Modulhandbuch für die Studiengänge des Fachbereichs **Mathematik** und der **Service**-Lehre

gültig ab dem Wintersemester 2023/24 gemäß Fachbereichsratsbeschluss
vom 07. Juli 2023

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FACHBEREICH
MATHEMATIK

Modulbeschreibung

Modulname					
Analysis 1					
Modul Nr. 04-00-0001	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0003-tt	Analysis I	0	Tutorium	1
04-00-0003-vu	Analysis I	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Reelle und komplexe Zahlen, Vollständigkeit
Konvergenz von Folgen und Reihen
Topologie der reellen Zahlen, Kompaktheit
Funktionsbegriff, Stetige Funktionen, Elementare Funktionen
Differenzierbare Funktionen, Mittelwertsatz
Satz von Taylor
Integralrechnung, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung
Integrationstechniken

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

- Funktionen einer reellen Variablen mit grundlegenden
Konzepten (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Vollständigkeit usw.) analysieren

- mathematische Schlussfolgerungen mit verschiedenen Beweismethoden herleiten

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Physik
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I, II. Vieweg M. Hieber: Analysis I, Springer K. Königsberger: Analysis 1, 2, Springer Charles R. MacCluer, Honors Calculus, Princeton Univ. Press W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Analysis 1 (englisch)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0002	9 CP	270 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0040-tt	Analysis I (englisch)	0	Tutorium	1
04-00-0040-vu	Analysis I (englisch)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Reelle und komplexe Zahlen, Vollständigkeit
Konvergenz von Folgen und Reihen
Topologie der reellen Zahlen, Kompaktheit
Funktionsbegriff, Stetige Funktionen, Elementare Funktionen
Differenzierbare Funktionen, Mittelwertsatz
Satz von Taylor
Integralrechnung, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung

	Integrationstechniken
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - Funktionen einer reellen Variablen mit grundlegenden Konzepten (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Vollständigkeit usw.) analysieren - mathematische Schlussfolgerungen mit verschiedenen Beweismethoden herleiten
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** 1. Jahr Bachelor
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I, II. Vieweg M. Hieber: Analysis I, Springer K. Königsberger: Analysis 1, 2, Springer Charles R. MacCluer, Honors Calculus, Princeton Univ. Press W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Analysis 2**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-00-0003	**kte** 9 CP	270 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0002-tt	Analysis II	0	Tutorium	1
04-00-0002-vu	Analysis II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Topologie metrischer Räume, Normen, Differentialrechnung mehrerer Variablen, partielle Ableitungen, Ableitungsregeln, Gradient,
Höhere Ableitungen und Satz von Taylor in mehreren Variablen
Lokale Extrema
Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen
Kurven, Wege und Vektorfelder
Konvergenz von Fourrierreihen
Parsevalsche Gleichung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

- Funktionen, die von mehreren Variablen abhängen, mit grundlegenden Konzepten (Stetigkeit, totale und partielle Differenzierbarkeit, Integration) analysieren

- geometrische Zusammenhänge in mehrdimensionalen Räumen mit topologischen Grundkonzepten untersuchen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis 1

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Physik
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I amp; II. Vieweg M. Hieber: Analysis II, Springer K. Königsberger: Analysis 1,2 , Springer W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Analysis 2 (englisch)**					
Modul Nr. 04-00-0004	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0011-tt	Analysis II (englisch)	0	Tutorium	1
04-00-0011-vu	Analysis II (englisch)	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Topologie metrischer Räume, Normen, Differentialrechnung mehrerer Variablen, partielle Ableitungen, Ableitungsregeln, Gradient, Höhere Ableitungen und Satz von Taylor in mehreren Variablen Lokale Extrema Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen Kurven, Wege und Vektorfelder Konvergenz von Fourrierreihen Parsevalsche Gleichung
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - Funktionen, die von mehreren Variablen abhängen, mit grundlegenden Konzepten (Stetigkeit, totale und partielle Differenzierbarkeit, Integration) analysieren - geometrische Zusammenhänge in mehrdimensionalen Raeumen mit topologischen Grundkonzepten untersuchen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Analysis 1
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.MCS, B.Sc.M\amp;E,: Pflicht Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.WiMa, LaG.Math: als Alternative zu Analysis 2
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I amp; II. Vieweg M. Hieber: Analysis II, Springer K. Königsberger: Analysis 1,2 , Springer W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Lineare Algebra 1

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0005	9 CP	270 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0042-tt	Lineare Algebra I	0	Tutorium	1
04-00-0042-vu	Lineare Algebra I	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

allgemeine mathematische und algebraische Grundbegriffe, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper);
Vektorräume, lineare Abhängigkeit, Basen, Dimension;
lineare und affine Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten, Dualraum;
lineare Abbildungen und Matrizen;
lineare Gleichungssysteme;
Determinanten

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können die Konzepte der linearen Algebra in verschiedenen Zusammenhängen erkennen, anwenden und erklären. Sie lernen insbesondere, abstrakt-axiomatisch Begriffsbildungen der linearen Algebra auf einschlägige Probleme anzuwenden, mit geometrischen Begriffen in Verbindung zu bringen, typische Aufgaben zu lösen und einfache Beweise zu führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Grundstudium Mathematik

9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Linear Algebra 1**					
Modul Nr. 04-00-0006	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0041-tt	Linear Algebra I	0	Tutorium	1
04-00-0041-vu	Linear Algebra I	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** allgemeine mathematische und algebraische Grundbegriffe, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper); Vektorräume, lineare Abhängigkeit, Basen, Dimension; lineare und affine Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten, Dualraum; lineare Abbildungen und Matrizen; lineare Gleichungssysteme; Determinanten
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Students will be able to recognise the concepts of linear algebra in various contexts, and to apply and explain them. In particular, they will have learnt to apply abstract-axiomatic notions of linear algebra to typical problems, to connect

	them with geometric concepts, to solve typical problems and to conduct simple proofs.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Grundstudium Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Lineare Algebra 2**					
Modul Nr. 04-00-0007	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0008-tt	Lineare Algebra II	0	Tutorium	1
	04-00-0008-vu	Lineare Algebra II	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Eigenwerte und Diagonalisierung von Endomorphismen; charakteristisches Polynom und Minimalpolynom im Polynomring einer Variablen, Jordan-Normalform; Euklidische und unitäre Vektorräume; Bilinearformen, quadratische Formen, Quadriken; ggf. Ausblicke zu affiner und projektiver Geometrie, Geometrie der Kegelschnitte oder auch zur multilinearen Algebra
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erlernen zentrale Konzepte und Techniken der linearen Algebra und erfahren das Zusammenspiel zwischen abstrakt-axiomatischen Begriffsbildungen der Algebra und ihrer Rolle in diversen Bereichen der Mathematik, hier insbesondere durch Anknüpfungen an geometrische Begriffe.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Lineare Algebra 1
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Grundstudium Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Linear Algebra 2**					
Modul Nr. 04-00-0008	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0012-tt	Linear Algebra II	0	Tutorium	1
04-00-0012-vu	Linear Algebra II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Eigenwerte und Diagonalisierung von Endomorphismen;

charakteristisches Polynom und Minimalpolynom im Polynomring einer Variablen, Jordan-Normalform;

Euklidische und unitäre Vektorräume;

Bilinearformen, quadratische Formen, Quadriken;

ggf. Ausblicke zu affiner und projektiver Geometrie, Geometrie der Kegelschnitte oder auch zur multilinearen Algebra

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Students will be able to recognise the concepts of linear algebra in various contexts, and to apply and explain them.
In particular, they will have learnt to apply abstract-axiomatic notions of linear algebra to typical problems, to connect them with geometric concepts, to solve typical problems and to conduct simple proofs.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Lineare Algebra 1

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Grundstudium Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Gewöhnliche Differentialgleichungen (FP)**					
Modul Nr. 04-00-0011/f	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 75 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

	Kurse des Moduls				
1	**Kurs Nr.**	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0054-vu	Gewöhnliche Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Trennung der Variablen, Sätze von Picard-Lindelöf und Peano, lokale und globale Theorie, lineare Systeme erster und höherer Ordnung, Variation-der-Konstanten-Formel, Prinzip linearisierter Stabilität, Lyapunov-Stabilität.				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - können sie die Methode der Trennung der Variablen - sind sie mit den Sätzen von Picard-Lindelöf und Peano vertraut - sind sie mit der lokalen und globalen Existenztheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen vertraut - können sie lineare Systeme erster und höherer Ordnung analysieren - können Sie die Variation der konstanten Formel entwickeln - können sie das Prinzip linearisierter Stabilität formulieren und anwenden - sollten sie den Begriff der Lyapunov Stabilität erklären und auf konkrete Beispiele anwenden können
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Analysis und Lineare Algebra (für Physikstudierende)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (60 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (20 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Physik
9	**Literatur** H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter W.Walther: gew. DGL, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Funktionentheorie (FP)</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-00-0012/f</td><td>Leistungspunkte
4 CP</td><td>Arbeitsaufwand
120 h</td><td>Selbststudium
75 h</td><td colspan="2">Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber</td></tr>
</table>

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0225-vu	Complex Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Cauchy-Riemann Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Integralsatz und Integralformel von Cauchy, Analytizität, Satz von Liouville und Hauptsatz der Algebra, Laurentreihen und isolierte Singularitäten, Residuensatz

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls

- sind sie mit den Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen vertraut
- können sie Kurvenintegrale analysieren und berechnen
- sind sie mit dem Cauchyschen Integralsatz und der Cauchyschen Integralformel vertraut und können deren Implikationen aufzeigen
- sind sie mit der Bedeutung der Potenzreihen in der Funktionentheorie vertraut
- können sie den Satz von Liouville und den Hauptsatz der Algebra erklären
- können sie Laurentreihen analysieren
- können sie isolierte Singularitäten anhand konkreter Beispiele erklären
- sind mit dem Residuensatz und dessen Implikationen vertraut

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Analysis und Lineare Algebra (für Physikstudierende)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (60 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (20 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Physik
9	**Literatur** Freitag: Funktionentheorie I, Springer Remmert: Funktionentheorie I, Springer Conway: Functions of one complex variable, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Proseminar

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0025	4 CP	120 h	90 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0047-ps	Proseminar	0	Proseminar	2

2	**Lerninhalt** Ein einfaches Thema wird an einzelne Studierende oder an kleine Gruppen vergeben. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Einzelne Seminarthemen können auch Projektcharakter haben. Alle Teilnehmenden präsentieren in einem wenigstens einstündigen Vortrag das Thema dem gesamten Seminar. Der Vortrag wird im Seminar hinsichtlich der verwendeten Präsentationstechniken reflektiert. Alle Teilnehmenden arbeiten die Vorträge abschließend in LaTeX aus.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten können eine Literaturrecherche durchführen, sich ein mathematisches Thema im Selbststudium aneignen und dieses in einem Vortrag anschaulich präsentieren.

	Gegebenenfalls können sie den Sachverhalt auch schriftlich angemessen darstellen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.WiMa, B.Sc.MCS, B.Sc.ME: Pflicht
9	**Literatur** wird je nach Thema angegeben
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Proseminar (engl.)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0026	4 CP	120 h	90 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0147-ps	Proseminar (engl.)	0	Proseminar	2

2 Lerninhalt

Ein einfaches Thema wird an einzelne Studierende oder an kleine Gruppen vergeben. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Einzelne Seminarthemen können auch Projektcharakter haben. Alle Teilnehmenden präsentieren in einem wenigstens

	einstündigen Vortrag das Thema dem gesamten Seminar. Der Vortrag wird im Seminar hinsichtlich der verwendeten Präsentationstechniken reflektiert. Alle Teilnehmenden arbeiten die Vorträge abschließend in LaTeX aus.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** In der Vorbereitungsphase: Fähigkeit zu Literaturrecherche, Selbststudium, Auswahl der Präsentationstechniken, Arbeitsorganisation. Beim Vortrag: Fähigkeit zu anschaulicher Darstellung durch freie Rede, Erfahrung beim Einsatz von Präsentationstechniken, Fähigkeit, auf die Zuhörer einzugehen. Von Seiten der Hörer: Befähigung zu aktiver und fairer Diskussion über Inhalte und Darstellung. Gegebenenfalls Erlernen einer angemessenen schriftlichen Darstellung der Ergebnisse.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis 1,2 und Lineare Algebra 1,2
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.WiMa, B.Sc.MCS, B.Sc.ME: Pflicht
9	**Literatur** wird je nach Thema angegeben
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Introduction to Mathematical Logic**					
Modul Nr. 04-00-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2.

0028	9 CP				Semester

Sprache Englisch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0148-vu	Introduction to Mathematical Logic	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Syntax und Semantik der Logik erster Stufe; formale Beweise in einem Kalkül; Vollständigkeit; Kompaktheitssatz; logisch-mengentheoretische Grundlagen der Mathematik; elementare Rekursionstheorie; Unentscheidbarkeit und Unvollständigkeit.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte und Methoden der mathematischen Logik und können diese im Zusammenhang mit den klassischen Sätzen über die Logik erster Stufe und im Umgang mit einem formalen Beweisbegriff anwenden. In diesem Rahmen erfassen sie die Tragweite der Logik erster Stufe für die Grundlagen der Mathematik und können anhand einschlägiger Sätze die prinzipiellen Grenzen diskutieren.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

solide allgemeine mathematische Vorbildung

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.MCS: A* Für B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: math Wahlpflichtbereich Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich

9 Literatur

exemplarisch, neben vielen anderen Lehrbüchern:
Ebbinghaus, Flum, Thomas: Einführung in die mathematische Logik;
Shoenfield: Mathematical Logic;
Cori, Lascar: Mathematical Logic;

	Poizat: A Course in Model Theory, an Introduction to Contemporary Mathematical Logic
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Algebra**					
Modul Nr. 04-00-0029	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0080-vu	Algebra	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Ringe, Polynomringe, Körpererweiterungen, Galoistheorie, Moduln
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls verstehen die Studierenden die Grundkonzepte der Ring- und Galoistheorie, haben Einblick in die Theorie der Moduln, beherrschen die Theorie der Körpererweiterungen (Galoistheorie) und ihrer Anwendungen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: Wahlpflichtbereich. Für M.Sc.Math: Vertiefungsbereich. Für M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich.
9	**Literatur** Jantzen, Schwermer: Algebra, Bosch: Algebra, Lang: Algebra, Hungerford: Algebra
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Algebra (engl.)**					
Modul Nr. 04-00-0030	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0149-vu	Algebra (engl.)	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Ringe, Polynomringe, Körpererweiterungen, Galoistheorie, Moduln				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Verständnis der Grundkonzepte der Ring- und Galoistheorie. Einblick in die Theorie der Moduln Beherrschung der Theorie der Körpererweiterungen (Galoistheorie) und ihrer				

	Anwendungen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module: Lineare Algebra, Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: Wahlpflichtbereich. Für M.Sc.Math: Vertiefungsbereich. Für M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich.
9	**Literatur** Jantzen, Schwermer: Algebra, Bosch: Algebra, Lang: Algebra, Hungerford: Algebra
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Diskrete Mathematik					
Modul Nr. 04-00-0034	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0137-vu	Diskrete Mathematik	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Partiell geordnete Mengen: Verbände, Möbiusfunktion, abstrakte Simplizialkomplexe Permutationsgruppen: Operationen von Gruppen auf (endlichen) Mengen und Graphen, Cayleygraphen, projektive Ebenen Erzeugende Funktionen: Lösung von Rekursionen, hypergeometrische Reihen Weitere Themen (in Auswahl): Triangulierungen konvexer Polygone; reguläre Parkettierungen der Ebene; Graphenfärbung; Polyasche Methoden zur Abzählung; Darstellungen der symmetrischen Gruppe
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie o diskrete Strukturen mit weitreichenden Bezügen zu anderen Teilgebieten der Mathematik der Mathematik erkennen, o allgemeine Grundlagen für algorithmische Konzepte besser verstehen, o verschiedene Zählkonzepte anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Algorithmische diskrete Mathematik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** M. Aigner, Diskrete Mathematik, 5. Auflage, Vieweg, 2003. M. Aschbacher, Finite Group Theory, Cambridge, 1986. N. Biggs, Algebraic Graph Theory, Second Edition, Cambridge, 1993. R. L. Graham, D. E. Knuth and O. Patashnik, Concrete Mathematics, Second edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1994. W. Koepf, Hypergeometric Summation. An Algorithmic Approach to Summation and Special Function Identities, AMS, 1998. J. Matoušek, J. Nešetril, Diskrete Mathematik. Eine Entdeckungsreise, Springer, 2002. R.P. Stanley, Enumerative Combinatorics, Volume I, Cambridge 1997.

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Funktionalanalysis					
Modul Nr. 04-00-0036	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0069-vu	Funktionalanalysis	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

normierte Räume; Vervollständigung; Satz von Hahn-Banch; Sätze von Banach-Steinhaus, der offenen Abbildung, vom abgeschlossenen Graphen; Hilberträume; reflexive Räume; schwache Konvergenz; Sobolev-Räume; schwache Lösung des Dirichletproblems; Spektraleigenschaften linearer Operatoren; kompakte Operatoren auf Banachräumen; Spektralsatz für kompakte Operatoren.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

- Ideen der linearen Algebra, Analysis und Topologie zusammenfügen

- das Zusammenspiel von Raum und Dualraum bestimmen und in Anwendungen exemplarisch ermitteln

- funktionalanalytische Methoden im Kontext partieller Differentialgleichungen erklären

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis, Integrationstheorie, Funktionentheorie, Lineare Algebra
oder vergleichbare Vorkenntnisse aus einem Zyklus Mathematik für Ing.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: math. Wahlbereich Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich wird in einigen Vertiefungen partielle Differentialgleichungen und in Algebra/ Geometrie/Funktionalanalysis vorausgesetzt.
9	**Literatur** Alt: Lineare Funktionalanalysis; Conway: A Course in Functional Analysis; Heuser: Funktionalanalysis; Reed, Simon: Functional Analysis: Methods of Modern Mathematical Physics I; Rudin: Functional Analysis; Werner: Funktionalanalysis;
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Elementare PDGL: Klassische Methoden

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0039	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0153-vu	Elementare PDGL: Klassische Methoden	0	Vorlesung und Übung	4

2 Lerninhalt

Klassifikation partieller Differentialgleichungen, Charakteristikenmethode,
explizite Darstellungen von Lösungen der Wellengleichung und der Wärmeleitungsgleichung,
physikalische Interpretation; Fundamentallösung und
Greensche Funktionen für elliptische Differentialgleichungen, Maximumprinzip;

	explizite Lösung durch Fourierreihen in speziellen Gebieten.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - die Grundtypen linearer partieller Differentialgleichungen mit klassischen und expliziten Lösungsmethoden untersuchen - Mathematische Modelle zur Behandlung grundlegender naturwissenschaftlicher und technischer Problemstellungen aufstellen und analysieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module: Analysis und Lineare Algebra, gewöhnliche Differentialgleichungen, Integration
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.CE: Pflicht Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS: math. Wahlbereich (B) Für B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: math. Wahlbereich Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich auch in den Studiengängen der Fachbereiche Physik, Mechanik, Chemie, Maschinenbau, Bauingenieurwesen, Elektotechnik und Informationstechnik
9	**Literatur** John: Partial Differential Equations Jost: Partielle Differentialgleichungen Strauss: Partielle Differentialgleichungen Sauvigny: Partielle Differentialgleichungen der Geometrie und Physik. Band 1: Grundlagen und Integraldarstellungen
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Optimierung**					
Modul Nr. 04-00-0040	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0023-vu	Einführung in die Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

konvexe Mengen und Funktionen, Einführung in die Polyedertheorie, Optimalitäts-und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung, Simplex-Verfahren zur Lösung linearer Optimierungsprobleme, polynomiale Komplexität der Linearen Optimierung, Verfahren für quadratische Optimierungsprobleme.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls

- beherrschen sie die Optimalitäts- und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung und können sie anwenden

- sind sie mit den Grundlagen der Polyedertheorie und der Theorie konvexer Funktionen vertraut

- kennen sie die grundlegenden numerischen Lösungsverfahren für lineare und quadratische Optimierungsprobleme

- können sie lineare und quadratische Optimierungsprobleme bei praktischen Problemstellungen modellieren und lösen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Module: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.WiMa, B.Sc.Mamp;E: Pflicht Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS: Wahlpflichtbereich Mathematik (C*) Für M.Sc.Math: Ergänzungsbereich Für B.Sc.CE: als mathematisches Wahlmodul wird in der Mastervertiefung Optimierung vorausgesetzt
9	**Literatur** Chvatal: Linear Programming Geiger; Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Jarre, Stoer: Optimierung Nocedal; Wright: Numerical Optimization; Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming; Ziegler: Lectures on Polytopes
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Wahrscheinlichkeitstheorie					
Modul Nr. 04-00-0045	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0141-vu	Wahrscheinlichkeitstheorie	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Maßtheoretische Grundlagen, Integrationstheorie, Zufallsgrößen, Konvergenzbegriffe,				

	charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, 0-1- Gesetze, bedingte Erwartungen, zeitdiskrete Martingale, Grenzwertsätze (Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - die grundlegenden Konzepte und Konstruktionen der Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie beschreiben und an einfachen Modellen anwenden, - die zentralen Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und ihre Konsequenzen beschreiben und in einfachen Modellen anwenden, - zufällige Phänomene mathematisch modellieren und analysieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module: Analysis, Integration, Einführung in die Stochastik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.WiMa, B.Sc.M\amp;E: Pflicht Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS: Wahlpflichtbereich Mathematik (D*) Für M.Sc.Math: Ergänzungsbereich Für B.Sc.CE: im mathematischen Wahlpflichtbereich A Für M.Sc.CE: Bereich 1B wird in der Mastervertiefung Stochastik vorausgesetzt.
9	**Literatur** Bauer: Probability Theory Billingsley: Probability and Measure Elstrodt: Maß-und Integrationstheorie Gänssler, Stute: Wahrscheinlichkeitstheorie

	Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Aurzada (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Probability Theory**					
Modul Nr. 04-00-0046	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada		

1	**Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0071-vu	Probability Theory	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Maßtheoretische Grundlagen, Integrationstheorie, Zufallsgrößen, Konvergenzbegriffe, charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, 0-1-Gesetze, bedingte Erwartungen, zeitdiskrete Martingale, Grenzwertsätze (Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - die grundlegenden Konzepte und Konstruktionen der Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie beschreiben und an einfachen Modellen anwenden, - die zentralen Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und ihre Konsequenzen beschreiben und in einfachen Modellen anwenden, - zufällige Phänomene mathematisch modellieren und analysieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module: Analysis, Integration, Einführung in die Stochastik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: Pflicht Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS: Wahlpflichtbereich Mathematik (D*) Für M.Sc.Math: Ergänzungsbereich Für B.Sc.CE: im mathematischen Wahlpflichtbereich A Für M.Sc.CE: Bereich 1B wird in der Mastervertiefung Stochastik vorausgesetzt.
9	**Literatur** Bauer: Probability Theory Billingsley: Probability and Measure Elstrodt: Maß-und Integrationstheorie Gänssler, Stute: Wahrscheinlichkeitstheorie Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Aurzada (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Projekt in Mathematik (Bachelor)					
Modul Nr. 04-00-0053	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die				

	Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX angewendet werden.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können für eine konkrete Problemstellung Lösungsstrategien entwickeln und umsetzen. Sie können eine umfangreiche Aufgabe in Teilschritte gliedern, Zwischenzielen formulieren, sinnvolle Teilaufgaben definieren, und geeignet präsentieren. Je nach Thema können sie auch experimentell arbeiten und Software anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** nach Angabe
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.WiMa, B.Sc.MCS, B.Sc.ME: alternativ zum Seminar. Kann als Ausgangspunkt einer Bachelorarbeit dienen.
9	**Literatur** je nach Thema
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Projekt in Mathematik (Bachelor) (engl.)**					
Modul Nr. 04-00-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2.

0054	6 CP				Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

2 Lerninhalt

Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX angewendet werden.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Lösungsstrategien für konkrete Problemstellungen entwickeln, erlernen von Projektmanagement: Gliederung in Teilschritte, Formulierung von Zwischenzielen, Aufteilung von Aufgaben an die Team-Mitglieder, Auswahl geeigneter Präsentationstechniken, je nach Thema auch experimentelles Arbeiten und die Fähigkeit, geeignete Software anzuwenden.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

nach Angabe

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Für B.Sc.Math, B.Sc.WiMa, B.Sc.MCS, B.Sc.ME: alternativ zum Seminar. Kann als Ausgangspunkt einer Bachelorarbeit dienen.

9 Literatur

wird je nach Thema spezifiziert

10 Kommentar

Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname					
Applied Proof Theory					
Modul Nr. 04-00-0058	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0166-vu	Applied Proof Theory	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

This course gives an introduction to the area of applied proof theory. The course focuses on so-called proof interpretations which extract computational data from (even prima facie ineffective) proofs by recursion on the proof. Table of contents: no-counterexample interpretation, intuitionistic logic, negative translation, Gödel functional interpretation, monotone functional interpretation, elimination of König's lemma, applications to proofs in analysis.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Heranführung an eine aktuelle Forschungsrichtung der angewandten Logik mit besonderer Vertiefung beweistheoretischer, modelltheoretischer bzw. kategorieller Methoden.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Einführung in die mathematische Logik Nützlich: Introduction to Computability Theory.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für M.Sc.Math: zusammen mit passender Ergänzung als Vertiefung Logik Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Kohlenbach, Ulrich: Proof Interpretations and the Computational Content of Proofs. Lecture notes (320pp). Draft of book project.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Diskrete Optimierung**					
Modul Nr. 04-00-0073	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0027-vu	Diskrete Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Modellierung: Ganzzahlige Gleichungs-und Ungleichungssysteme; Theorie: Ganzzahlige Programme, Polyedrische Kombinatorik; Methoden: Exakte Verfahren, Approximationsalgorithmen, Heuristiken, Relaxierungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, beherrschen Sie die theoretischen Grundlagen der diskreten Optimierung. Die Studierenden können zusätzlich Modellierungsprobleme lösen sowie relevante Algorithmen analysieren und anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Optimierung, Algorithmische Diskrete Mathematik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Vertiefung Optimierung M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich M.Sc.CE: B2
9	**Literatur** Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Projekt in Mathematik (Master)**					
Modul Nr. 04-00-0080	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX angewendet werden.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können für eine konkrete Problemstellung Lösungsstrategien entwickeln und umsetzen.				

