
- Ruin theory
- Calculations of premiums I: risk measures
- Calculations of premiums II: credibility theory
- Loss reserving
- Basics of reinsurance

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                   | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|--------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>ca. every 3 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Schuster

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Einführung in die Numerik, Elemente der Programmierung (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- successful participation at the theoretical and practical exercise classes (criteria will be announced at the beginning of the course)
- passing the final exam or re-exam
- successful presentation of software

**Lehrveranstaltungen / SWS** 3 h lectures  
+ 3 h tutorial  
= 6 h

**Arbeitsaufwand** 45 h of classes (lectures)  
+ 45 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- software presentation
- details will be announced at the beginning of the course

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der Computer-Tomographie und sind in der Lage die wichtigsten Rekonstruktionsalgorithmen eigenständig zu programmieren.

## Inhalt

- \* Fourier transform and Fourier series
- \* distributions and distributional derivatives
- \* Sobolev spaces, weak derivatives
- \* Shannon's sampling theorem
- \* Ill-posed operator equations and regularization methods
- \* Mathematical models of CT: Radon and X-ray transforms
- \* Mathematical properties of the Radon transform
- \* Inversion formulas
- \* Resolution and sampling
- \* Filtered backprojection
- \* Kaczmarz' method and Algebraic Reconstruction Technique (ART)
- \* Other reconstruction methods: Fourier techniques, direct algebraic methods, approximate inverse

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet

## Weitere Informationen

- can be combined with a practical part

# Numerical Laboratory in Computerized Tomography incl. Practical Part NumLab-plus

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus            | Dauer      | SWS      | ECTS      |
|-------------|--------------|-------------------|------------|----------|-----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | ca. every 3 years | 1 semester | <b>8</b> | <b>12</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Schuster

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Einführung in die Numerik, Elemente der Programmierung (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- successful participation at the theoretical and practical exercise classes (criteria will be announced at the beginning of the course)
- passing the final exam or re-exam
- successful presentation of software
- written report

**Lehrveranstaltungen / SWS**

3 h lectures  
+ 3 h tutorial  
+ 2 h practical part  
= 8 h

**Arbeitsaufwand**

45 h of classes (lectures)  
+ 45 h of classes (tutorials)  
+ 180 h private study  
+ 90 h laboratory report  
= 360 h (= 12 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- written report
- software presentation
- details will be announced at the beginning of the course

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der Computer-Tomographie und sind in der Lage die wichtigsten Rekonstruktionsalgorithmen eigenständig zu programmieren.

## Inhalt

- \* Fourier transform and Fourier series
- \* distributions and distributional derivatives
- \* Sobolev spaces, weak derivatives
- \* Shannon's sampling theorem
- \* Ill-posed operator equations and regularization methods
- \* Mathematical models of CT: Radon and X-ray transforms
- \* Mathematical properties of the Radon transform
- \* Inversion formulas
- \* Resolution and sampling
- \* Filtered backprojection

- \* Kaczmarz' method and Algebraic Reconstruction Technique (ART)
- \* Other reconstruction methods: Fourier techniques, direct algebraic methods, approximate inverse
- \* Practical part: Software development of phantoms, sinograms, filtered backprojection and ART

## **Literaturhinweise**

t.b.a. on the Internet

## **Weitere Informationen**

- equivalent to an internship

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                   | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|--------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>ca. every 3 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professoren Speicher, Weber

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I, Analysis II, Analysis III, Funktionalanalysis, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Theorien der  $C^*$ - sowie der Von-Neumann-Algebren.