	Sie können eine umfangreiche Aufgabe in Teilschritte gliedern, Zwischenzielen formulieren, sinnvolle Teilaufgaben definieren, und geeignet präsentieren. Je nach Thema können sie auch experimentell arbeiten und Software anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** nach Angabe
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.WiMa, B.Sc.MCS, B.Sc.M\amp;E: alternativ zum Seminar. Kann als Ausgangspunkt einer Bachelorarbeit dienen.
9	**Literatur** je nach Thema
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Projekt in Mathematik (Master) (engl.)**					
Modul Nr. 04-00-0081	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

2	**Lerninhalt** Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX angewendet werden.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Lösungsstrategien für konkrete Problemstellungen entwickeln, erlernen von Projektmanagement: Gliederung in Teilschritte, Formulierung von Zwischenzielen, Aufteilung von Aufgaben an die Team-Mitglieder, Auswahl geeigneter Präsentationstechniken, je nach Thema auch experimentelles Arbeiten und die Fähigkeit, geeignete Software anzuwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung) alternativ zum Seminar. Ergänzungsbereich (benotete Prüfungsleistung, nur nach vorheriger Anmeldung und Genehmigung);
9	**Literatur** wird je nach Thema spezifiziert
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

<table>
<tr><th colspan="6">Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik</th></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-00-0087</td><td>Leistungspunkte
8 CP</td><td>Arbeitsaufwand
240 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
2 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0107-ps</td><td>Fachdidaktisches Proseminar</td><td>0</td><td>Proseminar</td><td>0</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0179-vu</td><td>Lehren und Lernen von Mathematik</td><td>0</td><td>Vorlesung</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Modelle zur Behandlung typischer Unterrichtssituationen, Umgang mit Heterogenität, Aufgabentheorie, Ziele und Inhalte des Mathematikunterrichts mit Begründungen, Wege zum langfristigen Kompetenzaufbau</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden können unterschiedliche theoretische Konzepte und Gestaltungsmodelle für typische mathematische Lehr- und Lernsituationen in heterogenen Lerngruppen beschreiben und umsetzen, Aufgaben auswählen und gestalten mit einem definierten Kompetenzprofil und sie können die Ziele und Inhalte mathematischer Lernumgebungen begründen</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften und Analysis und Lineare Algebra oder vergleichbare Vorkenntnisse
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
</table>

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B. Weigand, H.-G. (Hrsg.)(2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer Berlin Heidelberg. Bruder, R., Büchter, A. Leuders, T.(2008). Mathematikunterricht entwickeln. Bausteine für kompetenzorientiertes Unterrichten. Cornelsen Scriptor.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Geometrie für Lehramt					
Modul Nr. 04-00-0091	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0110-vu	Geometrie (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Euklidische Geometrie: Geraden, Dreiecke, Kreise, Kreisspiegelungen, Kegelschnitte, Keplersche Gesetze. Ausblick in sphärische, hyperbolische oder projektive Geometrie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die elementargeometrischen Grundbegriffe und Methoden und können diese auf typische Fragestellungen anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Verwendbarkeit des Moduls</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Literatur</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Kommentar</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Geometrie für Lehramt und DGS-Praktikum</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-00-0092</td><td>Leistungspunkte
7 CP</td><td>Arbeitsaufwand
210 h</td><td>Selbststudium
150 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0110-vu</td><td>Geometrie (für das Lehramt)</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>4</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0266-pr</td><td>DGS-Praktikum online</td><td>0</td><td>Praktikum</td><td>0</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Siehe Teilmodule „Geometrie für das Lehramt“ und „DGS-Praktikum online"</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Siehe Teilmodule „Geometrie für das Lehramt“ und „DGS-Praktikum online"</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Siehe Teilmodule „Geometrie für das Lehramt“ und „DGS-Praktikum online“</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:</td></tr>
</table>

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0266-pr] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0266-pr] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflichtmodul
9	**Literatur** Siehe Teilmodule „Geometrie für das Lehramt“ und „DGS-Praktikum online"
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Schulpraktische Studien II - Mathematik**					
Modul Nr. 04-00-0093	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0044-se	Praxisphase III: Fachdidaktische Schulpraktische Studien	0	Seminar	2

2 **Lerninhalt**

Beobachtung und Planung von Mathematikunterricht, didaktische und methodische Konzepte der Unterrichtsgestaltung.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden . . . . . . beobachten, planen Unterricht, führen diesen durch und reflektieren ihn anhand fachdidaktischer Kriterien. . . . verfassen Unterrichtsentwürfe mit didaktischer und methodischer Analyse. . . . setzen sich mit einem fachdidaktischen Schwerpunktthema tiefergreifend auseinander. . . . arbeiten mit einer Lernplattform und dokumentieren ihre Praktikumszeit in einem online-Portfolio . . . verfassen einen Praktikumsbericht.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Pflichtmodul „Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik“ absolviert
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Barzel, B., Holzäpfel, L., Leuders, T., Streit, C. (2011). Scriptor Praxis - Mathematik: Mathematik unterrichten: Planen, durchführen, reflektie- ren: Buch mit Kopiervorlagen. Cornelsen Verlag Scriptor. Kretschmer, H. Stary, J. (1998). studium kompakt - Pädagogik: Schulpraktikum: Eine Orientierungshilfe zum Lernen und Lehren. Studienbuch. Cornelsen Lehrbuch Meyer, H. (2004). Praxisbuch: Was ist guter Unterricht? Mit didaktischer Landkarte. Cornelsen Verlag Scriptor.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematik I (Bau)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0104/f	8 CP	240 h	150 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0120-vu	Mathematik I (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Reelle Zahlen, Ebenen, Vektoren, Skalarprodukt, Vektorprodukt, komplexe Zahlen, lineare Gleichungssysteme, lineare Abbildungen, Matrizen, Determinanten, Eigenwerte, orthogonale Matrizen, Folgen und Reihen, Differentiation und Integration von Funktionen in einer Veränderlichen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der linearen Algebra und der Analysis einer Veränderlicher wiedergeben, ihre inhaltlich-logischen Beziehungen und ihre geometrische Bedeutung erklären und ihre Rolle in den Naturwissenschaften beschreiben. Sie können die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen. Sie können sich im späteren Studium und Beruf die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst erarbeiten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

v. Finkenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band I, Analysis und Lineare Algebra, 4. Aufl., Teubner, 2006.

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik I (Bau) (SL)**					
Modul Nr. 04-00-0104/s	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0120-vu	Mathematik I (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Reelle Zahlen, Ebenen, Vektoren, Skalarprodukt, Vektorprodukt, Komplexe Zahlen, Folgen und Reihen, Grundlagen der Differential- und Integralrechnung, Taylorreihen, numerische Integration.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Analysis einer Veränderlicher wiedergeben, ihre inhaltlich-logischen Beziehungen erklären und ihre Rolle in den Naturwissenschaften beschreiben. Sie können die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen. Sie können sich im späteren Studium und Beruf die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst erarbeiten.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht für B.Sc.BIGeo: zusammen mit Mathematik II in zwei getrennten Prüfungen
9	**Literatur** v. Finkenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band I, Analysis und Lineare Algebra, 4. Aufl., Teubner, 2006.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik II (Bau)**					
Modul Nr. 04-00-0105/f	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0074-vu	Mathematik II (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Taylor-Reihen, Fourier-Reihen, Differentiation und Integration von Funktionen mehrerer Veränderlicher, Kurvenintegrale, Integrale über Gebieten, Oberflächenintegrale, Integralsätze.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Theorie der Taylor- und Fourier-Reihen und der Analysis mehrerer Veränderlicher wiedergeben, ihre inhaltlich-logischen Beziehungen und ihre geometrische Bedeutung erklären. Sie können Begriffe der Analysis mehrerer Veränderlicher wiedererkennen und ihre Rolle in den Naturwissenschaften beschreiben. Sie können die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen. Sie können sich im späteren Studium und Beruf die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst erarbeiten.				

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Mathematik I (04-00-0104/f)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** v. Finkenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band I, Analysis und Lineare Algebra, 4. Aufl., Teubner, 2006.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematik II (Bau) (SL)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0105/s	8 CP	240 h	150 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0074-vu	Mathematik II (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Lineare Algebra: Lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinanten, Eigenwerte, Orthogonale Matrizen, Quadratische Formen; Differentiation von Funktionen mehrerer Veränderlicher; Integration von Funktionen mehrerer Veränderlicher: Integration über 2 und 3-dimensionale Bereiche, Kurvenintegrale, Integralsätze

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Vektorrechnung und Linearen Algebra wiedergeben, ihre inhaltlich-logischen Beziehungen und ihre geometrische Bedeutung erklären. Sie können Begriffe der Linearen Algebra in der Analysis mehrerer Veränderlicher wiedererkennen und ihre Rolle in den Naturwissenschaften beschreiben. Sie können die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen. Sie können sich im späteren Studium und Beruf die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst erarbeiten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik I
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht für B.Sc.BauGeo: zusammen mit Mathematik I in zwei getrennten Prüfungen
9	**Literatur** v. Finkenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band I, Analysis und Lineare Algebra, 4. Aufl., Teubner, 2006.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik III (Bau)**					
Modul Nr. 04-00-0106/f	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache		Modulverantwortliche Person
Deutsch		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0121-vu	Mathematik III (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

1) Differentialgleichungen:

a) Gewöhnliche Differentialgleichungen 1. Ordnung - darunter Existenz- und Eindeutigkeitsfragen, numerische Lösungsverfahren;
b) Gewöhnliche Differentialgleichungen 2. Ordnung -
darunter lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten und mit konstanten Koeffizienten, Systeme linearer Differentialgleichungen;
c) Partielle Differentialgleichungen -
darunter Klassifizierung partieller DGL, Produktansatz, Fourierreihen

2) Variationsrechnung;

3) Wahrscheinlichkeitstheorie -
darunter bedingte Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen und Verteilungsfunktionen, Erwartungswert und Varianz,
Zentraler Grenzwertsatz;

4) Statistik:

a) Beschreibende Statistik;
b) Schätzverfahren und Konfidenzintervalle -
darunter Erwartungstreue und Konsistenz, Maximum-
Likelihood-Schätzer;
c) Testverfahren - darunter Tests bei Normalverteilungsannahmen, chi^2-Anpassungstest, einfache Varianzanalyse;

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Im Rahmen des für ihren Studiengang Erforderlichen sollen die Studierenden über Vertrautheit mit den einfachsten Typen von Differentialgleichungen und den Anfangsgründen der Stochastik verfügen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die wichtigsten rechnerischen Methoden in ihrer Bedeutsamkeit beurteilen und auf ingenieurtechnische Fragen, insbesondere im späteren Studium und Beruf anwenden zu können. Sie besitzen Grundvoraussetzungen, sich die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst anzueignen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Mathematik I und II (04-00-0104/f/ 04-00-0105/f)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** wird zu Beginn der VL bekannt gegeben.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik III (Bau) (FP + SL)**					
Modul Nr. 04-00-0106/fs	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0121-vu	Mathematik III (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

1) Differentialgleichungen:

a) Gewöhnliche Differentialgleichungen 1. Ordnung - darunter Existenz- und Eindeutigkeitsfragen, numerische Lösungsverfahren;
b) Gewöhnliche Differentialgleichungen 2. Ordnung -
darunter lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten und mit konstanten Koeffizienten, Systeme linearer Differentialgleichungen;
c) Partielle Differentialgleichungen -
darunter Klassifizierung partieller DGL, Produktansatz, Fourierreihen

2) Variationsrechnung;

	3) Wahrscheinlichkeitstheorie - darunter bedingte Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen und Verteilungsfunktionen, Erwartungswert und Varianz, Zentraler Grenzwertsatz; 4) Statistik: a) Beschreibende Statistik; b) Schätzverfahren und Konfidenzintervalle - darunter Erwartungstreue und Konsistenz, Maximum- Likelihood-Schätzer; c) Testverfahren - darunter Tests bei Normalverteilungsannahmen, chi^2- Anpassungstest, einfache Varianzanalyse;
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Im Rahmen des für ihren Studiengang Erforderlichen sollen die Studierenden über Vertrautheit mit den einfachsten Typen von Differentialgleichungen und den Anfangsgründen der Stochastik verfügen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die wichtigsten rechnerischen Methoden in ihrer Bedeutsamkeit beurteilen und auf ingenieurtechnische Fragen, insbesondere im späteren Studium und Beruf anwenden zu können. Sie besitzen Grundvoraussetzungen, sich die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst anzueignen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** gute Kenntnisse in Mathe I und II
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Standard) • Modulprüfung (Standardkategorie (nicht mehr verwenden), Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Standardkategorie (nicht mehr verwenden), Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.BI/UI, B.Sc.MaWi: Pflichtveranstaltung, WIBI benötigen nur den Statistik-Teil
9	**Literatur**

	wird zu Beginn der VL bekannt gegeben.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik III (Bau) (SL)**					
Modul Nr. 04-00-0106/s	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0121-vu	Mathematik III (Bau)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

1) Differentialgleichungen:

a) Gewöhnliche Differentialgleichungen 1. Ordnung - darunter Existenz- und Eindeutigkeitsfragen, numerische Lösungsverfahren;
b) Gewöhnliche Differentialgleichungen 2. Ordnung -
darunter lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten und mit konstanten Koeffizienten, Systeme linearer Differentialgleichungen;
c) Partielle Differentialgleichungen -
darunter Klassifizierung partieller DGL, Produktansatz, Fourierreihen

2) Variationsrechnung;

3) Wahrscheinlichkeitstheorie -
darunter bedingte Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen und Verteilungsfunktionen, Erwartungswert und Varianz,
Zentraler Grenzwertsatz;

4) Statistik:

a) Beschreibende Statistik;
b) Schätzverfahren und Konfidenzintervalle -
darunter Erwartungstreue und Konsistenz, Maximum-Likelihood-Schätzer;
c) Testverfahren - darunter Tests bei Normalverteilungsannahmen, chi^2-Anpassungstest, einfache Varianzanalyse;

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Im Rahmen des für ihren Studiengang Erforderlichen sollen die Studierenden über Vertrautheit mit den einfachsten Typen von Differentialgleichungen und den Anfangsgründen der Stochastik verfügen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die wichtigsten rechnerischen Methoden in ihrer Bedeutsamkeit beurteilen und auf ingenieurtechnische Fragen, insbesondere im späteren Studium und Beruf anwenden zu können. Sie besitzen Grundvoraussetzungen, sich die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst anzueignen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** gute Kenntnisse in Mathe I und II
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.BI/UI, B.Sc.MaWi: Pflichtveranstaltung, WIBI benötigen nur den Statistik-Teil
9	**Literatur** wird zu Beginn der VL bekannt gegeben.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik I (für ET)**					
Modul Nr. 04-00-0108	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Apl. Prof. Dr. rer. nat. Steffen Roch		
1	**Kurse des Moduls**				

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0126-vu	Mathematik I (für ET)	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Grundlagen, reelle und komplexe Zahlen, reelle Funktionen, Stetigkeit, Differentialrechnung und Integralrechnung in einer Variablen, Vektorräume, liniare Abbildungen, lineare Gleichungssysteme
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind vertraut mit - den elementaren Methoden der mathematischen Begriffsbildung - den elementaren Methoden des logischen Schließens Die Studierenden beherrschen die Grundzüge von - linearer Algebra - analytischer Geometrie - der Analysis von Funktionen in einer reellen Veränderlichen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.ETiT, B.Ed.ETiT, B.Sc.WIETiT, B. Sc. Mec, B. Sc. CE, B. Sc. IST, B. Sc. MedTech: Pflicht

9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure I, Teubner, Burg, Haf, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure I, II, Teubner, Meyberg, Vachenauer, Höhere Mathematik 1, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik II (für ET)**					
Modul Nr. 04-00-0109	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Apl. Prof. Dr. rer. nat. Steffen Roch		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0079-vu	Mathematik II (für ET)	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Determinanten, Eigenwerte, quadratische Formen, Funktionenfolgen und -reihen, Taylor- und Fourierreihen, Differentialrechnung im R^n, Extrema, inverse und implizite Funktionen, Wegintegrale, Integration im R^n				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** • Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis mathematischer Prinzipien • Die Studierenden beherrschen die Grundzüge der Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlichen • Die Studierenden können die Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlichen unter Anleitung auf Probleme der Ingenieurwissenschaften anwenden.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Mathematik I (für ET)				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.ETiT, B.Ed.ETiT, B.Sc.WIETiT, B. Sc. Mec, B. Sc. CE, B. Sc. IST, B. Sc. MedTech: Pflicht
9	**Literatur** Von Finckenstein/Lehn/Schellhaas/Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure. Band I, Teubner Verlag, Burg, Haf, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure I, II, Teubner Verlag, Meyberg, Vachenauer: Höhere Mathematik 1, Springer Verlang
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik III (für ET)**					
Modul Nr. 04-00-0111	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Apl. Prof. Dr. rer. nat. Steffen Roch		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0127-vu	Mathematik III (für ET)	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Integralrechnung: Oberflächenintegrale, Integralsätze; Gewöhnliche Differentialgleichungen: Lineare und nichtlineare Differentialgleichungen, Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen, Laplacetransformation; Funktionentheorie: Komplexe Funktionen, komplexe Differenzierbarkeit, Integralformel von Cauchy, Potenzreihen und Laurentreihen, Residuen, Residuensatz
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erwerben die mathematischen Fähigkeiten - zur Modellierung von ingenieurwissenschaftlichen Sachverhalten - zur Analyse von ingenieurwissenschaftlichen Sachverhalten Die Studierenden kennen - grundlegende Lösungseigenschaften - explizite Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen Die Studierenden beherrschen die Grundzüge der komplexen Funktionentheorie.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Mathematik I und Mathematik II (für ET)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.ETiT, B.Ed.ETiT, B.Sc.WIETiT, B. C. MedTech, B.Sc.MEC, B.Sc.CE, B.Sc.IST: Pflicht
9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure II, Teubner,

	Burg, Haf, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure III, IV, Teubner Freitag, Busam: Funktionentheorie 1, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematik IV (für ET) /Mathematik III (für Inf) /Praktische Mathematik (für M.Ed.Math)					
Modul Nr. 04-00-0112	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0081-vu	Mathematik IV (für ET) /Mathematik III (für Inf) /PraktischeMathematik (für M.Ed.Math)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Numerik: Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Interpolation, Numerische Quadraturverfahren, Nichtlineare Gleichungssysteme, Anfangswertproblem für gewöhnliche Differentialgleichungen, Eigenwert-/Eigenvektorberechnung,
Statistik: Grundbegriffe der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, Regression, multivariate Verteilungen, Schätzverfahren und Konfidenzintervalle,
Tests bei Normalverteilungsannahme, robuste Statistik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Fähigkeit für grundlegende Aufgabenstellungen geeignete numerische Verfahren auszuwählen und anzuwenden. Fähigkeit statistische Auswertungen vorzunehmen, grundlegende Schätzverfahren und Testverfahren durchzuführen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Mathematik 1 und Mathematik 2

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.ETiT, B.Sc.MEC, B.Sc.CE, B.Sc.Inf, M.Ed.Math, B.Sc.IST (PO 2007): Pflicht Für B.Sc.EPE, B.Sc.IST (bis PO 2006), B.Sc.iKT: Pflicht zusammen mit Mathematik 3 als Mathematik B
9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure II, Teubner Verlag Stuttgart;
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematik für den Maschinenbau I

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0114	8 CP	240 h	150 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0124-vu	Mathematik für den Maschinenbau I	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Vektoren, komplexe Zahlen, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, lineare Abbildungen, Eigenwerte und -vektoren, Folgen, Reihen, Funktionengrenzwerte, Stetigkeit, Differenziation, Integration
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden.

	• elementare Methoden der mathematischen Begriffsbildung und des logischen Schließens anwenden, • die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der linearen Algebra und der analytischen Geometrie wiedergeben und anwenden, • die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Analysis einer Veränderlicher wiedergeben und anwenden, • ihre inhaltlich-logischen Beziehungen erklären, • die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen, • sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst erarbeiten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** • v. Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band I, Analysis und Lineare Algebra, 4. Aufl., Teubner, 2006. • Höllig, Hörner: Aufgaben und Lösungen zur Höheren Mathematik 1, 2. Aufl., Springer, 2019. • Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1 und 2, 14. Aufl., Springer Vieweg, 2014.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematik für den Maschinenbau II					
Modul Nr. 04-00-0115	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0076-vu	Mathematik für den Maschinenbau II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Taylor-Reihen, Fourier-Reihen, Differenziation in mehreren Veränderlichen, Extremwerte mit und ohne Nebenbedinungen, Integration in mehreren Veränderlichen, Arbeitsintegral, Fluss, Vektoranalysis, Integralsätze

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Theorie der Taylor- und Fourier-Reihen wiedergeben und anwenden,
- die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Analysis mehrerer Veränderlicher wiedergeben und anwenden,
- ihre inhaltlich-logischen Beziehungen erklären,
- die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen,
- sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst erarbeiten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Mathematik 1

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** • v. Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band I, Analysis und Lineare Algebra, 4. Aufl., Teubner, 2006. • Höllig, Hörner: Aufgaben und Lösungen zur Höheren Mathematik 2, 2. Aufl., Springer, 2019. • Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1 und 2, 14. Aufl., Springer Vieweg, 2014.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematik für den Maschinenbau III

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-00-0116	4 CP	120 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0125-vu	Mathematik für den Maschinenbau III	0	Vorlesung und Übung	4

2 **Lerninhalt**

Gewöhnliche Differenzialgleichungen: Grundlagen und elementare Lösungstechniken, exakte Differenzialgleichungen und spezielle Typen zweiter Ordnung, Lösungstheorie für Anfangswertprobleme, lineare Systeme erster Ordnung, lineare Differenzialgleichungen

	n-ter Ordnung, Stabilität von Differenzialgleichungen, Laplace-Transformation, lineare und nichtlineare Zweipunkt-Randwertprobleme, Sturm-Liouville-Probleme; Partielle Differenzialgleichungen: Grundbegriffe für partielle Differenzialgleichungen, partielle Differenzialgleichungen erster Ordnung, parabolische, elliptische und hyperbolische Differenzialgleichungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: • die grundlegenden Lösungseigenschaften gewöhnlicher und der einfachsten partiellen Differenzialgleichungen wiedergeben, • ihre inhaltlich-logischen Beziehungen erklären, • die wichtigsten Lösungsmethoden für analytisch lösbare Fälle auswählen und anwenden, • die Lösungsmethoden in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit beurteilen, • sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst erarbeiten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** • v. Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure Band II, 3. Aufl., Teubner, 2006. • Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2, 14. Aufl., Springer Vieweg, 2015.

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Numerische Mathematik**					
Modul Nr. 04-00-0117	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0077-vu	Numerische Mathematik	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Lineare und nichtlinere Gleichungssysteme, Ausgleichsrechnung, Eigenwerte, Interpolation, Differentiation und Integration, Anfangswertprobleme für gewöhnliche Differentialgleichungen. Differenzenformeln und Anwendung bei Randwertproblemen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Fähigkeit für grundlegende Aufgabenstellungen geeignete numerische Verfahren auszuwählen und anzuwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik I-II
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**

	B.Sc.MPE, B.Sc.AngMech: Pflicht
9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure II, Teubner Verlag Stuttgart
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematik I (für Informatik und Wirtschaftsinformatik)					
Modul Nr. 04-00-0118	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0128-vu	Mathematik I (für Informatik und Wirtschaftsinformatik)	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** **Grundlagen:** Relationen, Abbildungen, Gruppen, Ringe, Körper, komplexe Zahlen, Metriken; **Lineare Algebra:** Vektorräume, Basen, Skalarprodukte, lineare Abbildungen, lineare Gleichungssysteme, Ba-siswechsel, Deter¬minanten, Eigenwerttheorie; **Analysis in R:** Folgen, Konvergenz, Asymptotik, Reihen, Kompaktheit, Stetigkeit.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden: - mit abstrakten Begriffen präzise umgehen, Beweise nachvollziehen, Beweisideen erläutern und auch selbstständig Beweise führen, - die axiomatisch-deduktive Vorgehensweise der Mathematik verstehen und anwenden, - die vermittelten Kenntnisse und Begriffe aus zentralen Gebieten der Mathematikgrundausbildung beherrschen, so dass sie diese für die verschiedenen Anwendungen in der Informatik nutzen können. Die Studierenden sollen

	- mit mathematischer Methodik und Fachkultur vertraut sein. - in der Lage sein, aufbauend auf das vermittelte Grundwissen Mathematik, weitere mathematische Inhalte selbstständig zu erarbeiten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Skript der Veranstaltung
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik II (für Informatik und Wirtschaftsinformatik)**					
Modul Nr. 04-00-0119	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0087-vu	Mathematik II (für Informatik und Wirtschaftsinformatik)	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** • Analysis in R: Potenzreihen, Elementarfunktionen, Differenzial- und Integralrechnung,Satz von Taylor, Extremwerte, Fourierreihen • Analysis mehrer Veränderlicher: Stetigkeit, partielle und totale Differenzierbarkeit, Extremwerte, Kurven • Gewöhnliche Differentialgleichungen: Systeme linearer DGLen, Satz von Picard-Lindelöf • Allgemeine Algebra: Algebren und Unteralgebren, Homomorphismen, Quotienten				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden: - mit abstrakten Begriffen präzise umgehen, Beweise nachvollziehen, Beweisideen erläutern und auch selbstständig Beweise führen, - die axiomatisch-deduktive Vorgehensweise der Mathematik verstehen und anwenden, - die vermittelten Kenntnisse und Begriffe aus zentralen Gebieten der Mathematikgrundausbildung beherrschen, so dass sie diese für die verschiedenen Anwendungen in der Informatik nutzen können. Die Studierenden sollen - mit mathematischer Methodik und Fachkultur vertraut sein. - in der Lage sein, aufbauend auf das vermittelte Grundwissen Mathematik, weitere mathematische Inhalte selbstständig zu erarbeiten.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik I				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				

	Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Skript der Veranstaltung
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Formale Grundlagen der Informatik I: Automata and Formal Languages

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0120	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0091-vu	Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Einführung: Transitionssysteme, Wörter, Sprachen; Mathematische Grundbegriffe und elementare Beweismethoden Endliche Automaten und reguläre Sprachen; Determinismus und Nichtdeterminismus, Abschlusseigenschaften und Automatenkonstruktionen; Sätze von Kleene, Myhill-Nerode, Pumping Lemma; Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie; kontextfreie Sprachen, Abschlusseigenschaften, Pumping Lemma, CYK Algorithmus; Berechnungsmodelle: Kellerautomaten, Turingmaschinen Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit in der Chomsky-Hierarchie

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden lernen elementare Techniken und Methoden der diskreten Mathematik im Umfeld von formalen Sprachen und Automaten kennen und anzuwenden; sie lernen, endliche Automaten als Beispiel eines fundamentalen Berechnungsmodells operational und semantisch zu interpretieren und zu analysieren. Sie verfügen über die notwendigen Grundkenntnisse, Grammatiken und formalen Sprachen im Rahmen der Chomsky-Hierarchie und zugehöriger Berechnungsmodelle einzuordnen und zu analysieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflichtveranstaltung in Informatik-Studiengängen
9	**Literatur** Schöning: Theoretische Informatik --kurz gefasst Hopcroft, Motwani, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie Wegener: Theoretische Informatik --eine algorithmenorientierte Einführung Skript (elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de#47;~otto)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Formale Grundlagen der Informatik II: Logic for Computer Science**					
Modul Nr. 04-00-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2.

0121	5 CP				Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0090-vu	Aussagenlogik und Prädikatenlogik	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Syntax und Semantik der Aussagenlogik, funktionale Vollständigkeit und Normalformen, Kompaktheitssatz der Aussagenlogik, vollständige Beweiskalküle: Resolution und ein Sequenzenkalkül;
Syntax und Semantik der Logik erster Stufe, Strukturen und Belegungen, Normalformen und Skolemisierung, der Satz von Herbrand und der Kompaktheitsstaz der Logik erster Stufe, vollständige Beweiskalküle: (Grundinstanzen-)Resolution und ein Sequenzenkalkül,
Gödelscher Vollständigkeitssatz, Unentscheidbarkeit der Logik erster Stufe;
optional: Exkurse zu Ausdrucksstärke und model checking

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden werden mit Inhalten und Methoden der mathematischen Logik und ihrer Rolle in der Informatik vertraut gemacht. Sie lernen die grundlegenden Begriffe und Resultate der Logik, insbesondere der Logik erster Stufe, kennen und anzuwenden. Sie beherrschen die grundsätzlichen mathematischen Methoden in der Behandlung von Syntax, Semantik und formalen Beweisen, sowie die Diskussion einfacher modelltheoretischer und algorithmischer Aspekte der behandelten logischen Systeme

4 Voraussetzung für die Teilnahme

mathematische Allgemeinbildung und Formale Grundlagen I

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtveranstaltung in Informatikstudiengängen

9 Literatur

	Burris: Logic for Mathematics and Computer Science Schöning: Logik für Informatiker Boolos, Burgess, Jeffrey: Computability and Logic Skript (2 Teile, elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de#47;˜otto)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Projektseminar/Praktikum**					
Modul Nr. 04-00-0123	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 154.28572082 52 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0094-pj	Projekt für Computational Engineering	0	Projekt	0
04-10-0358-se	Mathematisches Seminar (num), Bachelor	0	Seminar	2
04-10-0359-se	Seminar in Mathematics (num), Bachelor	0	Seminar	2
04-10-0360-se	Mathematisches Seminar (opt), Bachelor	0	Seminar	2
04-10-0361-se	Seminar in Mathematics (opt), Bachelor	0	Seminar	2
04-10-0362-se	Mathematisches Seminar (sto), Bachelor	0	Seminar	2
04-10-0363-se	Seminar in Mathematics (sto), Bachelor	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** interdisziplinäres Projekt aus wechselnden Anwendungsbereichen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Lösungsstrategien für konkrete Problemstellungen entwickeln, erlernen von Projektmanagement: Gliederung in Teilschritte, Formulierung von Zwischenzielen, Aufteilung von Aufgaben an die Team-Mitglieder, Auswahl geeigneter Präsentationstechniken, je nach Thema auch experimentelles Arbeiten und die Fähigkeit,

	geeignete Software anzuwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Alle Pflichtmodule und Wahlveranstaltungen aus der Mathematik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wahlpflichtmodul. Kann als Ausgangspunkt einer Bachelorarbeit dienen.
9	**Literatur** wird je nach Thema spezifiziert
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Höhere Mathematik I (FP)**					
Modul Nr. 04-00-0125/f	**Leistungspunkte** 7 CP	**Arbeitsaufwand** 210 h	**Selbststudium** 135 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0118-vu	Höhere Mathematik I	0	Vorlesung und Übung	5
2	**Lerninhalt** Grundlagen: Zahlen und Vektoren, Gleichungen und Ungleichungen, elementare Geometrie, Konvergenz von Zahlenfolgen, elementare Funktionen Differentialrechnung				

	(eindim.): Stetigkeit und Differenzierbarkeit, Mittelwertund Zwischenwertsatz, Extremwertprobleme, Umkehrfunktionen Integralrechnung (eindim.): Hauptsatz, Integrationsregeln, uneigentliche Integrale, Näherungsverfahren Lineare Algebra: Matrizenrechnung, lineare Gleichungssysteme Elementare Stochastik: Kombinatorik, Binomial-, Poisson-und Normalverteilung
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden - die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Vektorrechnung und der Linearen Algebra wiedergeben und anwenden, - die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Analysis von Funktionen einer Veränderlichen wiedergeben und die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden, - erste elementare Ergebnisse der Stochastik wiedergeben und anwenden, Die Studierenden sollen - Kenntnisse über die wechselseitigen Beziehungen der Vektorrechnung und Linearen Algebra und ihre geometrische Bedeutung erwerben, - die Rolle der Analysis in den Natur- und Ingenieurwissenschaften erkennen, - die Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit der erlernten Rechenmethoden beurteilen können, - die Grundvoraussetzungen erwerben, um sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst erarbeiten zu können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** JBA, B.Sc. Sportwissenschaft und Informatik, B.Ed.Metall: Pflicht
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Höhere Mathematik I (SL)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0125/s	7 CP	210 h	135 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0118-vu	Höhere Mathematik I	0	Vorlesung und Übung	5

2 Lerninhalt

Grundlagen: Zahlen und Vektoren, Gleichungen und Ungleichungen, elementare Geometrie, Konvergenz von Zahlenfolgen, elementare Funktionen Differentialrechnung (eindim.): Stetigkeit und Differenzierbarkeit, Mittelwertund Zwischenwertsatz, Extremwertprobleme, Umkehrfunktionen Integralrechnung (eindim.): Hauptsatz, Integrationsregeln, uneigentliche Integrale, Näherungsverfahren Lineare Algebra: Matrizenrechnung, lineare Gleichungssysteme Elementare Stochastik: Kombinatorik, Binomial-, Poisson-und Normalverteilung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Vektorrechnung und der Linearen Algebra wiedergeben und anwenden,

- die grundlegenden Begriffsbildungen und Resultate der Analysis von Funktionen einer Veränderlichen wiedergeben und die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden,

	- erste elementare Ergebnisse der Stochastik wiedergeben und anwenden, Die Studierenden sollen - Kenntnisse über die wechselseitigen Beziehungen der Vektorrechnung und Linearen Algebra und ihre geometrische Bedeutung erwerben, - die Rolle der Analysis in den Natur- und Ingenieurwissenschaften erkennen, - die Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit der erlernten Rechenmethoden beurteilen können, - die Grundvoraussetzungen erwerben, um sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst erarbeiten zu können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** JBA, B.Sc. Sportwissenschaft und Informatik, B.Ed.Metall: Pflicht
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Höhere Mathematik II

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0126	4 CP	120 h	75 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0070-vu	Höhere Mathematik II	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Lineare Algebra: lineare Abbildungen, Determinanten, komplexe Zahlen, Eigenwerttheorie;
Potenz-und Fourierreihen; Differentialrechnung (mehrdim.):
Kurven, Skalar-und Vektorfelder, partielle und totale Differenzierbarkeit, Implizite Funktionen, Extremwertprobleme ohne/mit Nebenbedingungen; Gewöhnliche Differentialgleichungen: separierbare Gleichungen, Systeme linearer DGLn, Systeme von linearen DGLn mit konstanten. Koeffizienten; Integralrechnung (mehrdim.): Kurvenintegrale, Potentiale, Volumenintegrale, Koordinatentransformationen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden

- ein vertieftes Verständnis der grundlegenden Begriffe der Linearen Algebra vorweisen,

- Die Grundzüge der Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlichen wiedergeben und die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anwenden,

- die einfachsten Typen von gewöhnlichen Differentialgleichungen erkennen und lösen.

Die Studierenden sollen

- die Rolle der Analysis in den Natur- und Ingenieurwissenschaften erkennen,

- die Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit der erlernten Rechenmethoden beurteilen können,

- die Grundvoraussetzungen erwerben, um sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst erarbeiten zu können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Ed.Metall und B.Sc. Sportwissenschaften und Informatik: Pflicht
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Lineare Algebra für Physikstudierende

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0127	8 CP	240 h	150 h	2 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0067-vu	Lineare Algebra II (für Physik und Lehramt Mathematik)	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0117-vu	Lineare Algebra I (für Physik und Lehramt Mathematik)	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Vektorräume und lineare Abbildungen Matrizen

Basistransformationen, lineare Gleichungssysteme, Determinanten

Eigenwerte, orthogonale und unitäre Transformationen

	symmetrische, hermitesche und normale Matrizen, quadratische Formen Diagonalisierung und Normalformen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen Konzepte, Begriffe und Methoden der Linearen Algebra, insbesondere analytische Geometrie, Vektorräume und lineare Abbildungen, Matrizen, Eigenwerte und Orthogonalisierung. Sie sind befähigt, mathematische Lösungsstrategien im Hinblick auf die genannten Themenfelder mit den erlernten Methoden anzuwenden, mathematische Beweise nachzuvollziehen und in einfachen Fällen zu führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (120 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Physik
9	**Literatur** K. Jänich: Lineare Algebra G.Fischer: Lineare Algebra P. Halmos: Finite-dimensional vector spaces
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Mathematik und Statistik für Biologen</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-00-0128</td><td>Leistungspunkte
6 CP</td><td>Arbeitsaufwand
180 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz</td></tr>
</table>

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0119-vu	Mathematik und Statistik für Biologen	0	Vorlesung und Übung	5

2 Lerninhalt

Mengen und Mengenoperatoren, Folgen und Reihen, Grundbegriffe der Differential-und Integralrechnung; statistische Maßzahlen, Regressionsrechnung, Dichteschätzung; W-Maße, Zufallsvariablen und Verteilungen, Erwartungswert und Varianz, Unabhängigkeit von Zufallsvariablen, Gesetz der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz; Punktschätzverfahren und Bereichsschätzungen,
statistische Tests, einfaktorielle Varianzanalyse

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden werden mit einigen grundlegenden Konzepten aus der Mathematik vertraut gemacht und erwerben darauf aufbauend grundlegende Kenntnisse über ausgewählte Bereiche der Statistik, insbesondere im Zusammenhang mit Punktschätzverfahren, Bereichsschätzverfahren und statistischen Tests. Ziel dabei ist einerseits, den Studierenden ein für die richtige Anwendung und Interpretation (der Resultate) von statistischen Verfahren entscheidendes Verständnis für die mathematische Modellierung des Zufalls und darauf aufbauender statistischer Schlussweisen zu vermitteln, und anderseits eine Reihe von statistischen Verfahren mit Anwendbarkeit bei biologischen Fragestellungen (wie z. B. die einfaktorielle Varianzanalyse) vorzustellen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Mathematik I

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Freedman, Pisani, Purves: Statistics. Notron, 1998 Fahrmeir, Künstler, Pigeot, Tutz: Statistik. Der Weg zur Datenanalyse. Springer, 2001 Quinn, Keough: Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge, 2007
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Betz (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Statistik I für Wirtschaftsingenieurwesen**					
Modul Nr. 04-00-0129	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 75 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0129-vu	Statistik I (für Wirtschaftsingenieurwesen)	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Deskriptive Statistik (Erfassung und Darstellung von Daten, Histogramm); Wahrscheinlichkeitstheorie (Zufallsvariablen, Kombinatorik, Verteilungen und ihre Momente); Schätzen (Stichproben, Zentraler Grenzwertsatz, Punkt-und Intervallschätzung); Testen (Hypothesen, Signifikanz, Fehler erster

	und zweiter Art, Chi-Quadrat-Tests, Verteilungstests)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Vermittlung eines breiten Grundlagenwissens in der mathematischen Statistik mit dem Ziel, Entscheidungen unter Unsicherheit im technischen, unternehmerischem oder volkswirtschaftlichem Management zu ermöglichen. Die Studierenden sollen typische statistische Probleme des Schätzens und Testens in technischen, betriebswirtschaftlichen und ökonomischen Fragestellungen erkennen, an Nichtfachleute kommunizieren und für tiefergehende Analysen von Spezialisten aufbereiten können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Bamberg, G., Bauer, F., Krapp, M.: Statistik, 13. Aufl., Oldenbourg, München, 2007 Fahrmeir, L., Künstler, R., Pigeot, I. Tutz, G.: Statistik -Der Weg zur Datenanalyse. 4. Aufl., Springer, Berlin 2003 Schira, J., Statistische Methoden der VWL und BWL: Theorie und Praxis, 2. Aufl., München usw., Pearson Studium, 2005
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar (LaG)**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-00-0135	kte 3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0039-se	Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule	0	Seminar	2
04-00-0109-se	Fachdidaktisches Seminar: Aufgabenpraktikum online	0	Seminar	2
04-00-0112-se	Fachdidaktisches Seminar: Mathematische Modellierung mit Schülern	0	Seminar	2
04-00-0159-se	Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule	0	Seminar	2
04-00-0160-se	Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule	0	Seminar	2
04-00-0249-se	Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule	0	Seminar	2
04-00-0290-se	Fachdidaktisches Seminar: Didaktik der Stochastik	0	Seminar	2
04-00-0291-se	Fachdidaktisches Seminar: Langfristiger Kompetenzaufbau	0	Seminar	2
04-10-0533-se	Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

siehe Teilmodule

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

siehe Teilmodule

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Pflichtmodul „Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik“ abgeschlossen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Fachdidaktisches Seminar im Wahlpflichtbereich, K-Modul
9	**Literatur** siehe Teilmodule
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Seminar (alg), Master

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0139	6 CP	180 h	150 h	1 Semester	Jedes Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0203-se	Mathematisches Seminar (alg), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Spezielle Themen aus dem Bereich Algebra, Geometrie, Funktionalanalysis
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0203-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0203-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Seminar (ana), Master

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0140	6 CP	180 h	150 h	1 Semester	Jedes Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0204-se	Mathematisches Seminar (ana), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Spezielle Themen aus dem Bereich Analysis
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe

5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0204-se] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0204-se] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (geo), Master**					
Modul Nr. 04-00-0141	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0205-se	Mathematisches Seminar (geo), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Spezielle Themen aus dem Bereich Geometrie und Approximation
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern

	und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0205-se] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0205-se] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (log), Master**					
Modul Nr. 04-00-0142	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0206-se	Mathematisches Seminar (log), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Spezielle Themen aus dem Bereich Logik
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0206-se] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0206-se] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (num), Master**					
Modul Nr. 04-00-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester

<table>
<tr><td>0143</td><td>6 CP</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in des Fachbereichs 04</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0207-se</td><td>Mathematisches Seminar (num), Master</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Spezielle Themen aus dem Bereich Numerik und wissenschaftliches Rechnen</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren.
Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Vertiefungsmodule nach Angabe</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Bausteinbegleitende Prüfung:
• [04-00-0207-se] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Bausteinbegleitende Prüfung:
• [04-00-0207-se] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
Vertiefungsbereich (Studienleistung)</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
Wird je nach Thema angegeben.
Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag?
www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="5">Kommentar
Verantwortlich: Studiendekan</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (opt), Master					
Modul Nr. 04-00-0144	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0208-se	Mathematisches Seminar (opt), Master	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Spezielle Themen aus dem Bereich Optimierung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren.
Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Vertiefungsmodule nach Angabe

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0208-se] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0208-se] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Vertiefungsbereich (Studienleistung)

9 Literatur

	Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname

Mathematisches Seminar (sto), Master</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-00-0145</td><td>Leistungspunkte
6 CP</td><td>Arbeitsaufwand
180 h</td><td>Selbststudium
150 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td colspan="2">Angebotsturnus
Jedes Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in des Fachbereichs 04</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td colspan="2">SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0209-se</td><td>Mathematisches Seminar (sto), Master</td><td>0</td><td>Seminar</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Spezielle Themen aus dem Bereich Stochastik</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren.
Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
Vertiefungsmodule nach Angabe</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Bausteinbegleitende Prüfung:
• [04-00-0209-se] (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Bausteinbegleitende Prüfung:</td></tr>
</table>

	• [04-00-0209-se] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? www.mathematik.uni-mainz.de/Members/lehn/le/seminarvortrag
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Algebraische Zahlentheorie

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0149	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0181-vu	Algebraische Zahlentheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Ganze algebraische Zahlen, Dedekindringe, Ideale, Primidealzerlegung Idealklassengruppe, Einheitengruppe Erweiterungen von Dedekindringen, Verzweigung p-adische Zahlen, Adele, Idele
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten beherrschen die Basistechniken der algebraischen Zahlentheorie für Zahlkörper und für deren lokale Körper und können typische Fragestellungen beantworten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: Wahlpflichtbereich Für M.Sc.Math, Vertiefungsbereich, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** (1) J. Neukirch: Algebraic Number Theory, Springer (2) S. Lang: Algebraic Number Theory, Addison-Wesley (3) J.S. Milne: Algebraic Number Theory, course notes (4) D. Zagier: Zetafunktionen und Quadratische Zahlkörper, Springer (5) J. Cassels, A. Fröhlich: Algebraic Number Theory, Thompson
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Partielle Differentialgleichungen II**					
Modul Nr. 04-00-0153	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0065-vu	Partielle Differentialgleichungen II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen linearer und nichtlinearer partieller Differentialgleichungen mit funktionalanalytischen Methoden. Bevorzugt werden Gleichungen betrachtet, die Anwendingen zum Beispiel in der Strömungsmechanik oder den Materialwissenschaften haben. Die Ausrichtung der

	Vorlesung ist vom Interessens- und Forschungsgebiet des jeweiligen Dozenten geprägt.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** -sind die Studierenden mit aktuellen Problemen für partielle Differentialgleichungen aus verschiedenen Anwendungsgebieten (z.B. Strömungsmechanik, Materialwissenschaften) vertraut und können diese erläutern, -beherrschen sie moderne funktionalanalytische Methoden zum Studium von partiellen Differentialgleichungen und können diese auf einfache konkrete Probleme anwenden, -kennen Sie wesentliche Eigenschaften von Sobolevräumen und können deren Rolle in der Lösungstheorie partieller Differentialgleichungen erklären.Heranführung an moderne Methoden und Probleme partieller Differentialgleichungen aus verschiedenen Anwendungsgebieten, sichere Beherrschung funktionalanalytischer Methoden, Arbeiten in Sobolevräumen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** je nach Schwerpunktsetzung: Modul Partielle Differentialgleichungen I, oder Modul Funktionalanalysis + Modul Partielle Differentialgleichungen: klassische Methoden.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefung M.Sc.Math.
9	**Literatur** Gilbarg, Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order Amann: Linear and Quasilinear Parabolic Problems Dafermos: Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics Galdi: An Indroduction to Mathematical Theory of the Navier-Stokes Equations
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Mathematische Statistik</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-00-0199</td><td>Leistungspunkte
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 4. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td colspan="2">Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0073-vu</td><td colspan="2">Mathematische Statistik</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Schätzen von Verteilungen, VC Theorie, Dichteschätzung, Punktschätzverfahren, statistische Tests, Konfidenzintervalle, nichtparametrische Regression.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

- die wichtigsten Problemstellungen und Verfahren
der Mathematischen Statistik beschreiben,

- Verfahren der Mathematischen Statistik im Hinblick
auf den Einsatz in verwandten Fragenstellungen
modifizieren,

- den Einsatz von Verfahren der Mathematischen Statistik
in Anwendungsbeispielen beurteilen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
Wahrscheinlichkeitstheorie</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Modulabschlussprüfung:</td></tr>
</table>

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Vertiefungsmodul in Stochastik
9	**Literatur** Witting: Mathematische Statistik I
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Algebraische Geometrie**					
Modul Nr. 04-00-0222	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0221-vu	Algebraische Geometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Affine Varietäten, projektive Varietäten, Morphismen, rationale Abbildungen, glatte und singuläre Punkte, ebene Kurven
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten verstehen die Grundbegriffe affiner und projektiver Varietäten und können geometrische Problemstellungen mit den vorgestellten Methoden untersuchen und lösen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math., B.Sc.Math.(bilingual), B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: Wahlpflichtbereich Für M.Sc.Math: Vertiefungsbereich Für M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** K. Hulek, Elementary algebraic geometry, AMS R. Hartshorne: Algebraic geometry, Springer I. R. Shafarevich: Basic algebraic geometry 1,2
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Formale Grundlagen der Informatik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-00-0233	9 CP	270 h	180 h	2 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0090-vu	Aussagenlogik und Prädikatenlogik	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0091-vu	Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Automatentheorie, Sätze von Kleene, Myhill-Nerode, Grammatiken und Chomsky-Hierarchie, kontextfreie Sprachen, Pumping Lemmata, Berechnungsmodelle, Kellerautomaten, Turingmaschinen, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit; Aussagenlogik, Kompaktheit, vollständige Beweiskalküle; Logik erster Stufe, Strukturen und Belegungen, Skolemisierung, Satz von Herbrand, Kompaktheitssatz, Beweiskalküle, Gödelscher Vollständigkeitssatz, Unentscheidbarkeit der Logik erster Stufe; optional: Exkurse zu Ausdrucksstärke und model checking

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die einschlägigen Begriffe, Methoden und Beweistechniken aus diskreter Mathematik und Logik im Zusammenhang der mathematischen Grundlagen der theoretischen Informatik interpretieren, einordnen und anwenden. Insbesondere beherrschen sie die Grundlagen der Analyse formaler Sprachen und abstrakter Berechnungsmodelle. Sie können die Grundbegriffe der mathematischen Logik anhand typischer Fragestellungen der theoretischen Informatik erläutern, auf Beispiele anwenden, algorithmische Methoden diskutieren und deren Grenzen anhand einschlägiger Sätze illustrieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** allg. mathematisches Grundwissen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wahlpflicht im Bachelorstudiengang Mathematik
9	**Literatur** Hopcroft, Motwani, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie Schöning: Theoretische Informatik – kurz gefasst Boolos, Burgess, Jeffrey: Computability and Logic Burris: Logic for Mathematics and Computer Science Skripte (elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de/˜otto)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
International Internet Seminar					
Modul Nr. 04-00-0239	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Robert Haller		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0237-vu	International Internet Seminar	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Aufbauend auf Kenntnisse aus der Funktionalanalysis wird ein aktuelles, forschungsrelevantes Thema aus dem Bereich der Evolutionsgleichungen vorgestellt. Beispielhafte Themen sind/waren: Halbgruppentheorie, Heat kernels, Formmethoden, Kontrolltheorie, Gradientensysteme, stochastische partielle Differenzialgleichungen, Regularitätstheorie, Ergodentheorie, positive Operatoren,

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

-die wesentlichen analytischen Sätze und Methoden des Kurses wiedergeben und erklären

-die Methoden auf konkrete partielle Differentialgleichungen anwenden und passende Probleme damit lösen

Die Studierenden sollen

-Die Ergebnisse der Veranstaltung in ihrer Bedeutung einschätzen können

-Methoden entwickeln, sich selbstständig in mathematische Texte einzulesen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Funktionalanalysis

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

	Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Skript
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Projektkurs CE**					
Modul Nr. 04-00-0267	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0264-pr	Projektkurs CE	0	Projekt	2

2	**Lerninhalt**
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **PDGL II.F: Analysis von Reaktions-Diffusions-Systemen**					
Modul Nr. 04-00-0271	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0268-vu	PDGL II.F: Analysis von Reaktions-Diffusions-Systemen	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Halbgruppenzugang für semilineare Probleme, Existenz and Flussinvarianz, maximale Regularität zur Lösung quasilinearer parabolische Systeme, globale Existenz für prototypische Reaktions-Diffusions-Systeme				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - kennen sie die Prototypmodelle für Reaktions-Diffusions(RD)-Systeme - können sie RD-Systeme abstrakt als Evolutionsgleichungen formulieren - kennen sie den Halbgruppenzugang für semilineare Evolutionsgleichungen und können diesen auf RD-Systeme anwenden - kennen sie das Konzept der Flussinvarianz und können dieses auf RD-Systeme				

	anwenden - kennen sie die Grundproblematik der globalen Existenz von Lösungen und können in prototypischen Fällen die globale Existenz von Lösungen nachweisen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Partielle Differentialgleichungen I
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** A.Pazy: Semigroups of linear operators and applications to Partial Differential Equations, Springer 1983. J. Prüss, Maximal regularity for evolution equations in Lp-spaces. Lecture Notes, Monopoli 2002. L. Lorenzi, A. Lunardi, G. Metafune, D. Pallara: Analytic Semigroups and Reaction-Diffusion Problems, Internet Lecture Notes 2005.1983. M. Pierre. Global existence in reaction-diffusion systems with control of mass: a survey. Milan J. Math., 78, 417-455, 2010.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana) Fortsetzung des Moduls "Partielle Differentialgleichungen I". Nach Absprache können zwei PDE II.X-Module anstelle von "Partielle Differentialgleichungen II" zusammen mit "Partielle Differentialgleichungen I" im Rahmen des "Vertiefungsmoduls Analysis" kombiniert geprüft werden. Kombinationen mehrerer PDE II.X-Module bedürfen auch im Ergänzungsbereich der Genehmigung.

Modulbeschreibung

Modulname					
Spieltheorie					
Modul Nr. 04-00-0281	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 135 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0277-vu	Spieltheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Nicht-kooperative Spiele: sequentielle und strategische Spiele, Fixpunktsätze (z.B. Brouwer), Lösungskonzepte (u.a. Nash Äquiulibrium), Existenz- und Unmöglichkeitssätze.

Zwei-Personen-Nullsummen-Spiele, Zwei-Personen-Nicht-Nullsummen-Spiele, n-Personenspiele, Drei-Personen-Nullsummen-Spiele.

Kooperative Spiele: Koalitionen, Lösungskonzepte: Stabile Mengen, Core, -Wert, konvexe Spiele, Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studenten verstehen grundlegende Konzepte der kooperativen oder nicht-kooperativen Spieltheorie. Sie modellieren einfache konkrete Situationen unter Verwendung präziser und abstrakter Begriffe. Sie wenden mathematische Theoreme an, um Spiele zu analysieren, und bewerten diese Vorhersagen für die Praxis

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Allgemeines mathematisches Grundwissen aus den Fachsemestern 1-3

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.Math:Wahlpflichtbereich, Ergänzungsbereich
9	**Literatur** W. Krabs: Spieltheorie: Dynamische Behandlung von Spielen. Verlag B.G. Teubner 2005 Osborne, Martin J. (2004), An introduction to game theory
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Treffpunkt Mathematik II für ET					
Modul Nr. 04-00-0297	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0405-tt	Treffpunkt Mathematik II für ET	0	Tutorium	0
2	**Lerninhalt**				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				
5	**Prüfungsform**				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung**				

8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur**
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname					
Treffpunkt Mathematik II für Informatik und Wirtschaftsinformatik					
Modul Nr. 04-00-0298	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0403-tt	Treffpunkt Mathematik II für Informatik und Wirtschaftsinformatik	0	Tutorium	0

2	**Lerninhalt**
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform**
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung**

8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur**
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Treffpunkt Mathematik für ET**					
Modul Nr. 04-00-0300	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0404-tt	Treffpunkt Mathematik I für ET	0	Tutorium	0

2	**Lerninhalt**
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform**
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung**
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur**

10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Treffpunkt Mathematik für Informatik und Wirtschaftsinformatik**					
Modul Nr. 04-00-0301	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0402-tt	Treffpunkt Mathematik I für Informatik und Wirtschaftsinformatik	0	Tutorium	0

2	**Lerninhalt**
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform**
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung**
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur**

10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan	

Modulbeschreibung

Modulname **Treffpunkt Mathematik für Maschinenbau**					
Modul Nr. 04-00-0302	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0406-tt	Treffpunkt Mathematik I für Maschinenbau	0	Tutorium	0
2	**Lerninhalt**				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				
5	**Prüfungsform**				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung**				
8	**Verwendbarkeit des Moduls**				
9	**Literatur**				
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan				

Modulbeschreibung

Modulname					
Treffpunkt Mathematik II für Maschinenbau					
Modul Nr. 04-00-0303	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0407-tt	Treffpunkt Mathematik II für Maschinenbau	0	Tutorium	0

2 Lerninhalt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

10 Kommentar

Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname					
Signal - Keine Auflagen oder Auflagen erfüllt					
Modul Nr. 04-00-9997	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt**				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls**				
9	**Literatur**				
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan				

Modulbeschreibung

Modulname **Validierung bilingual**					
Modul Nr. 04-00-9998	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt**				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls**				
9	**Literatur**				
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan				

Modulbeschreibung

Modulname					
Validierung					
Modul Nr. 04-00-9999	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

2 Lerninhalt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

10 Kommentar

Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname					
Signal - keine Auflage					
Modul Nr. 04-01-0000	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

2 Lerninhalt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

10 Kommentar

Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Statistik I (für Humanwissenschaften)/Forschungsmethoden I</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-03-0132</td><td>Leistungspunkte
8 CP</td><td>Arbeitsaufwand
240 h</td><td>Selbststudium
165 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td colspan="2">Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td colspan="2">Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0116-vu</td><td colspan="2">Statistik I (für Human- und Sozialwissenschaft)</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>5</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
- Erhebung von Daten im Rahmen von Studien und Umfragen

- Statistische Masszahlen

- Dichteschätzung und Wahrscheinlichkeitsmaße

- Zufallsvariablen und Verteilungen

- Erwartungswert und Varianz

- Unabhängigkeit

- Gesetz der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz

- Punktschätzverfahren und statistische Tests, insbesondere Gauß und t-Test</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis für die mathematische Modellierung des Zufalls und darauf aufbauender statistischer Schlussweisen. Sie haben ein Konzept zu statistischen Masszahlen, zur Dichte, dem Erwartungswert und der Varianz. Sie verstehen das Prinzip eines statistischen Tests.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
Keine</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:

• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)</td></tr>
</table>

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Agresti, A. and Tinlay, B. Statistical Methods for the Social Sciences. Prentice Hall. 2009. Eckle-Kohler, J. and Kohler, M. Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen. Springer. 2009.
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Kohler (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Analysis I					
Modul Nr. 04-10-0001/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0003-tt	Analysis I	0	Tutorium	1
	04-00-0003-vu	Analysis I	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Reelle und komplexe Zahlen, Vollständigkeit, Konvergenz von Folgen und Reihen, Topologie der reellen Zahlen, Kompaktheit, Funktionsbegriff, Stetige Funktionen, Elementare Funktionen, Differenzierbare Funktionen, Mittelwertsatz, Satz von Taylor, Integralrechnung, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationstechniken				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden				

	- Funktionen einer reellen Variablen mit grundlegenden Konzepten (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Vollständigkeit usw.) analysieren - mathematische Schlussfolgerungen mit verschiedenen Beweismethoden herleiten
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I, II. Vieweg M. Hieber: Analysis I, Springer K. Königsberger: Analysis 1, 2, Springer Charles R. MacCluer, Honors Calculus, Princeton Univ. Press W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Analysis I (englisch)					
Modul Nr. 04-10-0001/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0040-tt	Analysis I (englisch)	0	Tutorium	1
04-00-0040-vu	Analysis I (englisch)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Reelle und komplexe Zahlen, Vollständigkeit, Konvergenz von Folgen und Reihen, Topologie der reellen Zahlen, Kompaktheit, Funktionsbegriff, Stetige Funktionen, Elementare Funktionen, Differenzierbare Funktionen, Mittelwertsatz, Satz von Taylor, Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Integralrechnung, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationstechniken

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- Funktionen einer reellen Variablen mit grundlegenden Konzepten (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Vollständigkeit usw.) analysieren
- mathematische Schlussfolgerungen mit verschiedenen Beweismethoden herleiten

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die

	Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I, II. Vieweg M. Hieber: Analysis I, Springer K. Königsberger: Analysis 1, 2, Springer Charles R. MacCluer, Honors Calculus, Princeton Univ. Press W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Analysis II**					
Modul Nr. 04-10-0002/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0002-tt	Analysis II	0	Tutorium	1
04-00-0002-vu	Analysis II	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Topologie metrischer Räume, Normen, Differentialrechnung mehrerer Variablen, partielle Ableitungen, Ableitungsregeln, Gradient, Höhere Ableitungen und Satz von Taylor in mehreren Variablen Lokale Extrema Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen Kurven, Wege und Vektorfelder Konvergenz von Fourrierreihen Parsevalsche Gleichung
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - Funktionen, die von mehreren Variablen abhängen, mit grundlegenden Konzepten (Stetigkeit, totale und partielle Differenzierbarkeit, Integration) analysieren - geometrische Zusammenhänge in mehrdimensionalen Räumen mit topologischen Grundkonzepten untersuchen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis 1
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I amp; II. Vieweg M. Hieber: Analysis II, Springer K. Königsberger: Analysis 1,2 , Springer W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Analysis II (englisch)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0002/en	9 CP	270 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0011-tt	Analysis II (englisch)	0	Tutorium	1
04-00-0011-vu	Analysis II (englisch)	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Topologie metrischer Räume, Normen, Differentialrechnung mehrerer Variablen, partielle Ableitungen, Ableitungsregeln, Gradient, Höhere Ableitungen und Satz von Taylor in mehreren Variablen Lokale Extrema Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen Kurven, Wege und Vektorfelder Konvergenz von Fourrierreihen Parsevalsche Gleichung
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden Funktionen, die von mehreren Variablen abhängen, -mit grundlegenden Konzepten (Normen, Stetigkeit in normierten Räumen, totale und partielle Differenzierbarkeit, Integration) analysieren

	-geometrische Zusammenhänge in mehrdimensionalen Raeumen mit topologischen Grundkonzepten untersuchen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis 1
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** H. Amman, J. Escher: Analysis II, Birkhäuser O. Forster: Analysis I amp; II. Vieweg M. Hieber: Analysis II, Springer K. Königsberger: Analysis 1,2 , Springer W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0003/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 300 h	**Moduldauer** 2 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0002-tt	Analysis II	0	Tutorium	2
04-00-0002-vu	Analysis II	0	Vorlesung und Übung	6
04-00-0003-tt	Analysis I	0	Tutorium	2
04-00-0003-vu	Analysis I	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Teil 1:
Reelle und komplexe Zahlen, Vollständigkeit,
Konvergenz von Folgen und Reihen,
Topologie der reellen Zahlen, Kompaktheit,
Funktionsbegriff, Stetige Funktionen, Elementare Funktionen,
Differenzierbare Funktionen, Mittelwertsatz,
Satz von Taylor,
Integralrechnung, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung,
Integrationstechniken

Teil 2: Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Topologie metrischer Räume,
Normen auf dem R^n, Differentialrechnung mehrerer Variablen, partielle Ableitungen,
Ableitungsregeln, Gradient,
Höhere Ableitungen und Satz von Taylor in mehreren Variablen,
Lokale Extrema,
Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen,
Mehrdimensionale Integration: Rechentechniken,
Kurven im R^n, Integralsätze von Gauß und Stokes