## Inhalt

- \* Definition und Beispiele von  $C^*$ -Algebren
- \* Darstellungen auf Hilberträumen und GNS-Konstruktion
- \* Beide Fundamentalsätze von Gelfand-Naimark (kommutative  $C^*$ -Algebren; treue Darstellungen auf Hilberträumen)
- \* Positive Elemente, Ideale, approximierende Einsen, Unitalisierungen
- \* ggf. universelle  $C^*$ -Algebren
- \* Definition und Beispiele von Von-Neumann-Algebren
- \* Typenklassifikation für Von-Neumann-Algebren

## Literaturhinweise

- Gerard Murphy,  $C^*$ -algebras and operator theory, 1990.
- Jacques Dixmier, Les  $C^*$ -algèbres et leurs représentations, 1969.
- Kenneth Davidson,  $C^*$ -algebras by example, 1996.
- Bruce Blackadar, Operator algebras. Theory of  $C^*$ -algebras and von Neumann algebras, 2006.
- Claire Anantharaman and Sorin Popa, An introduction to  $II_1$  factors, 2021.

Weitere Angaben jeweils vor der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

|             |              |                         |                   |          |          |
|-------------|--------------|-------------------------|-------------------|----------|----------|
| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                  | Dauer             | SWS      | ECTS     |
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>ca. alle 3 Jahre</b> | <b>1 Semester</b> | <b>6</b> | <b>9</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Speicher

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Analysis I-III, Lineare Algebra I (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen als Prüfungsvorleistung (gemäß Ankündigung zu Beginn der Veranstaltung)
- Abschlussprüfung (evtl. Zwischenklausuren)

**Lehrveranstaltungen / SWS** 4 SWS Vorlesung  
+ 2 SWS Übung  
= 6 SWS

**Arbeitsaufwand** 60 h Kontaktzeit für die Vorlesung  
+ 30 h Kontaktzeit in den Übungen  
+ 180 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung von Übungsaufgaben)  
= 270 h (= 9 ECTS)

**Modulnote** Durch Klausur(en) und/oder mündliche Prüfung. Der Modus wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe, Methoden und Techniken aus dem Bereich der Zufallsmatrizen.

## Inhalt

- \* Beispiele von Zufallsmatrizen-Ensembles (GUE, Wigner-Matrizen, Wishart-Matrizen)
- \* kombinatorische und analytische Methoden Konzentrationsphänomene in hohen Dimensionen
- \* Zufallsmatrizen auf dem Computer
- \* Wigners Halbkreisgesetz
- \* Statistik des größten Eigenwertes und Tracy-Widom-Verteilung
- \* Determinantal Prozess
- \* Statistik der längsten aufsteigenden Teilfolge
- \* freie Wahrscheinlichkeitstheorie
- \* Universalität
- \* eventuell: nicht-hermitesche Zufallsmatrizen, Kreisgesetz

## Literaturhinweise

Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus            | Dauer      | SWS      | ECTS       |
|-------------|--------------|-------------------|------------|----------|------------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | ca. every 3 years | 1 semester | <b>3</b> | <b>4,5</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Bender

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen, department of mathematics

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS**

2 h lectures  
 + 1 h tutorial  
 = 3 h

**Arbeitsaufwand**

30 h of classes (lectures)  
 + 15 h of classes (tutorials)  
 + 90 h private study  
 = 135 h (= 4,5 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die Grundproblemstellungen des Statistischen Lernens und verfügen über ein vertieftes Verständnis der mathematischen Theorie praxisrelevanter Methoden.

## Inhalt

- Introduction to the regression problem and to pattern recognition
- Local averaging methods (e.g., kernel smoothing, k-nearest neighbor)
- Concentration inequalities (Hoeffding, Bernstein)
- Sample splitting
- Empirical risk minimization
- Vapnik-Chervonenkis inequality
- Combinatorial aspects of the Vapnik-Chervonenkis theory
- Neural networks

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet



| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus        | Dauer      | SWS      | ECTS       |
|-------------|--------------|---------------|------------|----------|------------|
| <b>6</b>    | <b>6</b>     | every 2 years | 1 semester | <b>3</b> | <b>4.5</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Bender

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I, Stochastics II (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 3 h

**Arbeitsaufwand** 30 h of classes (lectures)  
+ 15 h of classes (tutorials)  
+ 90 h private study  
= 135 h (= 4.5 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden können Systeme, deren Verhalten von einem stochastischen Rauschen beeinflusst werden, mittels stochastischer Differentialgleichungen modellieren.
- Sie sind mit wichtigen Aspekten der Lösungstheorie starker und schwacher Lösungen vertraut und können diese auf Fragestellungen der zeitstetigen Finanzmathematik anwenden.