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Teil 1: Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- Funktionen einer reellen Variablen mit grundlegenden Konzepten (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Vollständigkeit usw.) analysieren
- mathematische Schlussfolgerungen mit verschiedenen Beweismethoden herleiten

Teil 2: Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- Funktionen, die von mehreren Variablen abhängen, mit grundlegenden Konzepten (Stetigkeit, totale und partielle Differenzierbarkeit, Integration) analysieren

	- geometrische Zusammenhänge in mehrdimensionalen Räumen mit topologischen Grundkonzepten untersuchen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** 1. Jahr Bachelor
9	**Literatur** O. Forster: Analysis I, II. Vieweg H. Heuser: Lehrbuch der Analysis 1, 2, Teubner K. Königsberger: Analysis 1, 2, Springer Charles R. MacCluer, Honors Calculus, Princeton Univ. Press W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw- Hill
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Analysis (englisch)**					
Modul Nr. 04-10-0003/en	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 300 h	**Moduldauer** 2 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0011-tt	Analysis II engl.	0	Tutorium	2
04-00-0011-vu	Analysis II engl.	0	Vorlesung und Übung	6
04-00-0040-tt	Analysis I engl	0	Tutorium	2
04-00-0040-vu	Analysis I engl	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Teil 1: Reelle und komplexe Zahlen, Vollständigkeit, Konvergenz von Folgen und Reihen, Topologie der reellen Zahlen, Kompaktheit, Funktionsbegriff, Stetige Funktionen, Elementare Funktionen, Differenzierbare Funktionen, Mittelwertsatz, Satz von Taylor, Integralrechnung, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationstechniken
Teil 2: Konvergenz von Funktionenfolgen, Potenzreihen, Topologie metrischer Räume, Normen auf dem Rn, Differentialrechnunge mehrerer Variablen, partielle Ableitungen, Ableitungsregeln, Gradienten, Höhere Ableitungen und Satz von Taylor in mehreren Variablen, Lokale Extrema, Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen, Mehrdimensionale Integration: Rechentechniken, Kurven im Rn, Integralsätze von Gauß und Stokes

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Teil 1: Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- Funktionen einer reellen Variablen mit grundlegenden Konzepten (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Vollständigkeit usw.) analysieren
- mathematische Schlussfolgerungen mit verschiedenen Beweismethoden herleiten

Teil 2: Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- Funktionen, die von mehreren Variablen abhängen, mit grundlegenden Konzepten (Stetigkeit, totale und partielle Differenzierbarkeit, Integration) analysieren
- geometrische Zusammenhänge in mehrdimensionalen Raeumen mit topologischen Grundkonzepten untersuchen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** 1. Jahr Bachelor
9	**Literatur** O. Forster: Analysis I, II. Vieweg H. Heuser: Lehrbuch der Analysis 1, 2 Teubner K. Königsberger: Analysis 1, 2, Springer Charles R. MacCluer, Honors Calculus, Princeton Univ. Press W.Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Lineare Algebra I**					
Modul Nr. 04-10-0004/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0042-tt	Lineare Algebra I	0	Tutorium	1
	04-00-0042-vu	Lineare Algebra I	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** allgemeine mathematische und algebraische Grundbegriffe, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper); Vektorräume, lineare Abhängigkeit, Basen, Dimension; lineare und affine Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten, Dualraum; lineare Abbildungen und Matrizen; lineare Gleichungssysteme; Determinanten				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die Konzepte der linearen Algebra in verschiedenen Zusammenhängen erkennen, anwenden und erklären. Sie lernen insbesondere, abstrakt-axiomatisch Begriffsbildungen der linearen Algebra auf einschlägige Probleme anzuwenden, mit geometrischen Begriffen in Verbindung zu bringen, typische Aufgaben				

	zu lösen und einfache Beweise zu führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Linear Algebra I					
Modul Nr. 04-10-0004/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0041-tt	Linear Algebra I	0	Tutorium	1
04-00-0041-vu	Linear Algebra I	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

allgemeine mathematische und algebraische Grundbegriffe, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper); Vektorräume, lineare Abhängigkeit, Basen, Dimension; lineare und affine Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten, Dualraum; lineare Abbildungen und Matrizen; lineare Gleichungssysteme; Determinanten

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können die Konzepte der linearen Algebra in verschiedenen Zusammenhängen erkennen, anwenden und erklären. Sie lernen insbesondere, abstrakt-axiomatisch Begriffsbildungen der linearen Algebra auf einschlägige Probleme anzuwenden, mit geometrischen Begriffen in Verbindung zu bringen, typische Aufgaben zu lösen und einfache Beweise zu führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die

	Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname

Lineare Algebra II

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0005/de	9 CP	270 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0008-tt	Lineare Algebra II	0	Tutorium	1
04-00-0008-vu	Lineare Algebra II	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Eigenwerte und Diagonalisierung von Endomorphismen; charakteristisches Polynom und Minimalpolynom im Polynomring einer Variablen, Jordan-Normalform; Euklidische und unitäre Vektorräume; Bilinearformen, quadratische Formen, Quadriken; ggf. Ausblicke zu affiner und projektiver Geometrie, Geometrie der Kegelschnitte oder auch zur multilinearen Algebra
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erlernen zentrale Konzepte und Techniken der linearen Algebra und erfahren das Zusammenspiel zwischen abstrakt-axiomatischen Begriffsbildungen der Algebra und ihrer Rolle in diversen Bereichen der Mathematik, hier insbesondere durch Anknüpfungen an geometrische Begriffe.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Linear Algebra 1
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra

	Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname

Linear Algebra II

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0005/en	9 CP	270 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0012-tt	Linear Algebra II	0	Tutorium	1
04-00-0012-vu	Linear Algebra II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Eigenwerte und Diagonalisierung von Endomorphismen; charakteristisches Polynom und Minimalpolynom im Polynomring einer Variablen, Jordan-Normalform; Euklidische und unitäre Vektorräume; Bilinearformen, quadratische Formen, Quadriken; ggf. Ausblicke zu affiner und projektiver Geometrie, Geometrie der Kegelschnitte oder auch zur multilinearen Algebra

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden erlernen zentrale Konzepte und Techniken der linearen Algebra und erfahren das Zusammenspiel zwischen abstrakt-axiomatischen Begriffsbildungen der Algebra und ihrer Rolle in diversen Bereichen der Mathematik, hier insbesondere durch Anknüpfungen an geometrische Begriffe.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Linear Algebra 1

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Lineare Algebra**					
Modul Nr. 04-10-0006/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 300 h	**Moduldauer** 2 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0008-tt	Lineare Algebra II	0	Tutorium	2
04-00-0008-vu	Lineare Algebra II	0	Vorlesung und Übung	6
04-00-0042-tt	Lineare Algebra I	0	Tutorium	2
04-00-0042-vu	Lineare Algebra I	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Teil 1: allgemeine mathematische und algebraische Grundbegriffe, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper); Vektorräume, lineare Abhängigkeit, Basen, Dimension; lineare und affine Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten, Dualraum; lineare Abbildungen und Matrizen; lineare Gleichungssysteme; Determinanten

Teil 2: Eigenwerte und Diagonalisierung von Endomorphismen; charakteristisches Polynom und Minimalpolynom im Polynomring einer Variablen, Jordan- Normalform; Euklidische und unitäre Vektorräume; Bilinearformen, quadratische Formen, Quadriken; ggf. Ausblicke zu affiner und projektiver Geometrie, Geometrie der Kegelschnitte oder auch zur multilinearen Algebra

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können die Konzepte der linearen Algebra in verschiedenen Zusammenhängen erkennen, anwenden und erklären. Sie lernen insbesondere, abstrakt-axiomatisch Begriffsbildungen der linearen Algebra auf einschlägige Probleme anzuwenden, mit geometrischen Begriffen in Verbindung zu bringen, typische Aufgaben zu lösen und einfache Beweise zu führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Grundstudium Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Linear Algebra

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0006/en	18 CP	540 h	300 h	2 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0012-tt	Linear Algebra II	0	Tutorium	2
04-00-0012-vu	Linear Algebra II	0	Vorlesung und Übung	6
04-00-0041-tt	Linear Algebra I	0	Tutorium	2
04-00-0041-vu	Linear Algebra I	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Teil 1: allgemeine mathematische und algebraische Grundbegriffe, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper); Vektorräume, lineare Abhängigkeit, Basen, Dimension; lineare und affine Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten, Dualraum; lineare Abbildungen und Matrizen; lineare Gleichungssysteme; Determinanten

Teil 2: Eigenwerte und Diagonalisierung von Endomorphismen; charakteristisches Polynom und Minimalpolynom im Polynomring einer Variablen, Jordan- Normalform; Euklidische und unitäre Vektorräume; Bilinearformen, quadratische Formen, Quadriken; ggf. Ausblicke zu affiner und projektiver Geometrie, Geometrie der Kegelschnitte oder

	auch zur multilinearen Algebra
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Students will be able to recognise the concepts of linear algebra in various contexts, and to apply and explain them. In particular, they will have learnt to apply abstract-axiomatic notions of linear algebra to typical problems, to connect them with geometric concepts, to solve typical problems and to conduct simple proofs.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Grundstudium Mathematik
9	**Literatur** Bosch: Lineare Algebra Brieskorn: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Bröcker: Lineare Algebra und Analytische Geometrie Fischer: Lineare Algebra Greub: Linear Algebra (auch deutsch) Koecher: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Introduction to Mathematical Software**

Modul Nr. 04-10-0009/en	Leistungspunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0045-vl	Introduction to Mathematical Software	0	Vorlesung	2

2 Lerninhalt

Es werden Inhalte der Veranstaltungen Lineare Algebra 1 und Analysis 1 einbezogen. Z.B. Mathematica oder Maple: Matrixarithmetik und lineare Gleichungssysteme, Unterschiede zwischen symbolischem und numerischem Rechnen, Differenzieren und Integrieren, Grenzwerte und Reihen, Graphik und Visualisierung, Definition von Funktionen und Programmierung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie mindestens
o ein allgemeines mathematisches Softwarepaket bedienen, sowie
o einfache mathematische Sachverhalte algorithmisch umsetzen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

Verantwortlich: AG Optimierung

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.WiMa, B.Sc.MCS, B.Sc.ME: Pflicht

9 Literatur

David Withoff: Mathematica Tutorials,http:#47;#47;library.wolfram.com#47;conferences#47;devconf99#47;withoff#47;index2.html

	MapleSoft Application Center, [url]http:#47;#47;www.maplesoft.com#47;applications#47;[/url]
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in das wissenschaftlich-technische Programmieren					
Modul Nr. 04-10-0010/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 45 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0009-ku	Einführung in das wissenschaftlich-technische Programmieren	0	Kurs	3

2	**Lerninhalt** Einführung in eine Programmiersprache wie Matlab oder C, Datentypen, Ausdrücke, Standardfunktionen, Vektorbefehle, logische Operationen, Kontrollstrukturen, Eingabe und Ausgabe, Unterprogramme, Graphik.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können grundlegende Techniken des wissenschaftlichtechnischen Programmierens anhand einer Programmiersprache wiedergeben und beschreiben und durch sicheren und vertrauten Umgang mit der Sprache zur Umsetzung vorgelegter numerischer Algorithmen anwenden. Sie sollen Algorithmen effizient und klar strukturiert implementieren, und auf leicht modifizierte Problemstellungen anpassen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflichtmodul
9	**Literatur** Matlab User Guide
10	**Kommentar** Verantwortlich: AG Optimierung

Modulbeschreibung

Modulname

Gewöhnliche Differentialgleichungen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0011/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0054-vu	Gewöhnliche Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Trennung der Variablen, Sätze von Picard-Lindelöf und Peano, lokale und globale Theorie, lineare Systeme erster und höherer Ordnung, Variation-der-Konstanten-Formel, Prinzip linearisierter Stabilität, Lyapunov-Stabilität.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - können sie die Methode der Trennung der Variablen - sind sie mit den Sätzen von Picard-Lindelöf und Peano vertraut - sind sie mit der lokalen und globalen Existenztheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen vertraut - können sie lineare Systeme erster und höherer Ordnung analysieren - können Sie die Variation-der-Konstanten-Formel entwickeln - können sie das Prinzip linearisierter Stabilität formulieren und anwenden - sollten sie den Begriff der Lyapunov-Stabilität erklären und auf konkrete Beispiele

	anwenden können
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik M.Sc. ETIT
9	**Literatur** H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter W.Walther: gew. DGL, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Funktionentheorie					
Modul Nr. 04-10-0012/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0225-vu	Complex Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Cauchy-Riemann Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel, Potenzreihen, Satz von Liouville und Hauptsatz der Algebra, Umlaufzahl, Laurentreihen und isolierte Singularitäten, Residuensatz

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls
- sind sie mit den Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen vertraut
- können sie Kurvenintegrale analysieren und berechnen
- sind sie mit dem Cauchyschen Integralsatz und der Cauchyschen Integralformel vertraut und können deren Implikationen aufzeigen
- sind sie mit der Bedeutung der Potenzreihen in der Funktionentheorie vertraut
- können sie den Satz von Liouville und den Hauptsatz der Algebra erklären
- können sie Laurentreihen analysieren
- können sie isolierte Singularitäten anhand konkreter Beispiele erklären
- sind mit dem Residuensatz und dessen Implikationen vertraut

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Freitag: Funktionentheorie I, Springer Remmert: Funktionentheorie I Conway: Functions of one complex variable, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Einführung in die numerische Mathematik

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0013/de	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0056-vu	Einführung in die numerische Mathematik	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Fehleranalyse,
lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Ausgleichsrechnung,

	Interpolation und Approximation, Integration und Differentiation, Programmierübungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die grundlegenden elementaren numerischen Verfahren beschreiben, erklären, implementieren und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra, Einführung in die Programmierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik M.Sc. ETIT
9	**Literatur** Deuflhard, Hohmann: Numerische Mathematik I, de Gruyter, 2008 Schwarz, Köckler: Numerische Mathematik; Vieweg und Teubner, 2009 Matlab User Guide

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Arbeitstechniken in der Mathematik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0014/de	2 CP	60 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0146-ku	Arbeitstechniken in der Mathematik	0	Kurs	0

2 Lerninhalt

Strukturierung einer mathematischen Ausarbeitung, Literaturrecherche (auch elektronisch), Erstellung eines mathematischen Textes mit Hilfe eines mathematischen Textverarbeitungssystems, Präsentationstechniken, exemplarische Analyse an Beispielen, Diskussion und Kritik.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden fachspezifiche und grundlegende Schreib-und Arbeitstechniken nutzen sowie Präsentationsund Diskussionstechniken anwenden, insbesondere zu mathematischen Sachverhalten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, Wahlpflichtbereich Ü
9	**Literatur** Beutelspacher: Das ist oBdA trivial! Vieweg Bünting, Bitterlich, Pospiech: Schreiben im Studium: ein Trainingsprogramm Cornelsen Doob et al.: A manual for authors of mathematical papers, AMS Higham: Handbook of Writing for the Mathematical Scienes, SIAM Kämer: Wie schreibe ich eine Seminar-oder Examensarbeit? Fischer van Gasteren: On the shape of mathematical arguments, Springer
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Integrationstheorie**					
Modul Nr. 04-10-0015/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Moritz Egert		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0015-vu	Integrationstheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Teil I: Mengensysteme, Maße, Maßraum, Parallelen zur Topologie, äußere Maße, Satz von Carathéodory, Lebesguesche Maße, messbare Funktionen, integrierbare Funktionen, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, Lp-Räume, Satz von Fubini in R^n, Transformationssatz und Anwendungen. Teil II: Faltungsintegrale, Fourier-Transformation; Untermannigfaltigkeiten, Oberflächenmaße, Sätze von Gauß, Stokes, Green.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - die Herleitung von Maßen skizzieren und einen verallgemeinerten Integralbegriff aufbauen sowie mit dem klassischen Riemann-Integral vergleichen

	- in Anwendungen geeignete Konvergenzsaetze auswählen und erklären - Maß- und Integrationsbegriffe auf Untermannigfaltigkeiten erweitern und im Kontext von Integralsätzen kombinieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** J. Elstrodt: Mass-und Integrationstheorie, Springer O. Forster: Analysis 3, Vieweg S. Lang: Real Analysis, Addison-Wesley H.Amann, J.Escher: Analysis III, Birkhäuser
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Integrationstheorie I (für Wirtschaftsmathematik)					
Modul Nr. 04-10-0016/de	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Moritz Egert		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0013-vu	Integrationstheorie I (für Wirtschaftsmathematik)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Mengensysteme, Maße, Maßraum, Parallelen zur Topologie, äußere Maße, Satz von Carathéodory, Lebesguesche Maße, messbare Funktionen, integrierbare Funktionen, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, Lp-Räume, Satz von Fubini in Rn, Transformationssatz und Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

- die Herleitung von Maßen skizzieren und einen verallgemeinerten Integralbegriff aufbauen sowie mit dem klassischen Riemann-Integral vergleichen

- in Anwendungen geeignete Konvergenzsätze auswählen und erklären

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.WiMa, B.Sc.Mamp;E: Pflicht Für M.Ed.Math, LaG.Math: als mathematische Ergänzung Für B.Sc.Phys: als nichtphys. Ergänzungsfach
9	**Literatur** J. Elstrodt: Mass-und Integrationstheorie, Springer S. Lang: Real Analysis, Addison-Wesley H.Amann, J.Escher: Analysis III, Birkhäuser
10	**Kommentar** Verantwortlich: NF Farwig (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Integrationstheorie II (für Wirtschaftsmathematik)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0017/de	5 CP	150 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Moritz Egert

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0143-vu	Integrationstheorie II (für Wirtschaftsmathematik)	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Faltungsintegrale, Fourier Transformation; Untermannigfaltigkeiten, Oberflächenmaße, Sätze von Gauß, Stokes, Green.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - Maß- und Integrationsbegriffe auf Untermannigfaltigkeiten erweitern und im Kontext von Integralsätzen kombinieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Lineare Algebra und Integrationstheorie I (Wima)
5	**Prüfungsform**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: math. Wahlbereich
9	**Literatur** O. Forster: Analysis 3, Vieweg; S. Lang: Real Analysis, Addison-Wesley; H. Amann, J. Escher: Analysis III, Birkhäußer
10	**Kommentar** Verantwortlich: NF Farwig (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Algebra					
Modul Nr. 04-10-0018/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0006-vu	Einführung in die Algebra	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Elementare Gruppentheorie, Gruppenwirkungen, Ringe, Teilbarkeit, Polynomringe, Moduln.				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studendierenden verstehen die grundlegenden Begriffe und Methoden der Theorie der Gruppen, Ringe und Moduln. Sie können diese auf typische Fragestellungen anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** S. Lang: Algebra, Addison-Wesley; N. Jacobson:Basic Algebra 1, Freeman S. Bosch: Algebra, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Stochastik					
Modul Nr. 04-10-0019/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0004-vu	Einführung in die Stochastik	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Wahrscheinlichkeitsräume und Zufallsvariablen, Verteilungsfunktionen, Erwartungswert und Varianz, Unabhängigkeit und elementare bedingte Erwartungen, diskrete und absolutstetige Verteilungen, Gesetz der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz, Schätz- und Testtheorie, Schätzen und Konfidenzintervalle und Tests unter Normalverteilungsannahmen. Anwendung und Analyse ausgewählter einfacher Modelle der Wahrscheinlichkeitstheorie.
Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- die wichtigsten Grundideen und zentralen Ergebnisse der Stochastik im Rahmen einfacher Modelle beschreiben,
- die wichtigsten Verfahren der Stochastik bzw. Statistik im Rahmen einfacher Modelle mathematisch analysieren und die dabei erlernten Beweistechniken auf verwandte Fragestellungen übertragen.

Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik M.Sc. ETIT
9	**Literatur** Eckle-Kohler, Kohler: Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen; Irle: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; Krengel: Einführung in dieWahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; Georgii: Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik;
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname **Algorithmische Diskrete Mathematik**					
Modul Nr. 04-10-0020/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. Yann Disser		
1	**Kurse des Moduls**				

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0005-vu	Algorithmic Discrete Mathematics	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Graphentheorie, Wachstum von Funktionen und asymptotische Komplexitätsanalyse, Algorithmen zu aufspannenden Bäumen, kürzesten Wegen, Matchings in bipartiten Graphen und Flüssen in gerichteten Graphen, NP-Vollständigkeit, Suchprobleme, Sortieren und Entscheidungsbäume. Mögliche weitere Themen: Codierung/Kryptographie, zusätzliche Graphenalgorithmen, z.B. kosten-minimale Flüsse
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls -kennen die Studierenden diskrete Strukturen und -verstehen die algorithmische Sichtweise anhand exemplarischer Probleme aus verschiedenen Bereichen der Mathematik.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik

9	**Literatur** M. Aigner, Diskrete Mathematik, 5. Auflage, Vieweg, 2003. T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein: Introduction to algorithms, 2. Auflage, BT, 2001. B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization, Springer 2012. J. Matoušek, J. Nešetril, Diskrete Mathematik. Eine Entdeckungsreise, Springer, 2002.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Algorithmic Discrete Mathematics

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0020/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. Yann Disser

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0005-vu	Algorithmic Discrete Mathematics	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Graphentheorie, Wachstum von Funktionen und asymptotische Komplexitätsanalyse, Algorithmen zu aufspannenden Bäumen, kürzesten Wegen, Matchings in bipartiten Graphen und Flüssen in gerichteten Graphen, NP-Vollständigkeit, Suchprobleme, Sortieren und Entscheidungsbäume. Mögliche weitere Themen: Codierung/Kryptographie, zusätzliche Graphenalgorithmen, z.B. kosten-minimale Flüsse
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls -kennen die Studierenden diskrete Strukturen und -verstehen die algorithmische Sichtweise anhand exemplarischer Probleme aus verschiedenen Bereichen der Mathematik.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** M. Aigner, Diskrete Mathematik, 5. Auflage, Vieweg, 2003. T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein: Introduction to algorithms, 2. Auflage, BT, 2001. B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization, Springer 2012. J. Matoušek, J. Nešetril, Diskrete Mathematik. Eine Entdeckungsreise, Springer, 2002.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname **Logik und Grundlagen**					
Modul Nr. 04-10-0021/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

<table>
<tr><td colspan="2">Sprache
Deutsch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0144-vu</td><td>Logik und Grundlagen</td><td>0</td><td>Vorlesung</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Elementare Logik: Aussagenlogik und Logik erster Stufe; Syntax, Semantik und Beweiskalküle. Elementare axiomatische Mengenlehre; mengentheoretische Modellierung mathematischer Objekte; Ordinalzahlen, Kardinalzahlen. Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit anhand eines einfachen Berechnungsmodells.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden verstehen einfache Formalisierungen mathematischer Aussagen in formalen Systemen und können auf elementarem Niveau mit Beweisen in einem formalen System umgehen.
Sie können exemplarisch die Modellierung allgemeiner mathematischer Begriffsbildungen, Konstruktionen und Beweise im Rahmen der Mengenlehre nachvollziehen. Sie kennen die Bedeutung der fundamentalen Konzepte aus klassischer Logik und Berechenbarkeitstheorie für Grundlagenfragen der Mathematik. Nach dem erfolgreichen Besuch der Veranstaltung können die Studierenden z.B. zu Fragen der folgenden Art informiert Stellung nehmen: "Was ist eine wahre Aussage?", "Was ist ein Beweis?", "Wo liegt der Unterschied zwischen Mengen und Klassen?", "Wie misst man verschiedene Grade der Unendlichkeit?", "In welchem Sinne ist mathematische Erkenntnis sicher?", "Kann man jede wahre mathematische Aussage beweisen?"</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
allgemeines mathematisches Grundwissen aus dem 1. Fachsemester</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik, Wahlpflichtbereich Ü</td></tr>
</table>

9	**Literatur** (Exemplarisch) Forster, T.: Logic, Induction and Sets. CUP, 234pp., 2003 Kay, R.: The Mathematics of Logic. CUP, 204pp., 2007 Schindler, R.: Logische Grundlagen der Mathematik. Springer, 203pp., 2009.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Logic and Foundations**					
Modul Nr. 04-10-0021/en	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0145-vl	Logic and Foundations	0	Vorlesung	2
2	**Lerninhalt** Elementare Logik: Aussagenlogik und Logik erster Stufe; Syntax, Semantik und Beweiskalküle. Elementare axiomatische Mengenlehre; mengentheoretische Modellierung mathematischer Objekte; Ordinalzahlen, Kardinalzahlen. Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit anhand eines einfachen Berechnungsmodells.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden verstehen einfache Formalisierungen mathematischer Aussagen in formalen Systemen und können auf elementarem Niveau mit Beweisen in einem formalen System umgehen. Sie können exemplarisch die Modellierung allgemeiner mathematischer Begriffsbildungen, Konstruktionen und Beweise im Rahmen der Mengenlehre nachvollziehen. Sie kennen die Bedeutung der fundamentalen Konzepte aus klassischer Logik und Berechenbarkeitstheorie für Grundlagenfragen der Mathematik. Nach dem erfolgreichen Besuch der Veranstaltung können die Studierenden z.B. zu Fragen der folgenden Art informiert Stellung nehmen: "Was ist eine wahre Aussage?", "Was ist ein Beweis?", "Wo liegt der Unterschied zwischen Mengen und Klassen?", "Wie misst man verschiedene Grade der Unendlichkeit?", "In welchem Sinne ist mathematische Erkenntnis sicher?", "Kann man jede wahre mathematische Aussage beweisen?"				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				

	allgemeines mathematisches Grundwissen aus dem 1. Fachsemester
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wahlpflicht Ü-Bereich.
9	**Literatur** (Exemplarisch) Forster, T.: Logic, Induction and Sets. CUP, 234pp., 2003 Kay, R.: The Mathematics of Logic. CUP, 204pp., 2007 Schindler, R.: Logische Grundlagen der Mathematik. Springer, 203pp., 2009.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematik im Kontext (Lehramt)

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0022/de	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0016-vl	Mathematik im Kontext	0	Vorlesung	2

2 Lerninhalt

	Ausgewählte Kapitel der Mathematik im historischen und kulturhistorischen Kontext. Insbesondere -Überblick über die Geschichte der Mathematik; -Zahlen von der Antike bis heute; -Irrationale Zahlen, Fibonacci-Zahlen, Kettenbrüche; -Unendlichkeit von Zenon bis Cantor; -Unendlich kleinen Größen, Maßtheorie und Nichtstandart-Analysis; -Mathematik in Schule und Universität im Vergleich.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind in der Lage, anhand konkreter mathematischer Inhalte Mathematik in ihren Wechselwirkungen zu Kultur und Gesellschaft zu beschreiben, die Rolle der Mathematik in ihren verschiedenen Kontexten zu beurteilen und mit ihrem Hintergrundwissen den Schulunterricht zu bereichern. Sie sind in der Lage, das Fach Mathematik in Schule und Öffentlichkeit angemessen zu vertreten
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundvorlesungen Analysis und Lineare Algebra oder vergleichbare Vorkenntnisse
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Fachwissenschaftliche Ergänzung
9	**Literatur** Victor Katz: A History of Mathematics. Harper Collins, 1993. C. Boyer: A History of Mathematics. John Wiley, 1968ff.

	C. C. Gillispie: Dictionary of Scientific Biography. Charles Scribner's Sons, 1970 - 1991. P. J. Davies, R. Hersh: Erfahrung Mathematik. Birkhäuser, 1994. M. Kline: Mathematical Thought fromAncient to Modern Times. Oxford University Press, 1972. H. Wußing: 6000 Jahre Mathematik. Springer, 2008.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Mathematik im Kontext</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0023/de</td><td>Leistungspunkte
3 CP</td><td>Arbeitsaufwand
90 h</td><td>Selbststudium
60 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0016-vl</td><td>Mathematik im Kontext</td><td>0</td><td>Vorlesung</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Ausgewählte Kapitel der Mathematik im historischen und kulturhistorischen Kontext. Insbesondere

-Überblick über die Geschichte der Mathematik;

-Zahlen von der Antike bis heute;

-Irrationale Zahlen, Fibonacci-Zahlen, Kettenbrüche;

-Unendlichkeit von Zenon bis Cantor;

-Unendlich kleine Größen, Maßtheorie und Nichtstandard-Analysis;

-Mathematik in Schule und Universität im Vergleich.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden sind in der Lage, anhand konkreter mathematischer Inhalte Mathematik in ihren Wechselwirkungen zu Kultur und Gesellschaft zu beschreiben, die</td></tr>
</table>

	Rolle der Mathematik in ihren verschiedenen Kontexten zu beurteilen und das Fach Mathematik in Beruf und Öffentlichkeit angemessen zu vertreten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, Wahlpflichtbereich Ü
9	**Literatur** Victor Katz: A History of Mathematics. Harper Collins, 1993. C. Boyer: A History of Mathematics. John Wiley, 1968ff. C. C. Gillispie: Dictionary of Scientific Biography. Charles Scribner's Sons, 1970 - 1991. P. J. Davies, R. Hersh: Erfahrung Mathematik. Birkhäuser, 1994. M. Kline: Mathematical Thought from Ancient to Modern Times. Oxford University Press, 1972. H. Wußing: 6000 Jahre Mathematik. Springer, 2008.
10	**Kommentar** Verantwortlich: NF Kümmerer

Modulbeschreibung

Modulname **Logik und Grundlagen**					
Modul Nr. 04-10-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4.

0024/de	5 CP				Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0144-vu	Logik und Grundlagen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Elementare Logik: Aussagenlogik und Logik erster Stufe; Syntax, Semantik und Beweiskalküle. Elementare axiomatische Mengenlehre; mengentheoretische Modellierung mathematischer Objekte; Ordinalzahlen, Kardinalzahlen. Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit anhand eines einfachen Berechnungsmodells.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden verstehen einfache Formalisierungen mathematischer Aussagen in formalen Systemen und können auf elementarem Niveau mit Beweisen in einem formalen System umgehen. Sie können exemplarisch die Modellierung allgemeiner mathematischer Begriffsbildungen, Konstruktionen und Beweise im Rahmen der Mengenlehre nachvollziehen. Sie kennen die Bedeutung der fundamentalen Konzepte aus klassischer Logik und Berechenbarkeitstheorie für Grundlagenfragen der Mathematik.

Nach dem erfolgreichen Besuch der Veranstaltung können die Studierenden z.B. zu Fragen der folgenden Art informiert Stellung nehmen:
"Was ist eine wahre Aussage?",
"Was ist ein Beweis?",
"Wo liegt der Unterschied zwischen Mengen und Klassen?",
"Wie misst man verschiedene Grade der Unendlichkeit?",
"In welchem Sinne ist mathematische Erkenntnis sicher?",
"Kann man jede wahre mathematische Aussage beweisen?"

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: allgemeines mathematisches Grundwissen aus dem 1.Fachsemester

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: mündliche Prüfungsgespräche in Kleingruppen sowie in der Regel erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** (Exemplarisch) Forster, T.: Logic, Induction and Sets. CUP, 234pp., 2003 Kay, R.: The Mathematics of Logic. CUP, 204pp., 2007 Schindler, R.: Logische Grundlagen der Mathematik. Springer, 203pp., 2009
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Proseminar					
Modul Nr. 04-10-0025/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0047-ps	Proseminar	0	Proseminar	2

2	**Lerninhalt** Ein einfaches Thema wird an einzelne Studierende oder an kleine Gruppen vergeben. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Einzelne Seminarthemen können auch Projektcharakter haben. Alle Teilnehmenden präsentieren in einem wenigstens einstündigen Vortrag das Thema dem gesamten Seminar. Der Vortrag wird im Seminar hinsichtlich der verwendeten Präsentationstechniken reflektiert. Alle Teilnehmenden arbeitendie Vorträge abschließend in LaTeX aus.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können eine Literaturrecherche durchführen, sich ein mathematisches Thema im Selbststudium aneignen und dieses in einem Vortrag anschaulich präsentieren sowie mittels LaTeX schriftlich angemessen darstellen. Sie sind in der Lage, Vorträge anderer inhaltlich und in Hinblick auf Präsentationstechniken zu nalysieren und zu diskutieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	empfohlen: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M. Ed.
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Proseminar					
Modul Nr. 04-10-0025/en	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

	Kurse des Moduls				
1	**Kurs Nr.**	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0147-ps	Proseminar (engl.)	0	Proseminar	2
2	**Lerninhalt** Ein einfaches Thema wird an einzelne Studierende oder an kleine Gruppen vergeben. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Einzelne Seminarthemen können auch Projektcharakter haben. Alle Teilnehmenden präsentieren in einem wenigstens				

	einstündigen Vortrag das Thema dem gesamten Seminar. Der Vortrag wird im Seminar hinsichtlich der verwendeten Präsentationstechniken reflektiert. Alle Teilnehmenden arbeiten die Vorträge abschließend in LaTeX aus.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können eine Literaturrecherche durchführen, sich ein mathematisches Thema im Selbststudium aneignen und dieses in einem Vortrag anschaulich präsentieren sowie mittels LaTeX schriftlich angemessen darstellen. Sie sind in der Lage, Vorträge anderer inhaltlich und in Hinblick auf Präsentationstechniken zu analysieren und zu diskutieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Introduction to Mathematical Logic**					
Modul Nr. 04-10-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2.

0028/en	9 CP				Semester

Sprache Englisch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0148-vu	Introduction to Mathematical Logic	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Syntax und Semantik der Logik erster Stufe; formale Beweise in einem Kalkül; Vollständigkeit; Kompaktheitssatz; logisch-mengentheoretische Grundlagen der Mathematik; elementare Rekursionstheorie; Unentscheidbarkeit und Unvollständigkeit.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte und Methoden der mathematischen Logik und können diese im Zusammenhang mit den klassischen Sätzen über die Logik erster Stufe und im Umgang mit einem formalen Beweisbegriff anwenden. In diesem Rahmen erfassen sie die Tragweite der Logik erster Stufe für die Grundlagen der Mathematik und können anhand einschlägiger Sätze die prinzipiellen Grenzen diskutieren.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Solide mathematische Grundkenntnisse aus Analysis und Linearer Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**Literatur** exemplarisch, neben vielen anderen Lehrbüchern: Ebbinghaus, Flum, Thomas: Einführung in die mathematische Logik; Cori, Lascar: Mathematical Logic; Poizat: A Course in Model Theory, an Introduction to Contemporary Mathematical Logic; van Dalen: Logic and Structure; sowie Skripte
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Algebra

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0029/de	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0080-vu	Algebra	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Ringe, Polynomringe, Körpererweiterungen, Galoistheorie, Moduln
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Galoistheorie. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	empfohlen: Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**Literatur** J.C. Jantzen, J. Schwermer: Algebra, Springer S. Bosch: Algebra, Springer S. Lang: Algebra, Springer T.W. Hungerford: Algebra, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname **Mannigfaltigkeiten**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0033/de	**kte** 5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0132-vu	Manifolds	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Untermannigfaltigkeiten, Whitneys Einbettungssatz;
Vektorfelder, Kommutator, lokaler Fluss, Satz von Frobenius; Differentialformen, Satz von Stokes.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Studierende verstehen die Koordinaten-invariante Beschreibung und beherrschen den passenden Kalkül dazu.
Sie können darstellen, in welchem Kontext Mannigfaltigkeiten natürlich sind.
Sie beherrschen Differentialformen und können erklären, wie sich der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung auf beliebige Dimensionen verallgemeinert.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Lineare Algebra, Analysis, Integrationstheorie, Gewöhnliche Differentialgleichungen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Für B.Sc.Math : Wahlpflichtbereich (B, *)

Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich

9	**Literatur** Lee: Introduction to smooth Manifolds Warner: Foundations of differentiable manifolds and Lie groups Boothby: An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Große-Brauckmann (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Manifolds**					
Modul Nr. 04-10-0033/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0132-vu	Manifolds	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Untermannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Einbettung, Whitneys Einbettungssatz, Vektorfelder, Kommutator, lokaler Fluss, Satz von Frobenius; Differentialformen, Satz von Stokes.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende lernen, Analysis koordinaten-invariant zu verstehen und mit passendem Kalkül zu beschreiben. Sie können darstellen, warum und in welchem Kontext der Begriff der Mannigfaltigkeit natürlich ist. Sie erkennen, auf welche Weise sich der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung auf beliebige Dimension verallgemeinert.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Lineare Algebra, Analysis, Integrationstheorie, Gewöhnliche Differentialgleichungen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math : Wahlpflichtbereich Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Lee: Introduction to smooth Manifolds Warner: Foundations of differentiable manifolds and Lie groups Boothby: An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Große-Brauckmann (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Differentialgeometrie**					
Modul Nr. 04-10-0035/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Elena Mäder-Baumdicker		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0133-vu	Differentialgeometrie	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Kurven: Bogenlänge und Krümmung; Flächen: erste Fundamentalform, Gauß-Abbildung, Weingarten-Abbildung; Hauptkrümmungen, Gauß- und mittlere Krümmung, Rotationsflächen; evtl. innere Geometrie.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls haben die Studierenden eine geometrische Intuition für Krümmung von Kurven und Flächen entwickelt und beherrschen das differentialgeometrische Kalkül für Flächen. Sie können Beispiele von Kurven und

	Flächen diskutieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math math. Wahlbereich; Für Master: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Bär: Elementare Differentialgeometrie Montiel, Ros: Curves and surfaces Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Reif (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Differential Geometry**					
Modul Nr. 04-10-0035/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Elena Mäder-Baumdicker		

1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0227-vu	Differential Geometry	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Kurven: Bogenlänge und Krümmung; Flächen: erste Fundamentalform, Gauß-Abbildung, Weingarten-Abbildung; Hauptkrümmungen, Gauß- und mittlere Krümmung, Rotationsflächen; evtl. innere Geometrie; Modellierung: Bernstein-Polynome, Bézierkurven und -flächen; de Casteljau-Algorithmus.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls haben die Studierenden eine geometrische Intuition für Krümmung entwickelt, beherrschen das differentialgeometrische Kalkül für Flächen und kennen elementare Methoden zur Darstellung polynomialer Kurven und Flächen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüpfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math; Für Master: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Bär: Elementare Differentialgeometrie Montiel, Ros: Curves and surfaces Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung

10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Reif (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Funktionalanalysis**					
Modul Nr. 04-10-0036/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0069-vu	Funktionalanalysis	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

normierte Räume; Vervollständigung; Satz von Hahn-Banch; Sätze von Banach-Steinhaus, der offenen Abbildung, vom abgeschlossenen Graphen; Hilberträume; reflexive Räume; schwache Konvergenz; Sobolev-Räume; schwache Lösung des Dirichletproblems; Spektraleigenschaften linearer Operatoren; kompakte Operatoren auf Banachräumen; Spektralsatz für kompakte Operatoren.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- Ideen der linearen Algebra, Analysis und Topologie zusammenfügen
- die Grundprinzipien der Funktionalanalysis verstehen und erklären
- funktionalanalytische Methoden im Kontext partieller Differentialgleichungen erklären

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis, Integrationstheorie, Funktionentheorie, Lineare Algebra oder vergleichbare Vorkenntnisse aus einem Zyklus Mathematik für Ing.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

	Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Alt: Lineare Funktionalanalysis; Conway: A Course in Functional Analysis; Reed, Simon: Functional Analysis: Methods of Modern Mathematical Physics I; Rudin: Functional Analysis; Werner: Funktionalanalysis; Ciarlet: Functional Analysis;
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Partielle Differentialgleichungen I**					
Modul Nr. 04-10-0037	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0184-vu	Partielle Differentialgleichungen I	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Klassische Behandlung aller Grundtypen (z.B. elliptisch, parabolisch, hyperbolisch, dispersiv), Variationsansätze elliptischer Randwertprobleme, Regularitätstheorie, Theorie der Sobolev-Räume, Galerkinverfahren, Fixpunktmethoden und nichtlineare elliptische und parabolische Gleichungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics M.Sc. ETIT
9	**Literatur** L.C. Evans: Partial Differential Equations (AMS) D. Gilbarg, N.S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer) M. Renardy, R.C. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Partielle Differentialgleichungen II					
Modul Nr. 04-10-0038	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0065-vu	Partielle Differentialgleichungen II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen nichtlinearer partieller Differentialgleichungen mit modernen Methoden. Die Ausrichtung der Vorlesung ist vom Interessensgebiet der Studierenden bzw. des Dozenten abhängig.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: je nach Schwerpunktsetzung: Modul Partielle Differentialgleichungen I, oder Modul Funktionalanalysis + Modul Partielle Differentialgleichungen: klassische Methoden.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Gilbarg, Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order Amann: Linear and Quasilinear Parabolic Problems Dafermos: Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics Galdi: An Introduction to Mathematical Theory of the Navier-Stokes Equations
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Partielle Differentialgleichungen: Klassische Methoden (Elementare partielle Differentialgleichungen)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0039/de	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0153-vu	Elementare PDGL: Klassische Methoden	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Klassifikation partieller Differentialgleichungen, Charakteristikenmethode,explizite Darstellungen von Lösungen der Wellengleichung und der Wärmeleitungsgleichung,physikalische Interpretation; Fundamentallösung undGreensche Funktionen für elliptische Differentialgleichungen, Maximumprinzip;explizite Lösung durch Fourierreihen in speziellen Gebieten.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls k#246;nnen die Studierenden - die Grundtypen linearer partieller Differentialgleichungen mit klassischenund expliziten L#246;sungsmethoden untersuchen - Mathematische Modelle zur Behandlung grundlegender naturwissenschaftlicherund

	technischer Problemstellungen aufstellen und analysieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module: Analysis und Lineare Algebra, gewöhnliche Differentialgleichungen,Integration
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.CE: Pflicht Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS: math. Wahlbereich (B) FürB.Sc.WiMa, B.Sc.ME: math. Wahlbereich Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa:Ergänzungsbereich auch in den Studiengängen der Fachbereiche Physik,Mechanik, Chemie, Maschinenbau, Bauingenieurwesen, Elektotechnik undInformationstechnik
9	**Literatur** John: Partial Differential Equations Jost: Partielle Differentialgleichungen Strauss: Partielle Differentialgleichungen Sauvigny: Partielle Differentialgleichungen der Geometrie und Physik. Band1: Grundlagen und Integraldarstellungen
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Optimierung**					
Modul Nr. 04-10-0040/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0023-vu	Einführung in die Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

konvexe Mengen und Funktionen; Einführung in die Polyedertheorie; Optimalitäts-und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung; Simplex- Verfahren zur Lösung linearer Optimierungsprobleme; polynomiale Komplexität der Linearen Optimierung; Verfahren für quadratische Optimierungsprobleme.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls

- beherrschen sie die Optimalitäts- und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung und können sie anwenden
- sind sie mit den Grundlagen der Polyedertheorie und der Theorie konvexer Funktionen vertraut
- kennen sie die grundlegenden numerischen Lösungsverfahren für lineare und quadratische Optimierungsprobleme
- können sie lineare und quadratische Optimierungsprobleme bei praktischen Problemstellungen modellieren und lösen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik M.Sc. ETIT
9	**Literatur** Chvatal: Linear Programming Geiger, Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Jarre, Stoer: Optimierung Nocedal; Wright: Numerical Optimization; Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming; Ziegler: Lectures on Polytopes
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to Optimization					
Modul Nr. 04-10-0040/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0023-vu	Einführung in die Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** konvexe Mengen und Funktionen; Einführung in die Polyedertheorie; Optimalitäts-und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung; Simplex- Verfahren zur Lösung linearer Optimierungsprobleme; polynomiale Komplexität der Linearen Optimierung; Verfahren für quadratische Optimierungsprobleme.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - beherrschen sie die Optimalitäts- und Dualitätstheorie der Linearen Optimierung und können sie anwenden - sind sie mit den Grundlagen der Polyedertheorie und der Theorie konvexer Funktionen vertraut - kennen sie die grundlegenden numerischen Lösungsverfahren für lineare und quadratische Optimierungsprobleme - können sie lineare und quadratische Optimierungsprobleme bei praktischen Problemstellungen modellieren und lösen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module: Analysis und Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**Literatur** Chvatal: Linear Programming Geiger; Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Jarre, Stoer: Optimierung Nocedal; Wright: Numerical Optimization; Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming; Ziegler: Lectures on Polytopes
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

<table>
<tr><td colspan="6">Optimierung in Wirtschaft und Industrie</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0041/de</td><td>Leistungspunkte
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0136-vu</td><td>Optimierung in Wirtschaft und Industrie</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
mathematische Modellbildung; Einführung in die Theorie von 2-Personen- Spielen; Prinzip der Dualität und seine Anwendungen; lösen Linearer Programme mit sehr vielen Variablen; lösen ganzzahlig linearer Programme; statische und dynamische Netzwerkprobleme.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach dem Besuch des Moduls
- können sie praktische Problemstellungen auf der Basis von linearer und ganzzahliger Optimierung mathematisch modellieren
- kennen sie Lösungsverfahren für solche Probleme (Branch and Bound, Schnittebenen, Spaltengenerierung, Heuristiken)
- verstehen sie die besondere Bedeutung von Dualitätsaspekten in Spieltheorie, Netzwerktheorie und Linearer Programmierung</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Mindestens Kenntnisse der Linearen Programmierung;
Programmierkenntnisse möglichst in C++</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
</table>

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.WiMa., B.Sc.ME: math. Wahlbereich (Optimierung); Für B.Sc.Math, B.Sc.MCS: C; Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich (Optimierung); Für CE: als mathematisches Wahlmodul
9	**Literatur** Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization Ahuja, Magnanti, Orlin: Network Flows: Theory, Algorithms, and Application
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen - Anfangswertprobleme

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0042/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0134-vu	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen - Anfangswertprobleme	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Anfangswertprobleme: Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, Konvergenzanalyse, Stabilitätsbegriffe
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können verschiedene numerische Lösungsverfahren und Konstruktionsprinzipien beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden und Prinzipien vergleichen, modifizieren und kombinieren können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Einführung in die Numerik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ing.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik (PO 2011 oder in PO 2018 im Wahlpflichtbereich als "weitere Veranstaltungen nach Modulhandbuch oder nach Genehmigung"), M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics Nicht zusammen mit Modul 04-10-0393/de wählbar M.Sc. ETIT
9	**Literatur** Deuflhard, Bornemann: Numerische Mathematik 2 Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik 2
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num) Die Veranstaltung wird geblockt in den ersten acht Wochen des Semesters mit 4+2 Stunden gelesen

Modulbeschreibung

Modulname

Numerische Lineare Algebra

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0043/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache						Modulverantwortliche Person
Deutsch						Dr. rer. nat. Alf Gerisch

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0139-vu	Numerische Lineare Algebra	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, Singulärwertzerlegung, Eigenwertprobleme.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die wichtigsten numerischen Verfahren der linearen Algebra beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Vorkenntnisse				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics				

	M.Sc. ETIT
9	**Literatur** Trefethen/Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 2, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname

Numerical Linear Algebra

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0043/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Dr. rer. nat. Alf Gerisch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0139-vu	Numerische Lineare Algebra	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, Singulärwertzerlegung, Eigenwertprobleme.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die wichtigsten numerischen Verfahren der linearen Algebra beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Vorkenntnisse
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Trefethen/Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 2, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Mathematische Modellierung**					
Modul Nr. 04-10-0044/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

<table>
<tr><td></td><td>04-00-0140-vu</td><td>Einführung in die Mathematische Modellierung</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Grundlagen, statische lineare, nicht-lineare und diskrete Systeme, dynamische Systeme in ein und mehreren Dimensionen, Systeme mit Gegner, Zufall.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden können grundlegende Techniken der mathematischen Modellierung wiedergeben, beschreiben und anwenden. Sie kennen für typische Anwendungsaufgaben einfache Lösungsmethoden für die entstehenden mathematischen Grundprobleme und können sie anwenden.
Sie sollen in neuen Anwendungsgebieten mögliche mathematische Modellierungsansätze erkennen und übertragen und Ergebnisse interpretieren können.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis und Lineare Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik</td></tr>
</table>

9	**Literatur** Skript
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname **Wahrscheinlichkeitstheorie**					
Modul Nr. 04-10-0045/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0141-vu	Wahrscheinlichkeitstheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Maßtheoretische Grundlagen, Integrationstheorie, Zufallsgrößen, Konvergenzbegriffe, charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, 0-1-Gesetze, bedingte Erwartungen, zeitdiskrete Martingale, Grenzwertsätze (Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Wahrscheinlichkeitstheorie. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Integrationstheorie, Einführung in die Stochastik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der

	voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bauer: Probability Theory Billingsley: Probability and Measure Elstrodt: Maß-und Integrationstheorie Gänssler, Stute: Wahrscheinlichkeitstheorie Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname **Probability Theory**					
Modul Nr. 04-10-0045/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0071-vu	Probability Theory	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Maßtheoretische Grundlagen, Integrationstheorie, Zufallsgrößen, Konvergenzbegriffe, charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, 0-1-Gesetze, bedingte Erwartungen, zeitdiskrete Martingale, Grenzwertsätze (Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Wahrscheinlichkeitstheorie. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Integrationstheorie, Einführung in die Stochastik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik

9	**Literatur** Bauer: Probability Theory Billingsley: Probability and Measure Elstrodt: Maß-und Integrationstheorie Gänssler, Stute: Wahrscheinlichkeitstheorie Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Einführung in die Finanzmathematik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0047/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0084-vu	Einführung in die Finanzmathematik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Optionen, Arbitragegrenzen, Ein-Perioden-Modell, stochastische Integrale, Gleichung des Aktienpreises, Ito-Formel, Black-Scholes-Formel, Bewertung von Optionen mit numerischen Verfahren.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Finanzmathematik.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Bingham, Kiesel: Risk-Neutral Valuation; Elliott, Kopp: Mathematics of Financial Markets; Irle: Finanzmathematik; Musiela, Rutkowski: Martingale Methods in Financial Modelling; Pliska: Introduction to Mathematical Finance; Shreve: Stochastic Calculus for Finance I (Discrete Time Models)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Lebensversicherungsmathematik**					
Modul Nr. 04-10-0049/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0162-vu	Lebensversicherungsmathematik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** 0. Grundprinzipien von Versicherungen \ 1. Elementare Finanzmathematik \ 2. Funktionen von beschränkter Variation, Lebesgue-Stieltjes-Integral \ 3. Äquivalenzprinzip und Nettodeckungskapitial \ 4. Grundbegriffe der LV-Mathematik, Beispiele \ 5. Thielesche Integralgleichung \ 6. Bedingte Erwartungen, Martingale \ 7. Satz von Hattendorf \ Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** - Grundprinzipien von Versicherungen verstehen, \ - Hauptmodell der Lebensversicherungsmathematik kennen, \ - in Beispielen für Lebensversicherungsverträge die Prämienberechnung durchführen, \ - neue Lebensversicherungsverträge erstellen und die Prämienberechnungsformeln herleiten, \ - Grundwissen über Martingaltheorie kennen \ Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Stochastik \ Maß- und Integrationstheorie \ empfohlen: gleichzeitiger Besuch von Probability Theory / Wahrscheinlichkeitstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.Math, B.Sc.WiMa: Wahlpflichtbereich

	Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Klaus D. Schmidt: Versicherungsmathematik. Springer.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Externes Praktikum**					
Modul Nr. 04-10-0051/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Praktikumstätigkeit außerhalb der Universität bei einem Unternehmen oder einer Institution. Erwerb von berufsqualifizierenden Fähigkeiten und Soft Skills durch eine externe Praktikumstätigkeit in einem für Mathematiker*innen relevanten Arbeitsumfeld, Erlernen von Fähigkeiten, Mathematik in der Praxis einzusetzen.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Praktikumstätigkeit außerhalb der Universität bei einem Unternehmen oder einer Institution in einem Umfeld, das als potentielle Arbeitsumgebung einer Mathematikerin/eines Mathematikers geeignet ist. Das Praktikum muss einen mathematikbezogenen Inhalt haben.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** In der Regel werden Praktikumsplätze auf Eigeninitiative der Studierenden gefunden. Damit ein Praktikum anerkannt werden kann, muss es sich hinreichend für den Studiengang eignen. Die Eignung des Praktikums muss von einer Dozentin/einem Dozenten des Fachbereichs Mathematik anerkannt werden, die/der dann auch den Schein ausstellt.				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Bericht und Vortrag bei mitbetreuender Dozentin/mitbetreuendem Dozenten des Fachbereichs
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik (nur PO 2011!), M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics nur PO 2011 und PO 2018)
9	**Literatur**
10	**Kommentar** 4 Wochen / 150 Stunden Praktikum empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (nur PO 2011) oder Master (nur PO 2011 und PO 2018)

Modulbeschreibung

Modulname					
Projekt in Mathematik (Bachelor)					
Modul Nr. 04-10-0053/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX				

	angewendet werden.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können für eine konkrete Problemstellung Lösungsstrategien entwickeln und umsetzen. Sie können eine umfangreiche Aufgabe in Teilschritte gliedern, Zwischenzielen formulieren, sinnvolle Teilaufgaben definieren, und geeignet präsentieren. Je nach Thema können sie auch experimentell arbeiten und Software anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Präsentation der Projektergebnisse in einem Vortrag, schriftliche Ausarbeitung.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr als Ersatz für ein Seminar. Kann als Ausgangspunkt einer Bachelorarbeit dienen.

Modulbeschreibung

Modulname **Project in Mathematics (Bachelor)**					
Modul Nr. 04-10-0053/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester

<table>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX angewendet werden.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden können für eine konkrete Problemstellung Lösungsstrategien entwickeln und umsetzen. Sie können eine umfangreiche Aufgabe in Teilschritte gliedern, Zwischenzielen formulieren, sinnvolle Teilaufgaben definieren, und geeignet präsentieren. Je nach Thema können sie auch experimentell arbeiten und Software anwenden.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: themenabhängig</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
Studienleistung: Präsentation der Projektergebnisse in einem Vortrag, schriftliche Ausarbeitung.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
themenabhängig</td></tr>
</table>

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr als Ersatz für ein Seminar. Kann als Ausgangspunkt einer Bachelorarbeit dienen.

Modulbeschreibung

Modulname **Applied Proof Theory**					
Modul Nr. 04-10-0058/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0166-vu	Applied Proof Theory	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Diese Vorlesung entwickelt die wichtigsten Methoden der angewandten Beweistheorie, nämlich sogenannte Beweisinterpretationen, und gibt Anwendungen in unterschiedlichen Gebieten der Mathematik wie Approximationstheorie, nichtlineare Analysis, Ergodentheorie. Bei diesen Anwendungen geht es um die Extraktion effektiver Schranken und neuer Uniformitätsaussagen aus prima facie ineffektiven Beweisen. Die hauptsächlich behandelten Methoden sind: Herbrand-Theorie, Kreisels no-counterexample Interpretation, modifizierte Realisierbarkeit (Kreisel), Gödels Funktionalinterpretation, Negativübersetzungen (Gödel), Funktionalinterpretation der vollen Analysis (Spector), monotone Interpretationen und ihre Erweitung auf Systeme mit Klassen von abstrakten (nicht separablen) Strukturen, wie allgemeinen metrischen, hyperbolischen und normierten Räumen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

1) Kalküle der intuitionistischen Logik, Arithmetik und Analysis (auch in höheren Typen) angeben und anwenden;

2) die behandelten Beweisinterpretationen (modifizierte Realisierbarkeit, Funktionalinterpretation und deren monotone Versionen) und deren Theorie und Anwendungen vertieft beherrschen;

3) die behandelten logischen Metatheoreme (sowohl für konkrete polnische Räume, wie auch für abstrakte Strukturen) in ihrem Anwendungsbereich einordnen und

4) diese selbständig (z.B. im Rahmen einer Master-Arbeit) auf Probleme in der Analysis (Approximationstheorie, Fixpunkttheorie und Ergodentheorie) anwenden;

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Introduction to Mathematical Logic, Introduction to Computability Theory

	(nützlich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Kohlenbach, U.: Applied Proof Theory: Proof Interpretations and Their Use in Mathematics. Springer Monograph in Mathematics, xx+536pp., 2008
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log) Kann aufgrund von inhaltlichen Überschneidungen nicht parallel zu Basic Applied Proof Theory oder Advanced Applied Proof Theory eingebracht werden.