## Inhalt

- Linear differential equations with additive noise
- Ito calculus (including Ito's formula)
- Strong solutions to stochastic differential equations
- Weak solutions to stochastic differential equations
- Girsanov's theorem and the martingale representation theorem
- Applications to arbitrage and pricing in continuous-time finance

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus               | Dauer             | SWS      | ECTS       |
|-------------|--------------|----------------------|-------------------|----------|------------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>every 2 years</b> | <b>1 semester</b> | <b>3</b> | <b>4.5</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor Zähle

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Stochastik I, Stochastics II (recommended)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- taking an active part in the tutorials
- passing the final exam (re-exam)
- details t.b.a. in time

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 h lectures  
+ 1 h tutorial  
= 3 h

**Arbeitsaufwand** 30 h of classes (lectures)  
+ 15 h of classes (tutorials)  
+ 90 h private study  
= 135 h (= 4.5 ECTS)

**Modulnote**

- written or oral exam
- details t.b.a. in time

**Sprache** English (recommended)

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Die Studierenden können allgemeine Zeitreihen in ihre Standardkomponenten (stationäre Zeitreihe, Trend, Saisonkomponente) zerlegen.
- Sie können stationäre Zeitreihen modellieren, die involvierten Parameter kalibrieren und beste Vorhersagen bestimmen.

## Inhalt

- \* Foundations of Hilbert space theory
- \* Standard time series model
- \* Stationary stochastic processes in discrete time
- \* Prediction in stationary times series models
- \* Spectral theory
- \* Filtering of stationary times series
- \* ARMA processes
- \* Deterministic and purely nondeterministic stationary times series; Wold decomposition
- \* Nonparametric estimation of mean and covariance function
- \* Parameter estimation in ARMA models

## Literaturhinweise

t.b.a. on the Internet

*Modulbereich 7*

---

*Seminare*

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                             | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|------------------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>3</b>    | <b>6</b>     | <b>in der Regel jedes Semester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>2</b> | <b>5</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen der Mathematik

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** Grundkenntnisse der ersten beiden Semester (empfohlen)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regelmäßige aktive Teilnahme am Proseminar
- Wissenschaftlicher Vortrag
- Ggf. kurze schriftliche Ausarbeitung

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS

**Arbeitsaufwand**

- 30 h Kontaktzeit im Proseminar
- + 5 h bei der Vorbereitung des Vortrags
- + 115 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Ausarbeitung des Vortrags)
- = 150 h (= 5 ECTS)

**Modulnote** Wissenschaftlicher Vortrag (ggf. kurze schriftliche Ausarbeitung)

**Sprache** Deutsch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

- Fähigkeit zur selbstständigen Erarbeitung wissenschaftlicher Sachverhalte, deren Darstellung in einem wissenschaftlichen Vortrag und zur Einordnung in das Thema des Proseminars.

## Inhalt

Wechselnde Themen aus der Mathematik

## Literaturhinweise

Bekanntgabe der genauen Themen und der entsprechenden Literatur jeweils bereits im vorausgehenden Semester.

## Weitere Informationen

Anmeldung:

- Eine frühzeitige Anmeldung ist erforderlich.
- In der Regel ist ein einzelnes Proseminar auf 15 Teilnehmer\*innen beschränkt.

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                             | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|------------------------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>4</b>    | <b>6</b>     | <b>in der Regel jedes Semester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>2</b> | <b>7</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen der Mathematik

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** (Empfehlungen werden je nach Thema angekündigt)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Regelmäßige aktive Teilnahme am Proseminar
- Wissenschaftlicher Vortrag
- Schriftliche Hausarbeit

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS

**Arbeitsaufwand**

- 30 h Kontaktzeit im Seminar
- + 5 h bei der Vorbereitung des Vortrags
- + 175 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Ausarbeitung des Vortrags)
- = 210 h (= 7 ECTS)

**Modulnote** Vortrag und Hausarbeit

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

Nach Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden Kompetenzen:

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

## Inhalt

Wechselnde fortgeschrittene Themen aus der Mathematik

## Literaturhinweise

Bekanntgabe der genauen Themen und der entsprechenden Literatur jeweils bereits im vorausgehenden Semester.