Modulbeschreibung

Modulname

Introduction to Computability Theory

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0059/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0167-vu	Introduction to Computability Theory	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die klassische Rekursionstheorie (Berechenbarkeitstheorie) und kulminiert in der Lösung von Posts Problem durch die Prioritätsmethode (Friedberg/Muchnik). Inhaltsverzeichnis: Basis- Maschine, Definition rekursiver Funktionen, Kodes und Indizes, Kleenes Normalform-Theorem, Kleenes Rekursionstheorem, These von Church, relative Rekursion, arithmetische Hierarchie, rekursiv aufzählbare Relationen, Turing-Grade, Lösung des Problems von Post, berechenbare Funktionale.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden 1) die grundlegenden Theoreme der klassischen Berechenbarkeitstheorie (Normalformtheoreme, S-m-n Theorem, Rekursionstheoreme) in ihrem Inhalt und ihrer Bedeutung wiederzugeben und in einfacheren Situtationen anzuwenden; 2) arithmetisch definierte Prädikate ihrer Komplexität nach in der arithmetischen Hierarchie einzuordnen; 3) verschiedene Reduktionsbegriffe (many-one, truth-table, Turing) in ihrer unterschiedlichen Bedeutung wiedergeben und gegebüberstellen; 4) zu einem Grundverständnis der Prioritätsmethode von Friedberg und Muchnik und zur selbstständigen Erarbeiten weiterführender Literatur hierzu.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Computability Theory Alternativ für Studierende der Informatik: - Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** Shoenfield, Joseph R.: Recursion Theory. ASL and A K Peters, 96pp., 2001. Cutland, Nigel J.: Computability. Cambridge University Press 1980.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Modal Logics

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0061/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0170-vu	Modal Logics	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Kripke Semantik für Modallogiken; Bisimulation: Spiele und Ausdruckstärke; Modallogik als Fragment der Logik erster Stufe; klassische Korrespondenztheorie; Endliche Modelltheorie der Modallogik; relevante Erweiterungen der Modallogik (z.B. temporale Logiken, Prozesslogiken, μ-Kalkül, guarded logics)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe und Techniken der Modelltheorie von Modallogiken. Sie können die klassischen Sätze und Beweismethoden einsetzen, um die Kripke-Semantik diverser klassischer Modallogiken und exemplarischer Weiterungen zu analysieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic Alternativ für Studierende der Informatik: Aussagenlogik und Prädikatenlogik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Blackburn, de Rijke, Venema: Modal Logic Goranko, Otto: Model Theory of Modal Logics, in: Handbook of Modal Logic, Blackburn, van Benthem, Wolter (eds)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Numerik von Hyperbolischen Differentialgleichungen**					
Modul Nr. 04-10-0071	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0156-vu	Numerik von Hyperbolischen Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Hyperbolische Differentialgleichungen: Klassische Lösungen, schwache Lösungen, Konsistenz, CFL-Bedingung, Konvergenz, Finite-Volumen-Verfahren, Verfahren höherer Ordnung, Randbedingungen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Die Studierenden können die wesentlichen Konstruktionsprinzipien numerischer Lösungsverfahren für hyperbolische Differentialgleichungen beschreiben, erklären und anwenden. Sie sollen die Verfahren analysieren, beurteilen und vergleichen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** LeVeque: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge University Press 2003; Großmann/Roos: Numerik Partieller Differentialgleichungen, Teubner 2005.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Halten einer Übungsgruppe**					
Modul Nr. 04-10-0077	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0049-ku	Halten einer Übungsgruppe	0	Kurs	0

2	**Lerninhalt** Teilnahme an Übungsgruppenleiterschulung inkl. Hospitation im Semester, Vorbereiten und Halten einer Übungsgruppe, Korrektur schriftlicher Übungen, Teilnahme an Vorbesprechungen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden - Mathematik vermitteln und Verständnisprobleme erkennen, - vor einer größeren Gruppe frei sprechen, - auf Fragen eingehen und die Gruppe moderieren, - Vorlesungsinhalte selbständig durchdringen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** die nötige fachliche und didaktische Kompetenz
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Aktive Teilnahme an der Übungsgruppenleiterschulung inkl. anschließender Hospitationen im Semester, erfolgreiches Halten einer Übungsgruppe, aktive Teilnahme an Vorbesprechungen. Positive Evaluation der individuellen Leistung durch den Dozenten; dazu kann ein kurzer Bericht verlangt werden.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur**
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname					
Projekt in Mathematik (Master)					
Modul Nr. 04-10-0080	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0080-ku	Projekt in Mathematik (Master)	0	Projekt	0

2 Lerninhalt

Eine komplexe Problemstellung wird durch kleine Gruppen bearbeitet. Das Thema darf offen formuliert sein und erst während der Bearbeitung präzisiert oder fokussiert werden. Die fachlichen Inhalte sind themenabhängig. Über den Fortgang der Projektbearbeitung wird regelmäßig berichtet. Den Abschluss bildet eine Projektpräsentation, in der die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse schriftlich ausgearbeitet; dabei soll ein wissenschaftliches Schreibsystem wie LaTeX angewendet werden.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können für eine konkrete Problemstellung Lösungsstrategien entwickeln und umsetzen. Sie können eine umfangreiche Aufgabe in Teilschritte gliedern, Zwischenzielen formulieren, sinnvolle Teilaufgaben definieren, und geeignet präsentieren. Je nach Thema können sie auch experimentell arbeiten und Software anwenden.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Präsentation der Projektergebnisse in einem Vortrag.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master

Modulbeschreibung

Modulname					
Lehren und Lernen von Mathematik					
Modul Nr. 04-10-0086/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0179-vu	Lehren und Lernen von Mathematik	0	Vorlesung und Übung	4
2	**Lerninhalt** Modelle zur Behandlung typischer Unterrichtssituationen, Aufgabentheorie, Lernzieltypologie, Wege zum langfristigen Kompetenzaufbau				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden unterschiedliche theoretische Konzepte und Gestaltungsmodelle für typische mathematische Lehr- und Lernsituationen in heterogenen Lerngruppen beschreiben und umsetzen, Aufgaben auswählen und gestalten mit einem definierten Kompetenzprofil und können die Ziele und Inhalte mathematischer Lernumgebungen begründen				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra oder vergleichbare Vorkenntnisse				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Skript Bruder,R., Leuders,T., Büchter,A.(2008): Mathematikunterricht entwickeln, Cornelsen Verlag Scriptor ; Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B. Weigand, H.-G. (Hrsg.)(2015), Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer Berlin Heidelberg
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (GLL)**					
Modul Nr. 04-10-0087/de	**Leistungspunkte** 10 CP	**Arbeitsaufwand** 300 h	**Selbststudium** 240 h	**Moduldauer** 2 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0107-ps	Fachdidaktisches Proseminar	0	Proseminar	0
04-00-0179-vu	Lehren und Lernen von Mathematik	0	Vorlesung	4
04-10-0322-vl	Mathematische Aufgabenvielfalt (online)	0	Vorlesung	0

2 Lerninhalt

Siehe Teilmodule „Lehren und Lernen von Mathematik", „Mathematische Aufgabenvielfalt (online)" und „Fachdidaktisches Proseminar"

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Siehe Teilmodule „Lehren und Lernen von Mathematik", „Mathematische Aufgabenvielfalt (online)" und „Fachdidaktisches Proseminar"

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Siehe Teilmodule „Lehren und Lernen von Mathematik", „Mathematische Aufgabenvielfalt (online)" und „Fachdidaktisches Proseminar"

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul für LaG.Math.

9 Literatur

Siehe Teilmodule „Lehren und Lernen von Mathematik", „Mathematische Aufgabenvielfalt (online)" und „Fachdidaktisches Proseminar"

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Projekt (LaG)					
Modul Nr. 04-10-0088/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0038-pj	Fachdidaktisches Projekt: Lernleistungsdiagnostik	0	Projekt	0
04-00-0039-pj	Fachdidaktisches Projekt: Algebra in der Schule	0	Projekt	0
04-00-0043-pj	Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen lernen	0	Projekt	0
04-00-0113-pj	Fachdidaktisches Projekt: Anwendungsorientierter Mathematikunterricht	0	Projekt	0
04-00-0292-pj	Fachdidaktisches Projekt: Analysis in der Schule	0	Projekt	0

2 Lerninhalt

Siehe Teilmodule

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Siehe Teilmodule

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Pflichtmodul: „Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik“ abgeschlossen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Fachdidaktisches Projekt im Wahlpflichtbereich
9	**Literatur** Siehe Teilmodule
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Geometrie (für das Lehramt)					
Modul Nr. 04-10-0091/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0110-vu	Geometrie (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Euklidische Geometrie: Geraden, Dreiecke, Kreise, Kreisspiegelungen, Kegelschnitte, Keplersche Gesetze. Ausblick in sphärische, hyperbolische oder projektive Geometrie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die elementargeometrischen Grundbegriffe und Methoden und können diese auf typische Fragestellungen anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Lineare Algebra (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: Sonderform (In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** I. Agricola, T. Friedrichs Elementargeometrie, Vieweg - Teubner G.A. Jennings: Modern geometry with applications, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Praxisphase III: Fachdidaktische Schulpraktische Studien Mathematik**					
Modul Nr. 04-10-0093/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0044-se	Praxisphase III: Fachdidaktische Schulpraktische Studien	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Beobachtung, Planung und Reflexion von Mathematikunterricht sowie didaktischer und methodischer Konzepte der Unterrichtsgestaltung unter Einbindung fachdidaktischer Literatur; tiefgreifende Auseinandersetzung mit einem fachdidaktischen Schwerpunkt. Die Studierenden führen ihr Portfolio aus den Praxisphasen I und II während der Praktikumszeit fort, nehmen an einem Beratungsangebot teil und verfassen einen Praktikumsbericht.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind in der Lage, kriterienbasiert Unterricht zu beobachten, zu analysieren und zu planen und die eigene Durchführung entsprechend zu reflektieren. Sie können auf der Grundlage fachdidaktischer Literatur Unterrichtsentwürfe mit didaktischer und methodischer Analyse verfassen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxisphase I (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Barzel, B., Holzäpfel, L., Leuders, T., Streit, C. (2011). Scriptor Praxis - Mathematik: Mathematik unterrichten: Planen, durchführen, reflektieren: Buch mit Kopiervorlagen. Cornelsen Verlag Scriptor. Kratz, H. (2011). Wege zu einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht – Ein Studien- und Praxisbuch für die Sekundarstufe. Kallmeyer – Klett, Seelze. Meyer, H. (2004). Praxisbuch: Was ist guter Unterricht? Mit didaktischer Landkarte. Cornelsen Verlag Scriptor.

10	**Kommentar** Verantwortlich: Frau Krüger (did)

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in Excel (online)					
Modul Nr. 04-10-0095/de	**Leistungspunkte** 0 CP	**Arbeitsaufwand** 0 h	**Selbststudium** 0 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0095-ku	Einführung in Excel (online)	0	Kurs	0

2	**Lerninhalt** Grundlagen von Excel zum Einsatz im Mathematikunterricht, Diagramme und Zufallszahlen, Funktionen und Schieberegler, Rekursionen und Iterationen, (interaktive) Arbeitsblätter
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Teilnehmer ... erlangen Kenntnisse zur allgemeinen Bedienung von Excel sowie speziell zu für den Mathematikunterricht geeigneten Funktionen und Möglichkeiten. ... können das Programm über Basisfunktionen hinaus für mathematische Anwendungen sowie im Unterricht einsetzen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt (nur als freiwillige zusätzliche Leistung)
9	**Literatur** Moodle-Kurs online
10	**Kommentar** Verantwortlich: Frau Krüger (did)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik I für Informatik**					
Modul Nr. 04-10-0118/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0128-vu	Mathematik I (für Informatik und Wirtschaftsinformatik)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

- Mengen, Relationen, Funktionen, algebraische Grundstrukturen
- modulare Arithmetik, RSA Verfahren für Verschlüsselung von Daten
- endlichdimensionale Vektorräume, lineare Abbildungen und Matrizen, Gauß-Algorithmus, Determinanten, Eigenwerte
- Grundlagen: reelle und komplexe Zahlen
- Folgen und Konvergenz

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

- Beherrschung der mengentheoretischen Sprechweise

	• Vertrautheit mit grundlegenden algebraischen Strukturen und Grundbegriffen • Verständnis der grundlegenden Begriffe der linearen Algebra • Beherrschung der grundlegenden Algorithmen der linearen Algebra • Verständnis des Begriffs der reellen Zahlen und Beherrschung des Umgangs mit Grenzwertprozessen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Min). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** • Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure I/II, Teubner • Meyberg/Vachenauer: Höhere Mathematik I/II, Springer-Verlag

	• Vorlesungsskript
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik II für Informatik**						
Modul Nr. 04-10-0119/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester	
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach			
1	**Kurse des Moduls**					
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**	
	04-00-0087-vu	Mathematik II (für Informatik und Wirtschaftsinformatik)	0	Vorlesung und Übung	6	
2	**Lerninhalt** • Reihen und Potenzreihen • elementare Funktionen • reelle Funktionen und Stetigkeit • Differentialrechnung, Extrema, Umkehrfunktion • Exponentialfunktion und Logarithmus • Integralrechnung: Integrale, Hauptsatz, Integrationsmethoden • reelle Funktionen in mehreren Variablen • Taylorreihen, Fourierreihen • gewöhnliche Differentialgleichungen, elementare Lösungsmethoden und Beispiele, lineare Differentialgleichungen					
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**					

	• Beherrschung der wichtigsten Konvergenzkriterien für Reihen und ihrer Anwendung • Sicherheit im Umgang mit elementaren Funktionen wie Exponentialfunktion, Winkelfunktionen und Logarithmus • Verständnis topologischer Grundbegriffe und ihrer Verwendung • Verständnis des Begriffs der Differenzierbarkeit und Beherrschung der Differentiationsregeln • Verständnis des Riemann-Integrals und Beherrschung einfacher Integrationstechniken • Verständnis der Differentiation von Funktionen mehrerer reeller Variablen • Fähigkeit, Extremwertsaufgaben für Funktionen in mehreren Variablen zu lösen • Vertrautheit mit einfachen gewöhnlichen Differentialgleichungen und Lösungsmethoden dafür
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik I
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Min), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Min). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** • Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure I/II, Teubner • Meyberg/Vachenauer: Höhere Mathematik I/II, Springer-Verlag • Vorlesungsskript
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit**					
Modul Nr. 04-10-0120/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0091-vu	Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Einführung: Transitionssysteme, Wörter, Sprachen; Mathematische Grundbegriffe und elementare Beweismethoden; Endliche Automaten und reguläre Sprachen; Determinismus und Nichtdeterminismus, Abschlusseigenschaften und Automatenkonstruktionen; Sätze von Kleene, Myhill-Nerode, Pumping Lemma; Grammatiken und Chomsky-Hierarchie, kontextfreie Sprachen, Abschlusseigenschaften, Pumping Lemma, CYK Algorithmus; Berechnungsmodelle: Kellerautomaten, Turingmaschinen; Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit in der Chomsky-Hierarchie				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden lernen elementare Techniken und Methoden der diskreten Mathematik im Umfeld von formalen Sprachen und Automaten kennen und anzuwenden; sie lernen, endliche Automaten als Beispiel eines fundamentalen Berechnungsmodells operational und semantisch zu interpretieren und zu analysieren. Sie verfügen über die notwendigen Grundkenntnisse, Grammatiken und formale Sprachen im Rahmen der Chomsky-Hierarchie und zugehöriger Berechnungsmodelle einzuordnen und zu analysieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Min), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Min). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflichtveranstaltung in Informatik-Studiengängen; Bestandteil des Moduls "Formale Grundlagen der Imformatik" im BSc Mathematik
9	**Literatur** Schöning: Theoretische Informatik -- kurz gefasst \newline Hopcroft, Motwani, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie

	\newline Wegener: Theoretische Informatik -- eine algorithmenorientierte Einführung \newline Skript (elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de#47;˜otto)
10	**Kommentar** durchgeführt als Teil einer (4+2) Veranstaltung

Modulbeschreibung

Modulname

Aussagenlogik und Prädikatenlogik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0121/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0090-vu	Aussagenlogik und Prädikatenlogik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Syntax und Semantik der Aussagenlogik, funktionale Vollständigkeit und Normalformen, Kompaktheitssatz der Aussagenlogik, vollständige Beweiskalküle: Resolution und ein Sequenzenkalkül; \newline Syntax und Semantik der Logik erster Stufe, Strukturen und Belegungen, Normalformen und Skolemisierung, der Satz von Herbrand und der Kompaktheitsstaz der Logik erster Stufe, vollständige Beweiskalküle: (Grundinstanzen-)Resolution und ein Sequenzenkalkül, Gödelscher Vollständigkeitssatz, Unentscheidbarkeit der Logik erster Stufe; \newline optional: Exkurse zu Ausdrucksstärke und model checking
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden werden mit Inhalten und Methoden der mathematischen Logik und ihrer Rolle in der Informatik vertraut gemacht. Sie lernen die grundlegenden Begriffe und Resultate der Logik, insbesondere der Logik erster Stufe, kennen und anzuwenden. Sie beherrschen die grundsätzlichen mathematischen Methoden in der Behandlung von Syntax, Semantik und formalen Beweisen, sowie die Diskussion einfacher modelltheoretischer und algorithmischer Aspekte der behandelten logischen Systeme
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (90 Min), bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich (30 Min). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflichtveranstaltung in Informatik-Studiengängen, Bestandteil des Moduls "Formale Grundlagen der Informatik" im BSc Mathematik
9	**Literatur** Burris: Logic for Mathematics and Computer Science \newline Schöning: Logik für Informatiker \newline Boolos, Burgess, Jeffrey: Computability and Logic \newline Skript (2 Teile, elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de#47;˜otto)
10	**Kommentar** durchgeführt als Teil einer (4+2) Veranstaltung

Modulbeschreibung

Modulname

Lineare Algebra (für das Lehramt)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0124/de	9 CP	270 h	180 h	2 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0067-vu	Lineare Algebra II (für Physik und Lehramt Mathematik)	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0117-vu	Lineare Algebra I (für Physik und Lehramt Mathematik)	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Vektorräume und lineare Abbildungen, Matrizen, Basistransformationen, lineare Gleichungssysteme, Determinanten, Eigenwerte, orthogonale und unitäre Transformationen, symmetrische, hermitesche und normale Matrizen, quadratische Formen, Diagonalisierung und Normalformen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen Konzepte, Begriffe und Methoden der Linearen Algebra, insbesondere analytische Geometrie, Vektorräume und lineare Abbildungen, Matrizen, Eigenwerte und Orthogonalisierung. Sie sind befähigt, mathematische Lösungsstrategien im Hinblick auf die genannten Themenfelder mit den erlernten Methoden anzuwenden, mathematische Beweise nachzuvollziehen und in einfachen Fällen zu führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

keine

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
Studienleistung: Sonderform (In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als

	Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** K. Jänich: Lineare Algebra G.Fischer: Lineare Algebra P. Halmos: Finite-dimensional vector spaces G. Fischer: Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Springer 2012
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar (LaG)**					
Modul Nr. 04-10-0135/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0039-se	Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule	0	Seminar	2
04-00-0109-se	Fachdidaktisches Seminar: Aufgabenpraktikum online	0	Seminar	2
04-00-0112-se	Fachdidaktisches Seminar: Mathematische Modellierung mit Schülern	0	Seminar	2

	04-00-0159-se	Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule	0	Seminar	2
	04-00-0160-se	Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule	0	Seminar	2
	04-00-0249-se	Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule	0	Seminar	2
	04-00-0291-se	Fachdidaktisches Seminar: Langfristiger Kompetenzaufbau	0	Seminar	2
	04-10-0533-se	Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule	0	Seminar	2

2 **Lerninhalt**

Thematische Ausrichtung der Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien fachlich entlang der Leitideen der Bildungsstandards bzw. themenübergreifend entlang der prozessbezogenen Kompetenzen Argumentieren, Modellieren oder Problemlösen.

\begin{itemize}
\item Geometrie: allgemeinbildende Grunderfahrungen im Geometrieunterricht, Raumdarstellungs- und –vorstellungsvermögen, Curriculum, Technologieeinsatz, Unterrichtsgestaltung.

\item Algebra: Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen in den Sekundarstufen, Rechnenkönnen, Teilbarkeitsuntersuchungen; Fehlvorstellungen von Schülern; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung.

\item Analysis: Funktionspropädeutik, Funktionsuntersuchungen, Lokale Änderungsrate und Grenzwertbegriff, Riemannscher Integralbegriff, Anwendungen der Infinitesimalrechnung in der Schule, Fehlvorstellungen von Schülern; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung
\end{itemize}

3 **Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

siehe Teilmodule

4 **Voraussetzung für die Teilnahme**

Pflichtmodul „Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik“ abgeschlossen

5 **Prüfungsform**

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 **Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7 **Benotung**

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 **Verwendbarkeit des Moduls**

	Fachdidaktisches Seminar im Wahlpflichtbereich, K-Modul
9	**Literatur** siehe Teilmodule
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (alg), Bachelor**					
Modul Nr. 04-10-0139/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0350-se	Seminar in Mathematics (alg), Bachelor	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** themenabhängig				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig				
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0350-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung				

7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0350-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Seminar in Mathematics (alg), Bachelor**					
Modul Nr. 04-10-0139/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0351-se	Seminar in Mathematics (alg), Bachelor	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig

5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0351-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0351-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (ana), Bachelor**					
Modul Nr. 04-10-0140/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0352-se	Mathematisches Seminar (ana), Bachelor	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** themenabhängig				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0352-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0352-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Seminar in Mathematics (ana), Bachelor**					
Modul Nr. 04-10-0140/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

<table>
<tr><td colspan="2">Sprache
Englisch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in des Fachbereichs 04</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-10-0353-se</td><td>Seminar in Mathematics (ana), Bachelor</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
themenabhängig</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: themenabhängig</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Bausteinbegleitende Prüfung:
[04-10-0353-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden)
Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Bausteinbegleitende Prüfung:
[04-10-0353-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
Wird je nach Thema angegeben.
Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag?
http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="5">Kommentar
empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (geo), Bachelor					
Modul Nr. 04-10-0141/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0354-se	Mathematisches Seminar (geo), Bachelor	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

themenabhängig

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0354-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0354-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik

9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (geo)

Modulbeschreibung

Modulname

Seminar in Mathematics (geo), Bachelor

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0141/en	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0355-se	Seminar in Mathematics (geo), Bachelor	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0355-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

	Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0355-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (geo)

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (log), Bachelor					
Modul Nr. 04-10-0142/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0356-se	Mathematisches Seminar (log), Bachelor	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** themenabhängig				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				

	empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0356-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0356-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Seminar in Mathematics (log), Bachelor**					
Modul Nr. 04-10-0142/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0357-se	Seminar in Mathematics (log), Bachelor	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0357-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0357-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (num), Bachelor**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0143/de	**kte** 5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0358-se	Mathematisches Seminar (num), Bachelor	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

themenabhängig

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0358-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0358-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik

9 Literatur

Wird je nach Thema angegeben.
Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag?
http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname

Seminar in Mathematics (num), Bachelor

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0143/en	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0359-se	Seminar in Mathematics (num), Bachelor	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

themenabhängig

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0359-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

	• [04-10-0359-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Seminar (opt), Bachelor

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0144/de	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0360-se	Mathematisches Seminar (opt), Bachelor	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung:

	• [04-10-0360-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0360-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Seminar in Mathematics (opt), Bachelor					
Modul Nr. 04-10-0144/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0361-se	Seminar in Mathematics (opt), Bachelor	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** themenabhängig				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich				

	schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0361-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0361-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (sto), Bachelor**					
Modul Nr. 04-10-0145/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		
1	**Kurse des Moduls**				

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0362-se	Mathematisches Seminar (sto), Bachelor	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0362-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0362-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Seminar in Mathematics (sto), Bachelor					
Modul Nr. 04-10-0145/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0363-se	Seminar in Mathematics (sto), Bachelor	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

themenabhängig

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können ein fortgeschrittenes mathematisches Thema verständlich schriftlich und mündlich präsentieren. Sie sollen sich selbstständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte erarbeiten und eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0363-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0363-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik

9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Lie-Algebren					
Modul Nr. 04-10-0147	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0022-vu	Lie-Algebren	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Halbeinfache Lie-Algebren, Cartan-Unteralgebren, Wurzelsysteme, Strukturtheorie halbeinfacher Lie-Algebren, Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren, Weylsche Charakterformel, ggf. Einführung in die Theorie der Kac-Moody-Algebren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten sind mit der Strukturtheorie und Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren vertraut.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Serre: Complex semisimple Lie algebras, Springer Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory, Springer Bourbaki: Lie groups and Lie algebras, Springer Carter: Lie algebras of finite and affine type, Cambridge University Press
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Algebraische Zahlentheorie

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0149	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0181-vu	Algebraische Zahlentheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Ganze algebraische Zahlen, Dedekindringe, Ideale, Primidealzerlegung, Idealklassengruppe, Einheitengruppe, Erweiterungen von Dedekindringen, Verzweigung, Ordnungen, ggf. weiterführende Themen wie Bewertungstheorie, L-Reihen oder Einführung in die Klassenkörpertheorie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten beherrschen die Basistechniken der algebraischen Zahlentheorie und können typische Fragestellungen beantworten.

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Neukirch: Algebraic number theory, Springer Lang: Algebraic number theory, Addison-Wesley Milne: Algebraic number theory, course notes Zagier: Zetafunktionen und quadratische Zahlkörper, Springer Cassels, Fröhlich: Algebraic number theory, Thompson
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Spektraltheorie**					
Modul Nr. 04-10-0150/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td></td><td></td><td>(CP)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>04-00-0182-vu</td><td>Spektraltheorie</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Banach- und C*-Algebren, Spektraltheorie in Banach- und C*-Algebren, Sätze von Gelfand und Funktionalkalkül, Positivität in C*-Algebren, approximierende Eins und Quotienten von C*-Algebren, Zustände und Darstellungen von C*-Algebren.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, C*-Algebren zu definieren, kommutative C*-Algebren und ihre Darstellungen zu konstruieren, die Spektraltheorie kommutativer C*-Algebren zu entwickeln und mit ihrer Hilfe kommutative C*-Algebren zu klassifizieren. Sie können den Homomorphiesatz für C*-Algebren erklären und erkennen die Bedeutung positiver Elemente für allgemeine C*-Algebren. Schließlich sind sie in der Lage, auf die Existenz von ausreichend vielen Zuständen zu schließen und mit ihrer Hilfe den Darstellungssatz von Gelfand, Neumark und Segal zu zeigen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Funktionalanalysis</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc.Math, B.Sc.Math(bilingual), B.Sc.WiMa, B.Sc.ME, B.Sc.MCS: Wahlpflichtbereich M.Sc.Math: Vertiefungsbereich und Ergänzungsbereich.</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
D. Werner: Funktionalanalysis, J.B. Conway: A Course in Functional Analysis.</td></tr>
</table>

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Complexity Theory**					
Modul Nr. 04-10-0191/en	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Kord Eickmeyer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0267-vu	Komplexitätstheorie	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Rechenmodelle und Ressourcen, polynomielles Wachstum; Entscheidungsprobleme SAT, 3SAT, Independent Set, Clique und Beziehungen zwischen ihnen; Komplexitätsklasse NP und Satz von Cook-Levin; weitere NP-vollständige Probleme; Approximationsalgorithmen und Güte, Nichtapproximierbarkeit; PSPACE und Vollständigkeit; Satz von Savitch; Satz von Immerman-Szelepcs´enyi; L, NL und Erreichbarkeit; parallele Komlexotät und Schaltkreise, P-Vollständigkeit; Kryptographie und UP; randomisierte Komplexotät; polynomielle Hierarchie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende diese Veranstaltung besucht haben, koennen sie die grundlegenden Anliegen und Methoden der klassischen Komplexitätstheorie wiedergeben. Sie erkennen die Bedeutung und die Unterschiede des asymptotischen Ressourcenbedarfs „Zeit“ und „Speicher“ von einem Algorithmus und von einem Problem. Sie können die wesentlichen Komplexitätsklassen erklären und bewerten; sowie vergleichen, d.h. Beziehungen zwischen ihnen beweisen, und Beispielprobleme in sie einordnen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** ein Proseminar aus der Logik und Logik und Grundlagen oder Formale Grundlagen der Informatik oder Einführung in die mathematische Logik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.Math: Wahlpflichtbereich M.Sc.Math: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Uwe Schöning: Theoretische Informatik kurzgefasst; Garey#47;Johnson: Computers and Intractability Papadimitriou: Computational Complexity
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Categorical Logic

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0193/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0193-vu	Categorical Logic	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** kartesisch abgeschlossene Kategorien, elementarer Topos, interne Logik, (Prä-)Garben
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - können Logikkalküle in kategoriellen Modellen interpretieren

	- können mit von Set verschiedenen Presheaf Topoi umgehen - entwickeln ein Verständnis für die intuitionistische Logik.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Skript online erhältlich
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Category Theory

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0194/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1	Kurse des Moduls			
Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand	Lehrform	SWS

			(CP)		
	04-00-0194-vu	Category Theory	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Kategorien, Funktoren, Yoneda Lemma, Limiten und Colimiten, Adjunktionen, Monaden				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - können zentrale Begriffe aus Algebra und Topologie kategoriell formulieren - können das Yoneda Lemma flexibel verwenden - sind mit Limiten und Colimiten vertraut - beherrschen den Begriff der Adjunktion in seinen verschiedenen Formulierungen - können wesentliche mathematische Sachverhalte in Termen von Adjunktionen formulieren.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** Skript online erhältlich				
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)				

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Mathematische Statistik</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0199/de</td><td>Leistungspunkte
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler</td></tr>
</table>

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0073-vu	Mathematische Statistik	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Schätzen von Verteilungen, VC Theorie, Dichteschätzung, Punktschätzverfahren, statistische Tests, Konfidenzintervalle, nichtparametrische Regression.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der mathematischen Statistik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Wahrscheinlichkeitstheorie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Witting: Mathematische Statistik I
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Schadenversicherungsmathematik**					
Modul Nr. 04-10-0200/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0197-vu	Schadenversicherungsmathematik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Bestandteile der Prämie, Ausgleich im Kollektiv, Berechnung des Schwankungszuschlags im kollektiven Modell, Schätzung des mittleren Schadens, Schadenreservierung bei lang andauernder Schadenabwicklung, Risikoteilung. Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der in der Schadenversicherungsmathematik eingesetzten Methoden. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschaetzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Probability theory, Mathematische Statistik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Mack: Schadenversicherungsmathematik
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Nichtglatte Optimierung**					
Modul Nr. 04-10-0202	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0199-vu	Nichtglatte Optimierung	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Nichtglatte Optimierung: Beispiele, Subdifferential konvexer Funktionen, Subgradienten-Verfahren, Schnittebenenverfahren, epsilon-Subdifferential, Bundle-Methoden, Anwendungen; Nichtglatte Gleichungssysteme: Beispiele, allgemeine Newton-artige Verfahren, verallgemeinerte Differentiale, Semiglattheit, semiglatte Newton-Verfahren, Anwendungen

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - kennen sie die analytischen Grundlagen und Verfahren für nichtglatte Optimierungsprobleme - verstehen sie die spezifischen Schwierigkeiten und die resultierenen Konzepte bei nichtglatten Problemen - kennen sie Anwendungsszenarien und können diese lösen - beherrschen sie Verfahren zur Lösung nichtglatter Gleichungen - kennen sie relevanter Anwendungen für nichtglatte Gleichungssysteme und können diese mit den erlernten Verfahren lösen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Optimierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** C. Geiger, C. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben W. Alt: Numerische Verfahren der konvexen, nichtglatten Optimierung J.F. Bonnans, J. Gilbert, C. Lemaréchal, C.A. Sagastizábel: Numerical Optimization
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt) Wird im Wechsel mit mit Spieltheorie und Inner-Punkte-Verfahren der konvexen Optimierung angeboten und ist empfohlen für den Wahlpflichtbereich der Studienrichtung Wirtschaftsmathematik des B.Sc. Mathematik.