## Weitere Informationen

Anmeldung:

- Eine frühzeitige Anmeldung ist erforderlich.
- In der Regel ist ein einzelnes Proseminar auf 15 Teilnehmer\*innen beschränkt.

**Modulbereich 8**

---

***Bachelor-Seminar und -Arbeit***

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                | Dauer             | SWS      | ECTS     |
|-------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------|----------|
| <b>5</b>    | <b>6</b>     | <b>jedes Semester</b> | <b>1 Semester</b> | <b>2</b> | <b>6</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen der Mathematik

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** (Empfehlungen werden je nach Thema angekündigt)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Aufbereitung der relevanten wissenschaftlichen Literatur
- Vortrag über die geplante Aufgabenstellung mit anschließender Diskussion
- Aktive Teilnahme an der Diskussion im Seminar

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2 SWS

**Arbeitsaufwand**

- 30 h Kontaktzeit im Seminar
- + 20 h Kontaktzeit bei der Betreuung durch den Lehrstuhl
- + 130 h Selbststudium  
(Vor- und Nachbereitung, Einarbeitung in die Themenstellung, Ausarbeitung des Vortrags)
- = 180 h (= 6 ECTS)

**Modulnote** Vortrag

**Sprache** Deutsch, bei Bedarf Englisch

## Lernziele / Kompetenzen

- Im Bachelor-Seminar erwirbt die/der Studierende unter Anleitung die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten im Kontext eines angemessenen Themengebietes.
- Am Ende des Bachelor-Seminars sind die Grundlagen für eine erfolgreiche Anfertigung der Bachelor-Arbeit gelegt und wesentliche Lösungsansätze bereits erarbeitet.
- Das Bachelor-Seminar bereitet somit die Themenstellung und Ausführung der Bachelor-Arbeit vor.

## Inhalt

Wechselnde aktuelle Themen aus der Mathematik

## Literaturhinweise

| Studiensem. | Regelst.sem. | Turnus                | Dauer           | SWS | ECTS      |
|-------------|--------------|-----------------------|-----------------|-----|-----------|
| <b>06</b>   | <b>06</b>    | <b>jedes Semester</b> | <b>3 Monate</b> |     | <b>12</b> |

**Modulverantwortliche/r** Professor\*innen der Mathematik

**Dozent/inn/en** Dozent\*innen der Mathematik

**Zulassungsvoraussetzungen** (Empfehlungen werden je nach Thema angekündigt)

**Leistungskontrollen / Prüfungen**

- Schriftliche Ausarbeitung
- Präsentation der Bachelor-Arbeit in einem Kolloquium, in dem auch die Eigenständigkeit der Leistung der/des Studierenden überprüft wird.

**Lehrveranstaltungen / SWS**

**Arbeitsaufwand** 20 h Kontaktzeit bei der Betreuung durch den Lehrstuhl  
 + 340 h Selbststudium  
 (Erarbeitung der Themenstellung, Erstellung der Bachelor-Arbeit,  
 Ausarbeitung des Vortrags)  
 = 360 h (= 12 ECTS)

**Modulnote** Beurteilung der Bachelor-Arbeit

**Sprache**

## Lernziele / Kompetenzen

Die Bachelor-Arbeit ist eine Projektarbeit, die unter Anleitung ausgeführt wird. Sie zeigt, dass der/die Kandidat\*in in der Lage ist, sich innerhalb einer vorgegebenen Frist ein aktuelles Problem aus dem Gebiet der Mathematik zu erarbeiten und zu dokumentieren.

## Inhalt

Wechselnde aktuelle Themen aus der Mathematik

## Literaturhinweise