Modulbeschreibung

Modulname					
Innere Punkte Verfahren der konvexen Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0203	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0200-vu	Innere Punkte Verfahren der konvexen Optimierung	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Einführung: Beispiele, klassisches Barriere-Verfahren, zentraler Pfad, Newton-Verfahren; Innere-Punkte-Verfahren für lineare Optimierung: primale Pfadverfolgungsmethode, primal-duale Pfadverfolgungsmethode, Konvergenztheorie, Komplexität; Innere-Punkte-Verfahren für allgemeine konvexe Optimierung: Selbstkonkordante Barrierefunktionen, Newton-Verfahren und Selbstkonkordanz, Short-Step Methode, Long-Step-Methode, Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden

- kennen und verstehen die Theorie und Konzepte moderner Innere-Punkte-Verfahren
- beherrschen sie die allgemeine Methodik zum Entwurf von Innere-Punkte- Verfahren für konvexe Optimierungsprobleme auf Basis selbstkonkordanter Barrierefunktionen
- kennen sie Anwendungsszenarien der allgemeinen Theorie

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Optimierung

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** S.J. Wright: Primal-Dual Interior Point Methods; Y. Nesterov, A. Nemirovski: Interior-Point Polynomial Algorithms in Convex Programming; J. Renegar: A Mathematical View of Interior-Point Methods in Convex Optimization; Y. Ye: Interior Point Algorithms: Theory and Analysis; Wiley- Interscience
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt) Wird im Wechsel mit Spieltheorie und Nichtglatte Optimierung angeboten und ist empfohlen für den Wahlpflichtbereich der Studienrichtung Wirtschaftsmathematik des B.Sc. Mathematik.

Modulbeschreibung

Modulname **Kategorientheorie**					
Modul Nr. 04-10-0210/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0210-vu	Kategorientheorie	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Kategorien, Funktoren, Yoneda Lemma, Limiten und Colimiten, Adjunktionen, Monaden				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - können zentrale Begriffe aus Algebra und Topologie kategoriell formulieren - können das Yoneda Lemma flexibel verwenden - sind mit Limiten und Colimiten vertraut				

	- beherrschen den Begriff der Adjunktion in seinen verschiedenen Formulierungen - können wesentliche mathematische Sachverhalte in Termen von Adjunktionen formulieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einf. in die Logik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Skript online erhältlich
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Kategorielle Logik**					
Modul Nr. 04-10-0211/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0211-vu	Kategorielle Logik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** kartesisch abgeschlossene Kategorien, elementarer Topos, interne Logik, (Prä-)Garben
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - können Logikkalküle in kategoriellen Modellen interpretieren - können mit von Set verschiedenen Presheaf Topoi umgehen - entwickeln ein Verständnis für die intuitionistische Logik.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einf. in die Logik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Skript online erhältlich
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Model Theory**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

<table>
<tr><td>04-10-0212/en</td><td>kte
5 CP</td><td>150 h</td><td>105 h</td><td>1 Semester</td><td>Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto</td></tr>
</table>

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0212-vu	Model Theory	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Modellkonstruktionen (z.B. Ultraprodukte, Kettenkonstruktionen); klassische Erhaltungssätze (Sätze über Ausdrucksvollständigkeit); modelltheoretische Spiele, backforth, partielle Isomomorphie; Typen und Saturiertheit; abzählbare Modelle und Kategorizität; Fraïssé Limiten and 0-1-Gesetze

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis für die Zusammenhänge zwischen syntaktischen Formalisierungen und semantischen Phänomenen und gewinnen Einsichten in die Ausdrucksstärke der Logik erster Stufe. Sie sind in der Lage, grundlegende Kenntnisse und Techniken aus universeller Algebra, Mengenlehre und Kombinatorik in der Diskussion von Beweisen und Resultaten der klassischen Modelltheorie zu demonstrieren.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Introduction to Mathematical Logic

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** Cori/Lascar: Mathematical Logik Chang/Keisler: Model Theory Hodges: Model Theory Hodges: A Shorter Model Theory Marker: Model Theory, an Introduction Rothmaler: Modelltheorie Poizat: A Course in Model Theory
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log) Kann aufgrund von inhaltlichen Überschneidungen nicht parallel zu Classical and Non-Classical Model Theory eingebracht werden.

Modulbeschreibung

Modulname

PDGL II.B Navier-Stokes-Gleichungen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0213	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0213-vu	PDGL II.B Navier-Stokes-Gleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Herleitung und analytische Behandlung der Grundgleichungen der Fluiddynamik, Divergenzproblem, Methoden zur Lösung via Evolutionsgleichungen und Stokes-Halbgruppe, Kato-Iteration, schwache Lösungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Navier-Stokes-Gleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis, Partielle Differentialgleichungen I
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Galdi: An introduction to the mathematical theory of the Navier-Stokes equations. Springer Verlag Sohr: The Navier-Stokes equations. An elementary functional analytic approach. Birkhäuser Verlag Temam: Navier-Stokes equations. Theory and numerical analysis. North- Holland Publishing Co.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana) Fortsetzung des Moduls "Partielle Differentialgleichungen I". Nach Absprache können zwei PDE II.X-Module anstelle von "Partielle Differentialgleichungen II" zusammen mit "Partielle Differentialgleichungen I" im Rahmen des "Vertiefungsmoduls Analysis" kombiniert geprüft werden. Kombinationen mehrerer PDE II.X-Module bedürfen auch im Ergänzungsbereich der Genehmigung.

Modulbeschreibung

Modulname **Harmonische Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0216/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0216-vu	Harmonische Analysis	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Distributionentheorie, Interpolationssätze, singuläre Integrale.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende beherrschen nach dem Besuch dieser Veranstaltung die Grundtechniken der Distributionentheorie sowie die Interpolationsmethoden für Funktionen im euklidischen Raum. Ferner sind sie in der Lage diese Techniken im Kontext von singulären Integralen anzuwenden.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Integrationstheorie.				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich Master Mathematik.				
9	**Literatur** Grafakos: Classical Fourier Analysis				
10	**Kommentar**				

Modulbeschreibung

Modulname **Algebraische Geometrie**					
Modul Nr. 04-10-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9.

0222	9 CP				Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0221-vu	Algebraische Geometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Varietäten und Schemata, Morphismen, Dimensionsbegriff, Singularitäten

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe algebraischer Geometrie und können geometrische und algebraische Problemstellungen mit den vorgestellten Methoden untersuchen und lösen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9 Literatur

K. Hulek, Elementary algebraic geometry, AMS
R.Hartshorne: Algebraic geometry, Springer
I. R. Shafarevich: Basic algebraic geometry 1,2
U. Görtz, T. Wedhorn: Algebraic Geometry, Vieweg

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Automorphe Formen**					
Modul Nr. 04-10-0224/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0223-vu	Automorphe Formen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Dirichletsche L-Funktionen, Modulformen, Eisensteinreihen, Thetareihen, Hecke-Operatoren und L-Funktionen, Automorphe Formen zu GL(1) und GL(2)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten verstehen fortgeschrittene Techniken der Zahlentheorie wie automorphe Formen und L-Funktionen und können diese anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Algebra, Complex Analysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME:

	Vertiefungsbereich. Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** D. Bump: Automorphic Forms and Representations, Cambridge University Press A. Knapp: Elliptic Curves, Princeton University Press S. Lang: Algebraic Number Theory, Addison-Wesley D. Bump et.al.: An Introduction to the Langlands Programm, Birkhäuser J.H. Bruinier, G. van der Geer, G. Harder, D. Zagier: The 1-2-3 of Modular Forms, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Basic Applied Proof Theory**					
Modul Nr. 04-10-0225/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0224-vu	Basic Applied Proof Theory	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Diese Vorlesung gibt eine Einführung in einige der zentralen Techniken der angewandten Beweistheorie, nämlich verschiedene sog. Beweisinterpretationen. Die hauptsächlich behandelten Methoden sind: Kreisel's nocounterexample Interpretation, die modifizierte Realisierbarkeitsinterpretation sowie Gödels Funktionalinterpretation und deren monotone Varianten.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden 1) Kalküle der intuitionistischen Logik und Arithmetik (auch in höheren Typen) angeben und anwenden; 2) die Korrektheits- und Charakterisierungstheoreme der behandelten Beweisinterpretationen (modifizierte Realisierbarkeit, Funktionalinterpretation und deren monotone Versionen) wiedergeben und deren Beweise skizzieren; 3) grundlegende Anwendungen der Beweisinterpretationen benennen und skizzieren (z.B. die Elimination des binären Lemmas von König);

	4) die betrachteten Methoden auf einfachere Beweise aus der Mathematik anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic. Alternativ für Studierende der Informatik: - Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit - Aussagenlogik und Prädikatenlogik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Kohlenbach, Ulrich: ‘Applied Proof Theory: Proof Interpretations and Their Use in Mathematics’. Springer Monograph in Mathematics, xx+536pp., 2008, Chapters 1-10.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log) Kann aufgrund von inhaltlichen Überschneidungen nicht parallel zu Applied Proof Theory eingebracht werden.

Modulbeschreibung

Modulname **Complex Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0226/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0225-vu	Complex Analysis	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Cauchy-Riemann Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel, Potenzreihen, Satz von Liouville und Hauptsatz der Algebra, Umlaufzahl, Laurentreihen und isolierte Singularitäten, Residuensatz				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - sind sie mit den Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen vertraut - können sie Kurvenintegrale analysieren und berechnen - sind sie mit dem Cauchyschen Integralsatz und der Cauchyschen Integralformel vertraut und können deren Implikationen aufzeigen - sind sie mit der Bedeutung der Potenzreihen in der Funktionentheorie vertraut - können sie den Satz von Liouville und den Hauptsatz der Algebra erklären - können sie Laurentreihen analysieren - können sie isolierte Singularitäten anhand konkreter Beispiele erklären - sind mit dem Residuensatz und dessen Implikationen vertraut				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Freitag: Funktionentheorie I, Springer Remmert: Funktionentheorie I Conway: Functions of one complex variable, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0229	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0228-vu	Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Einführung in ein wissenschaftliches Thema (Masterarbeit). Literatursuche, Zielsetzung, Planung des Vorgehens. Stand der Technik.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende - wissen, welche Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit gestellt werden - können sich zu einer begrenzten Aufgabenstellung einen Überblick über die vorhandene Literatur verschaffen - können die Bearbeitung eines eigenen Beitrags vorplanen

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: erfolgreiches Absolvieren eines thematisch passenden Vertiefungszykluses einschließlich Seminar
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Kurze mündliche oder schriftliche Präsentation des Themas der Master-Arbeit und seiner fachlichen Einordnung. Der Leistungsnachweis wird zeitgleich mit die Anmeldung der Masterarbeit bescheinigt
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängige Forschungsliteratur
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master

Modulbeschreibung

Modulname

Finite Model Theory

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0231/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0230-vu	Finite Model Theory	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Unterschiede zwischen klassischer und endlicher Modelltheorie, wo einschlaegige klassische Techniken und Resultate versagen; modelltheoretische Spiele und die Ehrenfeucht-Fraisse Methode, Definierbarkeit und Lokalität (Hanf und Gaifman); 0-1-Gesetze (Fagin); zentrale Resultate der deskriptiven Komplexitätstheorie (Fagin, Immerman-Vardi, Abiteboul-Vianu)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können wesentliche Unterschiede zwischen klassischer und endlicher Modelltheorie anhand einschlägiger Sätze erklären und interpretieren; sie verfügen über das methodische Rüstzeug, die Ausdrucksstärke von Logiken über endlichen Strukturen zu untersuchen und können Zusammenhänge zwischen Definierbarkeit und Komplexität anhand einschlägiger Sätze diskutieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic Alternativ für Studierende der Informatik: Aussagenlogik und Prädikatenlogik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Ebbinghaus, Flum: Finite Model Theory Grädel et al.: Finite Model Theory and Its Applications Libkin: Elements of Finite Model Theory Skript (elektronisch unterhttp://www.mathematik.tu- darmstadt.de/~otto)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log) Kann aufgrund von inhaltlichen Überschneidungen nicht parallel zu Classical and Non-

	Classical Model Theory eingebracht werden.

Modulbeschreibung

Modulname					
Fluid-Structure Interaction					
Modul Nr. 04-10-0232/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0231-vu	Fluid-Structure Interaction	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

In this lecture we will focus on solving the systems of partial differential equations describing the interaction of a fluid and a solid. This special type of problem is usually described by two coupled systems, one describing the motion of the fluid and one the motion and, in the case of a deformable body, the deformation of the solid.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Studierende können nach dem Besuch dieser Vorlesung Methoden der mathematischen Strömungsmechanik im Kontext der Fluid-Struktur-Wechselwirkung neu arrangieren und bisherige Ergebnisse auf Kopplungsprobleme transferieren.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Partielle Differentialgleichungen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsmodul Partielle Differentialgleichungen.
9	**Literatur** Skript der Vorlesung.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Formale Grundlagen der Informatik					
Modul Nr. 04-10-0233/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 2 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0090-vu	Aussagenlogik und Prädikatenlogik	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0091-vu	Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Automatentheorie, Sätze von Kleene, Myhill–Nerode, Grammatiken und Chomsky-Hierarchie, kontextfreie Sprachen, Pumping Lemmata, Berechnungsmodelle, Kellerautomaten, Turingmaschinen, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit; Aussagenlogik, Kompaktheit, vollständige Beweiskalküle; Logik erster Stufe, Strukturen und Belegungen, Skolemisierung, Satz von Herbrand, Kompaktheitssatz, vollstaendige Beweiskalküle (Gödelsches Vollständigkeitsresultat), Unentscheidbarkeit der Logik erster Stufe; optional: Exkurse zu Ausdrucksstärke und model checking
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die einschlägigen Begriffe, Methoden und Beweistechniken aus diskreter Mathematik und Logik im Zusammenhang der mathematischen Grundlagen der theoretischen Informatik interpretieren, einordnen und anwenden. Insbesondere beherrschen sie die Grundlagen der Analyse formaler Sprachen und abstrakter

	Berechnungsmodelle. Sie können die Grundbegriffe der mathematischen Logik anhand typischer Fragestellungen der theoretischen Informatik erläutern, auf Beispiele anwenden, algorithmische Methoden diskutieren und deren Grenzen anhand einschlägiger Sätze illustrieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Solide mathematische Grundkenntnisse aus Analysis und Linearer Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** Hopcroft, Motwani, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie Schöning: Theoretische Informatik – kurz gefasst Boolos, Burgess, Jeffrey: Computability and Logic Burris: Logic for Mathematics and Computer Science Skripte (elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de/∼otto)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Interpolationstheorie**					
Modul Nr. 04-10-0234	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0233-vu	Interpolationstheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Lebesgueräume, Sobolevräume und ihre Interpolationsräume, reelle und komplexe Interpolation, Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie von Funktionenräumen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Funktionalanalysis

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Bergh, J., Löfström, J., Interpolation Spaces. An Introduction. Springer-Verlag 1976. Hans Triebel. Interpolation Theory, Function Spaces, Differential Operators. Elsevier Science Publishing 1978 Lunardi, A., Interpolation Theory. Publ. Scuola Normale Superiore, Vol. 9, 2009
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Funktionentheorie 2

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0235/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0234-vu	Funktionentheorie 2	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Konforme Abbildungen, Möbiustransformationen und Riemannscher Abbildungssatz Partialbruch- und Produktentwicklungen, Gamma-Funktion Elliptische Funktionen und Kurven
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden funktionentheoretische Methoden auf geometrische und algebraische Probleme anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Complex Analysis
5	**Prüfungsform**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Freitag, Busam: Funktionentheorie 1 Conway: Functions of one complex variable I+II
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Incompleteness of Formal Systems**					
Modul Nr. 04-10-0238/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0236-vu	Incompleteness of Formal Systems	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Gödelsche Unvollständigkeitssätze, Satz von Löb, Beweisbarkeitslogik
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Die Studierenden - kennen den Unterschied zwischen Gültigkeit und Beweisbarkeit - können den 1. und 2. Gödelschen Unvollständigkeitssatz beweisen - sind mit dem Satz von Löb vertraut - können die Tragweite formaler Systeme und ihre Limitationen beurteilen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Skript online erhältlich
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Introduction to Game Theory**					
Modul Nr. 04-10-0241/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0239-vu	Introduction to Game Theory	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Non-cooperative and cooperative game theory (e.g. coalitions). Sequential and strategic games. Fixed point theorems (e.g. Brouwer). Various concepts of solution of a game (e.g. Nash equilibrium). Theorems of existence of solution (e.g. minimax theorem). Impossibility theorems (e.g. Arrow paradox for voting systems).				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Students become aware of different areas in game theory, of its practical purposes, and of its current limits. They will be able to discuss technical notions in terms of examples, derive classical results in non-cooperative game theory, and exemplify the limitations of these results. They will also be able to evaluate game-theoretic results as modelling tools.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Allgemeines mathematisches Grundwissen aus den 1,2,3 Fachsemestern				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Ba.Sc.Math: Wahlpflichtbereich, Ergänzungsbereich				
9	**Literatur** Osborne, Martin J. (2004), An introduction to game theory				
10	**Kommentar**				

Modulbeschreibung

Modulname					
Kurvenschätzung					
Modul Nr. 04-10-0243/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0241-vu	Kurvenschätzung	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Dichteschätzung (Bedeutung des L1-Fehlers, universelle Konsistenz, Konvergenzgeschwindigkeit und adaptive Wahl der Bandbreite beim Kerndichteschätzers), Regressionsschätzung bei festem Design (Analyse von nichtparametrischen Kleinste-Quadrate-Schätzern mit Hilfe der Theorie empirischer Prozesse), Regressionsschätzung bei zufälligem Design (lokale Durschschnittsschätzer und Kleinste-Quadrate-Schätzer,, universelle Konsistenz, optimale Konvergenzraten und Wahl von Glättungsparametern).

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie und Methoden der Kurvenschätzung. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematische Statistik

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Devroye: A Course In Density Estimation. Devroye, Lugosi: Combinatorial methods in density estimation. Györfi, Kohler, Krzyzak, Walk: A distribution-free theory of nonparametric regression. van de Geer: Empirical Processes in M-Estimation.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematische Grundlagen der funktionalen Programmierung 1

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0247/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0259-vu	Mathematische Grundlagen der funktionalen Programmierung 1	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** operationale und denotationale Semantics, Domaintheorie, logische Relationen, Logik funktionaler Programme
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - kennen die grundlegenden Techniken der operationalen und denotationalen Semantik - sind mit Beweistechniken für rein funktionale Programme vertraut - können logische Relationen verwenden, um computational adequacy zu beweisen - können Domain Equations lösen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	Einf. in die Logik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** T. Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific (2006)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematical Foundations of Functional Programming 1

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0247/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0245-vu	Mathematical Foundations of Functional Programming 1	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

operationale und denotationale Semantics, Domaintheorie, logische Relationen, Logik

	funktionaler Programme
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - kennen die grundlegenden Techniken der operationalen und denotationalen Semantik - sind mit Beweistechniken für rein funktionale Programme vertraut - können logische Relationen verwenden, um computational adequacy zu beweisen - können Domain Equations lösen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** T. Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific (2006)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematische Grundlagen der funktionalen Programmierung 2**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

<table>
<tr><td>04-10-0248/de</td><td>kte
5 CP</td><td>150 h</td><td>105 h</td><td>1 Semester</td><td>Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0260-vu</td><td>Mathematische Grundlagen der funktionalen Programmierung 2</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Full Abstraction, Berechenbarkeit in Domains</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden
- können rekursive Domain Equations lösen und Eigenschaften darüber beweisen
- kennen den Begriff der full abstraction und können überprüfen, ob er für ein Modell vorliegt oder nicht
- kennen eine Konstruktion des voll abstrakten Modells für PCF mithilfe von Kripke logischen Relationen
- sind mit der Erweiterung des Berechenbarkeitsbegriffs auf Domains vertraut.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Mathematische Grundlagen der funktionalen Programmierung 1</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
T. Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific (2006)</td></tr>
</table>

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematical Foundations of Functional Programming 2**					
Modul Nr. 04-10-0248/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0246-vu	Mathematical Foundations of Functional Programming 2	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Full Abstraction, Berechenbarkeit in Domains				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - können rekursive Domain Equations lösen und Eigenschaften darüber beweisen - kennen den Begriff der full abstraction und können überprüfen, ob er für ein Modell vorliegt oder nicht - kennen eine Konstruktion des voll abstrakten Modells für PCF mithilfe von Kripke logischen Relationen - sind mit der Erweiterung des Berechenbarkeitsbegriffs auf Domains vertraut.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Mathematical Foundations of Functional Programming 1				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündlich/schriftlich, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				

	Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündlich/schriftlich, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** T. Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific (2006)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Vortragsprotokoll (einfach)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0252/de	1 CP	30 h	30 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0261-pj	Mathematisches Vortragsprotokoll (einfach)	0	Begleitendes Selbststudium	0

2	**Lerninhalt** Je nach Thema
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können aus einem anspruchsvollen mathematischen Fachvortrag die wesentlichen Verständnisschwierigkeiten identifizieren, aufklären und einen Fachvortrag in eigenen Worten formulieren und schriftlich gut verständlich kommunizieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Arbeitstechniken in der Mathematik

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Mathematik
9	**Literatur**
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname					
Summarizing a Mathematical Lecture (single)					
Modul Nr. 04-10-0252/en	**Leistungspunkte** 1 CP	**Arbeitsaufwand** 30 h	**Selbststudium** 15 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0242-pj	Summarizing a Mathematical Lecture (single)	0	Begleitendes Selbststudium	1

2	**Lerninhalt** Je nach Thema
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können aus einem anspruchsvollen mathematischen Fachvortrag die wesentlichen Verständnisschwierigkeiten identifizieren, aufklären und einen Fachvortrag in eigenen Worten formulieren und schriftlich gut

	verständlich kommunizieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Arbeitstechniken in der Mathematik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Mathematik
9	**Literatur**
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Vortragsprotokoll (doppelt)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0253/de	2 CP	60 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0262-pj	Mathematisches Vortragsprotokoll (doppelt)	0	Begleitendes Selbststudium	0

2 Lerninhalt

Je nach Thema

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können aus einem anspruchsvollen mathematischen Fachvortrag die wesentlichen Verständnisschwierigkeiten identifizieren, aufklären und einen Fachvortrag in eigenen Worten formulieren und schriftlich gut verständlich kommunizieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Arbeitstechniken in der Mathematik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Mathematik
9	**Literatur**
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Summarizing a Mathematical Lecture (double)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0253/en	2 CP	60 h	30 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Studiendekan*in des Fachbereichs 04

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

	04-00-0243-pj	Summarizing a Mathematical Lecture (double)	0	Begleitendes Selbststudium	2
2	**Lerninhalt** Je nach Thema				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können aus einem anspruchsvollen mathematischen Fachvortrag die wesentlichen Verständnisschwierigkeiten identifizieren, aufklären und einen Fachvortrag in eigenen Worten formulieren und schriftlich gut verständlich kommunizieren				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Arbeitstechniken in der Mathematik				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Mathematik				
9	**Literatur**				
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan				

Modulbeschreibung

Modulname **Operatoralgebren und nichtkommutative Wahrscheinlichkeitstheorie**					
Modul Nr. 04-10-0258	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer				
1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0252-vu	Operatoralgebren und nichtkommutative Wahrscheinlichkeitstheorie	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Bell-Ungleichungen und die mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik, Tensorprodukte, Spurklasseoperatoren und die Algebra aller beschränkter Operatoren auf Hilberträumen, Operatortopologien, von Neumann Algebren, normale Zustände und Darstellungen, Grundbegriffe der operatoralgebraischen Wahrscheinlichkeitstheorie (Satz von Gleason, Wahrscheinlichkeitsräume, zusammengesetzte Systeme, Zufallsvariable, bedingte Erwartungen, Übergangsoperatoren), stationäre Markov-Prozesse und physikalische Beispiele.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, mit Hilfe der Bellschen Ungleichungen klassische Physik von Quantenmechanik zu unterscheiden, Tensorprodukte zu definieren und zu interpretieren, die wichtigsten Topologien auf von Neumann Algebren zu unterscheiden, beliebige normale Zustände und zugehörige Darstellungen zu konstruieren und schließlich die grundlegenden Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie (insbes. Zufallsvariable, bedingte Erwartungen, Übergangsoperatoren, Markov-Prozesse) in den operatoralgebraischen Kontext zu übertragen und an ausgewählten physikalischen Beispielen zu illustrieren.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionenanalysis, grundlegende Kenntnisse aus der Spektraltheorie und der Quantenmechanik sind hilfreich				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** R. V. Kadison, J.R. Ringrose: Fundamentals of the Theory of Operator Algebras I,II. M.Takesaki: Theory of Operator Algebras I. Skripte aus B. Kümmerer, H. Maassen: Probability in Open Quantum Systems, in Vorbereitung.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg, ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Optimierung im Funktionenraum**					
Modul Nr. 04-10-0259	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0253-vu	Optimierung im Funktionenraum	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Differentiation im Banach-Raum: Gâteaux- und Fréchet-Ableitungen; Satz von Hahn-Banach, Trennungssätze; Dualitätstheorie, Minimaxtheorem, Lagrange-Dualität, Fenchel-Dualität; Sätze über Lagrange-Multiplikatoren: Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen, Regularitätbedingungen nach Robinson und Zowe/Kurcyusz
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - kennen prototypische Beispiele für unendlichdimensionale Optimierungsprobleme - beherrschen die wesentlichen Techniken der konvexen Analysis - kennen Techniken zur theoretischen Analyse von Optimierungsproblemen in unendlichdimensionalen Räumen - beherrschen und verstehen grundlegende Algorithmen zur Lösung unendlichdimensionaler Optimerungsprobleme
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Nichtlineare Optimierung, empfohlen: Funktionalanalysis

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Luenberger: Optimization by Vector Space Methods; Ekeland, Temam: Convex Analysis and Varational Problems
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname

Realizability

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0261/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0255-vu	Realizability	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Realizability, Modified Realizability, Assemblies, Tripos, effektiver Topos

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - sind mit Kleene’s number realizability vertraut und können realizer aus formalen Beweisen extrahieren - kennen den Begriff einer partial combinatory algebra und seine wichtigsten Instanzen - können realizability Modelle für diverse Typtheorien konstruieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einf. in die Logik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Skript online erhältlich
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Realizability**					
Modul Nr. 04-10-0261/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

<table>
<tr><td colspan="3">Englisch</td><td colspan="3">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0263-vu</td><td>Realizability</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Realizability, Modified Realizability, Assemblies, Tripos, effektiver Topos</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden
- sind mit Kleene’s number realizability vertraut und können realizer aus formalen Beweisen extrahieren
- kennen den Begriff einer partial combinatory algebra und seine wichtigsten Instanzen
- können realizability Modelle für diverse Typtheorien konstruieren.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Introduction to Mathematical Logic</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
Skript online erhältlich</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="5">Kommentar
empfohlen für: Mathematik: Master (log)</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname					
Fourieranalysis					
Modul Nr. 04-10-0263/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0256-vu	Fourieranalysis	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Calderon-Zygmund singuläre Integraloperatoren, Interpolationssätze, Fouriertransformation, Fouriermultiplikatoren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis von singulären Integralen und singulären Integraloperatoren. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Complex Analysis.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung;

	Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 3. Auflage 1987. E. Stein, Harmonic Analysis, Princeton University Press. L. Grafakos, Classical and Modern Fourier Analysis, Springer.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Fourier Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0263/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0256-vu	Fourieranalysis	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Calderon-Zygmund singuläre Integraloperatoren, Interpolationssätze, Fouriertransformation, Fouriermultiplikatoren				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis von singulären Integralen und singulären Integraloperatoren. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik				

	wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Complex Analysis.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung;
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 3. Auflage 1987. E. Stein, Harmonic Analysis, Princeton University Press. L. Grafakos, Classical and Modern Fourier Analysis, Springer.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Unvollständigkeit formaler Systeme**					
Modul Nr. 04-10-0265/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0258-vu	Unvollständigkeit formaler Systeme	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Gödelsche Unvollständigkeitsgesetze, Satz von Löb, Beweisbarkeitslogik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden
- kennen den Unterschied zwischen Gültigkeit und Beweisbarkeit
- können den 1. und 2. Gödelschen Unvollständigkeitssatz beweisen
- sind mit dem Satz von Löb vertraut
- können die Tragweite formaler Systeme und ihre Limitationen beurteilen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Einführung in die Mathematische Logik

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

Skript online erhältlich

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0279	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0276-vu	Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Grundlagen der schwachen Theorie partieller Differentialgleichungen; Linearquadratische Probleme mit Steuerungsbeschränkungen: Existenz und Eindeutigkeit, notwendige Bedingungen, adjungierte Gleichung; Semilineare Probleme mit Steuerbeschränkungen: Existenz, Nemyzkii-Operatoren, notwendige und hinreichende Bedingungen; Algorithmik: Finite Elemente für Optimalsteuerungsaufgaben, Semiglatte Newton-Verfahren, SQP-Verfahren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls

- können sie Optimierungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen sachgerecht als Optimalsteuerungsprobleme modellieren
- beherrschen sie Techniken zur theoretischen Analyse von Optimalsteuerungsproblemen mit partiellen Differentialgleichungen (Existenz von Lösungen, Optimalitätsbedingungen) und können diese anwenden
- kennen sie grundlegende Algorithmen zur Loesung von Optimalsteuerungsproblemen mit partiellen Differentialgleichungen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Nichtlineare Optimierung, ein Modul zu partiellen Differentialgleichungen (z.B. Partielle Differentialgleichungen: Klassische Methoden, Partielle Differentialgleichungen I, Numerik partieller Differentialgleichungen, ...)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Tröltzsch: Optimale Steuerung partieller Differentialgleichungen Hinze, Pinnau, M. Ulbrich, S. Ulbrich: Optimization with PDE Constraints
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Banach- und C*-Algebren					
Modul Nr. 04-10-0280	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Apl. Prof. Dr. rer. nat. Steffen Roch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0202-vu	Banach- und C*-Algebren	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Banachalgebren, Ideale und Homomorphismen, Spektraltheorie in Banachalgebren, Gelfandtheorie für kommutative und nichtkommutative Algebren, Positivität, Zustände, Darstellungen, GNS-Konstruktion, irreduzible Darstellungen und reine Zustände, Toeplitzoperatoren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Nach dem Besuch des Moduls - kennen die Studierenden die Grundkonzepte der Theorie der Banach- und C*-Algebren und können diese erklären - können sie die Konzepte der Gelfandtheorie erläutern auf operatortheoretische Fragestellungen anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Arveson: An Invitation to C*-Algebras; Davidson: C*-Algebras by Example; Murphy: C*-Algebras and Operator Theory.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Spieltheorie**					
Modul Nr. 04-10-0281/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 135 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0277-vu	Spieltheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Nicht-kooperative Spiele: Zwei-Personen-Nullsummen-Spiele, Zwei-Personen-Nicht-Nullsummen-Spiele, n-Personenspiele, Drei-Personen-Nullsummen-Spiele.

Kooperative Spiele: L#246;sungskonzepte: Stabile Mengen, Core, Tau-Wert, konvexe Spiele, Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Mpduls verstehen die Studierenden die Grundkonzepte der kooperativen und nicht-kooperativen Spieltheorie

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Grundkenntnisse in Analysis und linearer Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

W. Krabs: Spieltheorie: Dynamische Behandlung von Spielen. Verlag B.G. Teubner 2005

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Riemannsche Geometrie					
Modul Nr. 04-10-0288	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0283-vu	Riemannsche Geometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Mannigfaltigkeiten, Vektorfelder; Riemannsche Metriken, Parallelität auf Untermannigfaltigkeiten,;Zusammenhänge, Geodätische, Exponentialabbildung, Satz von Hopf-Rinow, hyperbolischer Raum; Krümmungstensor, Satz von Myers, Jacobifelder, Satz von Hadamard

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen den Abstraktionsprozess von Untermannigfaltigkeiten zu Mannigfaltigkeiten. Sie verstehen die zentrale Rolle des Parallelitätsbegriffs für einen invarianten Ableitungsbegriff. Sie haben ein anschauliches Verständnis des Krümmungsbegriffs und können ihn technisch handhaben. Sie können verschiedene Aussagen angeben, in denen die Krümmung eine wesentliche Voraussetzung spielt, und erkennen auf welche Weise sie eingeht.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Differentialgeometrie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Lee: Riemannian manifolds, an introduction to curvature Gallot, Hulin, Lafontaine: Riemannian Geometry DoCarmo: Riemannian Geometry
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname

Banachalgebren und Numerische Analysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0290	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Apl. Prof. Dr. rer. nat. Steffen Roch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0285-vu	Banachalgebren und Numerische Analysis	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Reduktionsverfahren, Stabilität, Algebren von Näherungsfolgen, lokale Prinzipien, spektrale Approximation, fraktale Algebren, kompakte Folgen, die Algebra des Reduktionsverfahrens für spezielle Operatorklassen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - haben die Studierenden Einblicke in das Wechselspiel zwischen Diskretem und Kontinuierlichem in der Numerischen Analysis gewonnen und können diese wiedergeben, - können sie spezielle Fragen der Numerischen Analysis in algebraische Probleme übersetzen, - können sie Banach-algebraische Techniken auf die Lösung dieser Probleme anwenden, - kennen sie Stabilitätsaussagen für konkrete numerische Verfahren für konkrete

	Operatoren und können deren Beweise erläutern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis; Grundkenntnisse in Banachalgebren hilfreich
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Böttcher/Silbermann: Introduction to large truncated Toeplitz operators, Hagen/R./Silbermann: C*-Algebras and Numerical Analysis.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen I**					
Modul Nr. 04-10-0291	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-00-0286-vu	Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen I	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Analysis: Grundlagen des Calculus auf Flächen; zweiphasige Transport-Theoreme; Transporttheoreme für bewegte Flächenstücke; einige Grundlagen zur Analysis quasilinearer freier Randwertprobleme. Modellierung: zweiphasige Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie in integraler Form; lokale Formulierung mittels Sprungbedingungen am Interface; Modellierung von Grenzflächenspannung, Phasenübergang bei Verdampfung oder Kondensation. Kontinuumsthermodynamik: Entropiebilanz, Entropieprinzip und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, lineare und nicht-lineare konstitutierende Gleichungen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - kennen sie die an fluiden Grenzflächen auftretenden Phänomene - können sie integrale Bilanzen zweiphasiger Fluidsysteme aufstellen - können sie differentielle Form der Bilanzgleichungen herleiten - können sie Schließungsterme und Transmissionsbedingungen aufstellen - kennen sie die Grundlagen der Thermodynamik dissipativer Prozesse in einkomponentigen fluiden Zweiphasensystemen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen. Alternativ vergleichbare Vorkenntnisse
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündlich/schriftlich, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündlich/schriftlich, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** R. Aris: Vectors, Tensors and the Basic Equations of Fluid Dynamics, Dover 1962. J.C. Slattery, L. Sagis, E.-S. Oh: Interfacial Transport Phenomena (2nd ed.), Springer 2006.

	D.A. Edwards, H. Brenner, D.T. Wasan: Interfacial Transport Processes and Rheology, Butterworth-Heinemann 1991.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Distributionentheorie**					
Modul Nr. 04-10-0293/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0288-vu	Distributionentheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Topologische Vektorräume, Distributionenklassen, Fouriertransformation, Fundamentallösung
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - kennen sie die Begriffe topologischer Vektorraum und lokalkonvexer Raum - können sie mit Distributionen bzw. verallgemeinerten Funktionen rechnen und umgehen - können sie mit Fouriertransformation und temperierten Distributionen umgehen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Funktionentheorie, Maßtheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** BSc.Math. Wahlbereich, MSc.Math. Ergänzungsbereich, MSc.Phys. Ergänzungsbereich, LaG. Ergänzungsbereich
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 3. Auflage 1987. J. Horváth, Topological Vector Spaces and Distributions, volume I, Addison- Wesley, Reading, Mass., 1966. L. Schwartz, Théorie des Distributions, Hermann, Paris, 1966. F. Treves, Topological Vector Spaces, Distributions and Kernels, Academic Press, New York, 1967.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematik IV (für ET)/Mathematik III (für Inf)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0300/de	7 CP	210 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0081-vu	Mathematik IV (für ET) /Mathematik III (für Inf) /PraktischeMathematik (für M.Ed.Math)	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Numerik: Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Interpolation, Numerische Quadraturverfahren, Nichtlineare Gleichungssysteme, Anfangswertprobleme für gewöhnliche Differentialgleichungen, Eigenwert-#47;Eigenvektorberechnung,
Statistik: Grundbegriffe der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, Regression,

	multivariate Verteilungen, Schätzverfahren und Konfidenzintervalle, Tests bei Normalverteilungsannahme, robuste Statistik
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Fähigkeit für grundlegende Aufgabenstellungen geeignete numerische Verfahren auszuwählen und anzuwenden. Fähigkeit statistische Auswertungen vorzunehmen, grundlegende Schätzverfahren und Testverfahren durchzuführen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik 1 und Mathematik 2 und Mathematik 3
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.ETiT, B.Sc.MEC, B.Sc.CE, B.Sc.IST (PO 2007): Pflicht Für B.Sc.EPE, B.Sc.IST (bis PO 2006), B.Sc.iKT: Pflicht zusammen mit Mathematik 3 als Mathematik B Für M.Ed. Mathematik: PraktischeMathematik (für M.Ed.Math) mit 9 ECTS Für B.Sc.Inf mit 9 ECTS B.Sc.iKT auslaufend.
9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure II, Teubner Verlag Stuttgart;
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Bothe (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik III (für Wirtschaftsingenieurwesen)**					
Modul Nr. 04-10-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 45 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2.

0301/de	4 CP				Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0121-vu	Mathematik III (Bau)	0	Vorlesung und Übung	5

2 Lerninhalt

1) Differentialgleichungen:

a) Gewöhnliche Differentialgleichungen 1. Ordnung - darunter Existenz- und Eindeutigkeitsfragen, numerische Lösungsverfahren;
b) Gewöhnliche Differentialgleichungen 2. Ordnung - darunter lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten und mit konstanten Koeffizienten, Systeme linearer Differentialgleichungen;
c) Partielle Differentialgleichungen - darunter Klassifizierung partieller DGL, Produktansatz, Fourierreihen

2) Variationsrechnung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Im Rahmen des für ihren Studiengang Erforderlichen sollen die Studierenden über Vertrautheit mit den einfachsten Typen von Differentialgleichungen erlangen.

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, die wichtigsten rechnerischen Methoden in ihrer Bedeutsamkeit beurteilen und auf ingenieurtechnische Fragen, insbesondere im späteren Studium und Beruf anwenden zu können. Sie besitzen Grundvoraussetzungen, sich die benötigten mathematischen Kenntnisse selbst anzueignen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

gute Kenntnisse in Mathe I und II

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9	**Literatur** wird zu Beginn der VL bekannt gegeben.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **PDEs on Nonsmooth Domains**					
Modul Nr. 04-10-0303/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0308-vu	PDEs on Nonsmooth Domains	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt**				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden -die wesentlichen Sätze und Methoden des Kurses wiedergeben und erklären -die Methoden auf elliptische und parabolische partielle Differentialgleichungen anwenden und passende Probleme damit lösen Die Studierenden sollen -Die Ergebnisse der Veranstaltung in ihrer Bedeutung einschätzen können -Methoden entwickeln aktuelle mathematische Ergebnisse einzuordnen.					
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Funktionalanalysis oder vergleichbare Vorkenntnisse				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)				

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** wird in der Vorlesung bekannt gegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Asymptotic linearer Evolutionsgleichungen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0304/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0304-vu	Asymptotic linearer Evolutionsgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Starkstetige Operatorhalbgruppen, Evolutionsgleichungen, Cauchy- Probleme, Asymptotik und Stabilität
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach der Absolvierung des Moduls können Studierende mit Operatorhalbgruppen umgehen. Sie können abstrakte lineare Evolutionsgleichungen behandeln und Langzeitverhalten von Lösungen untersuchen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc.Math. Vertiefung, MSc.Math. Ergänzungsbereich, MSc.Phys. Ergänzungsbereich, LaG. Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Arendt, w., Batty, C.J., Hieber, M., Neubrander, F., Vector-valued Laplace transforms and Cauchy porblems. Birkhäuser, Basel etc., 2001. Davies, E.B., Obe-parameter semigroups. Academic Press London etc., 1980. Engel, K.-J., Nagel, R., One-parameter semigroups for linear evolution equations. Springer, New York etc., 2000. Lunardi, A., Analytic semigroups and optimal regularity in parabolic problems. Birkhäuser, Basel, 1995. Pazy, A., Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations. Springer, New York etc., 1992. Tanabe, H., Equations of evolution. Pitman, London etc., 1979.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen II**					
Modul Nr. 04-10-0309	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0309-vu	Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen II	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** 1) Bilanzierung mehrphasiger Fluidsysteme unter Berücksichtigung von Massenbelegung der Grenzfläche; Interface Impuls- und Energiebilanz 2) Stoffübergang über fluide Grenzflächen: chemische Potentiale, Sprung- und Transmissionsbedingungen 3) Thermodynamisch konsistente Modellierung dynamischer Dreiphasen-Kontaktlinien
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erlernen weiterführende Methoden der Bilanzierung und Modellierung fluider Grenzflächen mit Interfacemasse. Sie kennen die an fluiden Grenzflächen auftretenden Transport- und Transferprozesse und können diese mathematisch modellieren.Sie kennen die Grundlagen der Modellierung dynamischer Kontaktlinien
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen. Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen I
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** I. Müller: Thermodynamics, Pitman 1985 J.C. Slattery, L. Sagis, E.-S. Oh: Interfacial Transport Phenomena (2nd ed.),Springer 2006.

	D.A. Edwards, H. Brenner, D.T. Wasan: Interfacial Transport Processes and Rheology, Butterworth-Heinemann 1991.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Zeitreihenanalyse**					
Modul Nr. 04-10-0310/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0310-vl	Zeitreihenanalyse	0	Vorlesung	2
2	**Lerninhalt** Zeitreihenmodelle in diskreter Zeit und Beispiele; Zeitreihenanalyse: überblick, Modellidentifikation, Schätzen von Parametern, Prognose, Spektralanalyse				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden -die wichtigsten Grundideen und zentralen Ergebnisse der Zeitreihenanalyse im Rahmen einfacher Zeitreihenmodelle beschreiben, -ausgewählte Methoden der Zeitreihenanalyse mathematisch analysieren und die dabei erlernten Beweistechniken auf verwandte Fragestellungen übertragen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Stochastik, Probability Theory#47;Wahrscheinlichkeitstheorie				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Schlittgen, R., Streitberg, B.H.J.: Zeitreihenanalyse. Oldenbourg. Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Introduction to Time Series and Forecasting. Springer. Falk et al.: A First Course on Time Series Analysis. http:#47;#47;statistik.mathematik.uni-wuerzburg.de#47;timeseries#47;
10	**Kommentar** Verantwortlich: Stochastik

Modulbeschreibung

Modulname					
Classical and Non-Classical Model Theory					
Modul Nr. 04-10-0311/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0311-vu	Classical and Non-Classical Model Theory	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Vergleich von Logiken: Logik erster Stufe und andere; Kompaktheit, Typen, Saturiertheitseigenschaften; Ehrenfeucht–Fraïssé Spiele und Lindstroemsche Sätze; Erhaltungssätze und Ausdrucksvollständigkeit; algorithnmische Aspekte und Entscheidbarkeit; ausgewählte Themen der algorithmischen und endlichen Modelltheorie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind mit den Grundbegriffen der Modellteorie vertraut. Sie haben gelernt, Beziehungen zwischen Syntax und Semantik zu analysieren, Modelle zu konstruieren und Modelle anhand logischer Methoden zu analysieren, zu klassifizieren

	und zu vergleichen. Sie können einschlägige Techniken aus universeller Algebra, Kombinatorik und diskreter Mathematik im Kontext anwenden. Neben der klassischen Sonderstellung der Logik erster Stufe können sie einige spezielle Logiken im Rahmen der endlichen und algorithmischen Modelltheorie einordnen und ihre Ausdrucksstärke anhand modelltheoretischer und algorithmischer Kriterien analysieren und bewerten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Mathematical Logic. Alternativ für Studierende der Informatik: - Aussagen- und Prädikatenlogik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Cori/Lascar: Mathematical Logic Chang/Keisler: Model Theory Hodges: Model Theory Poizat: A Course in Model Theory Ebbinghaus/Flum: Finite Model Theory Grädel et al (eds): Finite Model Theory and Its Applications
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log) Kann aufgrund von inhaltlichen Überschneidungen nicht parallel zu Model Theory oder Finite Model Theory eingebracht werden.

Modulbeschreibung

Modulname **Spieltheorie**					
Modul Nr. 04-10-0312/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0320-vu	Spieltheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Kooperative Spiele: Koalitionen, Lösungskonzepte, Stabile Mengen, Core, Shapley-Wert, konvexe Spiele.
Nicht-kooperative Spiele: Sequentielle und strategische Spiele, Zwei-Personen- und n-Personenspiele, Nullsummen- und Nicht-Nullsummen-Spiele, diskrete und kontinuierliche Spiele. Lösungskonzepte (u.a. Nash Equilibrium). Fixpunktsätze (z.B. Brouwer). Existenz-Resultate (z.B. Minimax Theorem) und Unmöglichkeitssätze. Algorithmische Aspekte. Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden sind mit den verschiedenen Teilgebieten der Spieltheorie, ihrem praktischen Nutzen und ihren Grenzen vertraut. Sie verstehen grundlegende (Lösungs-)Konzepte der kooperativen oder nicht-kooperativen Spieltheorie. Sie diskutieren deren technische Begriffe an Hand von Beispielen und modellieren damit einfache konkrete Situationen präzise. Sie beweisen und wenden mathematische Theoreme an, um Spiele zu analysieren, und bewerten diese Vorhersagen für die Praxis.Sie beschreiben algorithmische Aspekte von Spielen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis, Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

	Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Osborne: An Introduction to Game Theory Forg, Szép und Szidarovszky: Introduction to the Theory of Games Krabs: Spieltheorie: Dynamische Behandlung von Spielen Berninghaus, Ehrhart und Güth: Strategische Spiele
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt)

Modulbeschreibung

Modulname

Riemannsche Flächen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0314/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0314-vu	Riemannsche Flächen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Riemannsche Flächen, holomorphe Abbildungen, die Fundamentalgruppe,

	Überlagerungen, die universelle Überlagerung, algebraische Funktionen, Differentialformen, Kohomologie-Gruppen der Satz von Riemann-Roch
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden verstehen den Begriff der Riemannschen Fläche. Sie beherrschen grundlegende Techniken zum Studium der Geometrie von Riemannschen Flächen wie etwa Überlagerungen, Di#64256;erentialformen und Kohomologietheorie.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Algebra, Funktionentheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.Math, B.Sc.Math (bilingual), B.Sc.MCS, B.Sc.WiMa, B.Sc.ME: Wahlp#64258;ichtbereich. Für M.Sc.Math: Vertiefungsbereich. Für M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich.
9	**Literatur** O. Forster: Riemannsche Flächen (Riemann surfaces) E. Freitag: Funktionentheorie II K. Lamotke: Riemannsche Flächen H. M. Farkas and I. Kra: Riemann surfaces
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Distributionen und Harmonische Analysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0316/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0316-vu	Distributionen und Harmonische Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Distributionenklassen, Fouriertransformation, Fundamentallösungen, Sobolevräume, Integraloperatoren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach der Absolvierung des Moduls können Studierende mit Distributionen und Sobolevräumen umgehen. Sie verstehen Distributionen, Sobolevräume und die Grundzüge der Harmonischen Analysis.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis 1-4

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

BSc.Math. Wahlbereich, MSc.Math. Ergänzungsbereich, MSc.Phys. Ergänzungsbereich, LaG. Ergänzungsbereich

9 Literatur

W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999.
W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 3. Auflage 1987.
L. Schwartz, Théorie des Distributions, Hermann, Paris, 1966.
W. Walter, Distributionen
L. Evans, Partial Differential Equations

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Markovketten und wechselwirkende stochastische Modelle**					
Modul Nr. 04-10-0318/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0318-vu	Markovketten und wechselwirkende stochastische Modelle	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Markovketten: stationäre Verteilungen, Rekurrenz und Transienz, Konvergenz zur stationären Verteilung, Variationsdistanz, Mischungszeit, Kopplung; Beispiele: Irrfahrt auf Z und allgemeinen Gruppen, Geburts- und Todesprozesse, Urnenmodelle, Diaconis' Spielkarten-Mischen.
Teilchensysteme: Ising-Modell, Curie-Weiss-Modell, Thermodynamischer Limes, Phasenübergänge.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden lernen mit Markovketten die wichtigsten und einfachsten stochastischen Modelle kennen, die über rein unabhängige Zufallsvariable hinausgehen. Sie lernen klassische Ergebnisse, aber auch wichtige neuere Techniken wie stochastische Kopplung und spektrale Methoden. Andererseits lernen sie die wichtigsten Modelle der statistischen Mechanik kennen, und sehen einfachste Beispiele für Phasenübergänge. Am Ende des Kurses haben sie einen soliden Überblick über die wichtigsten Grundlagen dieses Gebietes.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis, Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc.Math. Vertiefung, MSc.Math. Ergänzungsbereich, BSc.Math. Wahlpflichtbereich, MSc.Phys. Ergänzungsbereich
9	**Literatur** D. A. Levin, Y. Peres, E. L. Wilmer: Markov Chains and Mixing Times; AMS publishing (2009). J. R. Norris: Markov chains; Cambridge University Press, (1998). T. M. Liggett: Interacting Particle Systems, Springer Classics in Mathematics (2005).
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Asymptotik linearer Evolutionsgleichungen**					
Modul Nr. 04-10-0319	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0319-vu	Asymptotik linearer Evolutionsgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Stabilitätstheorie von linearen Halbgruppen, Lyapunoy Methode, Dichotomie, Stabide				

	Mannigfaltigkeiten
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach der Absolvierung des Moduls können Studierende mit der Stabilitätstheorie umgehen sowie mit Dichotomie und invarianten Mannigfaltigkeiten
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Engel, K.-J., Nagel, R., One-parameter semigroups for linear evolution equations. Springer, New York etc., 2000. Arendt, w., Batty, C.J., Hieber, M., Neubrander, F., Vector-valued Laplace transforms and Cauchy porblems. Birkhäuser, Basel etc., 2001. Chicone: Ordinary Differential Equations and Applications.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematische Aufgabenvielfalt (online)**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0322/de	**kte** 2 CP	60 h	60 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0322-vl	Mathematische Aufgabenvielfalt (online)	0	Vorlesung	0

2 Lerninhalt

COACTIV- und TEDS-M-Studie zur Messung von Lehrerprofessionalität, Analyse von Aufgaben aus alten und neuen Lehrbüchern, Aufgaben aus PISA- und TIMSS-Studien sowie Abiturprüfungen anderer Länder, Tag der Mathematik und Mathematik-Olympiade

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können das Lernpotenzial unterschiedlicher Aufgabenformate an Beispielen in Lern- und Testsituationen beschreiben und entwickeln Problemlösekompetenz. Schulmathematische Kenntnisse werden in Erklärungssituationen vertieft und vernetzt.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Fachdidaktisches Proseminar (auch parallel belegbar)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Stand SoSe2012: Im Wahlpflichtbereich als Alternative zur Schulpraktischen Erprobung (2 CP) in Verbindung mit dem Fachdidaktischen Projekt

9 Literatur

Online-Skript, Ergebnisse und Materialien von Schulleistungsstudien, Abiturprüfungen und Mathematikwettbewerben, gängige Lehrbücher

10 Kommentar

In der Novelle des Studien- und Prüfungsplanes (gültig ab WS 2012#47;13)

	verwendbar als Pflichtteilmodul im Modul „Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik“(10 CP); Für Studierende älterer Studienordnungen ersetzt dieses Teilmodul die für das Projektmodul früher geforderten 2 CP Schulpraktische Studien.

Modulbeschreibung

Modulname **Advanced Applied Proof Theory**					
Modul Nr. 04-10-0324/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0324-vu	Advanced Applied Proof Theory	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Diese Vorlesung setzt die Vertiefungsvorlesung `Basic Applied Proof Theory' fort und entspricht zunammengenommen mit dieser dem 4+2 stündigen Modul `Applied Proof Theory'. Es werden behandelt: Funktionalinterpretation der vollen Analysis (Spector), monotone Interpretationen der Analysis und ihre Erweitung auf Systeme mit Klassen von abstrakten (nicht separablen) Strukturen, wie allgemeinen metrischen, hyperbolischen und normierten Räumen. Als Anwendungen dieser Methoden auf konkrete Beweise der Mathematik führen wir explizite Beweisanalysen in den Bereichen Approximationstheorie, metrische Fixpunkttheorie und Ergodentheorie durch. Hierbei werden explizite effektive Schranken und qualitativ neue Uniformitätsresultate aus diesen Beweisen extrahiert.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch dieses Moduls

1) beherrschen die Studierenden Spectors Erweiterung der Gödelschen Funktionalinterpretation auf die volle Analysis mittels Bar-Rekursion sowie deren monotone Variante;

2) sind die Studierenden mit der Einbeziehung abstrakter metrische, hyperbolischer und normierter Räume als neuen Grundtypen in der Funktionalinterpretation und hierauf aufbauenden logischen Metatheoremen vertraut;

3) können die Studierenden diese Methode selbständig auf aktuelle (ineffektive) Beweise insbesondere in der nichtlinearen Analysis anwenden (z.B. im Rahmen einer Master-Arbeit) und so neue effektive Schranken und Uniformitätsaussagen gewinnen.

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Basic Applied Proof Theory
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Kohlenbach, U.: Applied Proof Theory: Proof Interpretations and Their Use in Mathematics. Springer Monograph in Mathematics, xx+536pp., 2008
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log) Kann aufgrund von inhaltlichen Überschneidungen nicht parallel zu Applied Proof Theory eingebracht werden.

Modulbeschreibung

Modulname **Computability in Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0325/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-10-0325-vu	Computability in Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Grundlagen und Grenzen diskreter und reeller Berechenbarkeit; Beispiele berechenbarer und unberechenbarer reeller Zahlen, Folgen, Funktionen, Relationen und Mengen; Darstellungen und die Typ-2 Theorie der Effektivität (TTE); Berechenbarkeit von Operatoren; Nutzen diskreter Zusatzinformationen;
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende können numerische Heuristiken von beweisbar korrekten Algorithmen unterscheiden. Sie verfeinern und verschärfen Existenzbeweise aus der Analysis zu Berechenbarkeitsaussagen. Sie nennen und beweisen Beispiele reeller Unberechenbarkeit und begründen deren Praxisrelevanz. Sie verbinden Berechenbarkeit mit topologischen Eigenschaften.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Introduction to Computability Theory Alternativ für Studierende der Informatik: - Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Weihrauch: Computable Analysis (2000)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname					
Geometric Combinatorics					
Modul Nr. 04-10-0327	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Andreas Paffenholz		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0327-vu	Geometric Combinatorics	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Das Modul behandelt aktuelle Themen aus dem Bereich der geometrischen Kombinatorik, insbesondere aus der Geometrie der Zahlen, Polyedertheorie, Ehrharttheorie, torischen Geometrie und führt zentrale Algorithmen aus diesen Gebieten ein. Ziel des Modules ist es dabei, bekannte Verfahren aus der Kombinatorischen Optimierung in einen größeren geometrischen Zusammenhang zu stellen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach Abschluss des Modules kennen und verstehen Studierende Methoden und Resultate aus der Geometrischen Kombinatorik und ihre Beziehung zur kombinatorischen Optimierung, können sie anwenden und ihre Grenzen Einschätzen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Optimierung, nach Möglichkeit auch Diskrete Optimierung

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Dimitris Bertsimas und Robert Weismantel, Optimization over Integers, Dynamic Ideas, (2005). Rekha Thomas, Lectures in geometric combinatorics, AMS (2005). Alexander Barvinok, A Course in Convexity, AMS (2002) Jesus De Loera, Raymond Hemmecke, Matthias Köppe, Algebraic and Geometric Ideas in the Theory of Discrete Optimization, SIAM (2012) Bernd Sturmfels, Gröbner bases and convex polytopes, AMS (1995).
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname

Optimierung in Transport und Verkehr

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0330	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0330-vu	Optimierung in Transport und Verkehr	0	Vorlesung und Übung	3

2 **Lerninhalt**

Einführung in die Planung von Transport, Verkehr und Logistik (Strategische Planung, Operative Planung, Online Planung)
-Modelle für öffentlichen Verkehr/Güterverkehr (Netzdesign, Linienplanung, Fahrplanung, Umlaufplanung, Dienstplanung)
-Modellierungstechniken (Set-Partitioning, Vehicle Routing, Multicommodity Flow, Chvatal-Gomory Schnitte etc.)
-Komplexität
-Optimierungsmethodik - Spaltengenierung
-Modelle für Individualverkehr (Dynamische Flüsse, Gleichgewichtszustände, Braess-Paradoxon etc.)
Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, kennen sie grundlegende Optimierungsprobleme in Transport und Verkehr, sie beherrschen fundamentale Optimierungsmethoden (Modellierung, Spaltengenerierung, ...), und können Optimierungsmodelle und -ansätze eigenständig erarbeiten. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Optimierung, nach Möglichkeit: Diskrete Optimierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Skript
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **Stochastische Prozesse**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0332/de	**kte** 9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 6. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0332-vu	Stochastische Prozesse	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Allgemeine Theorie der stochastischen Prozesse:
Pfadraum, Filtrationen, Übergangskerne, Generatoren und Halbgruppen, Martingale.

Sprungprozesse:
Erneuerungsprozesse, Poisson-Prozess, Markovketten in stetiger Zeit.

Prozesse mit stetigen Pfaden:
Brown'sche Bewegung, Pfadeigenschaften der Brown'schen Bewegung, stochastische Integrale, stochastische Differentialgelichungen und Ito-Kalkül, Girsanov-Transformation, Feynman-Kac Formel.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden lernen die wichtigsten Grundlagen über stochastische Prozesse in stetiger Zeit, sowie über stochastische Differentialgleichungen.
Sie lernen die wichtigsten Beispiele wie Poisson-Prozess und Brown'sche Bewegung im Detail kennen, und erwerben wichtige Techniken wie Martingalargmente, Umgang mit stetigen Stopzeiten und Verbindungen
zur Funktionalanaysis. Am Ende des Kurses haben sie eine solide
Grundlage für den Einstieg in verschiednen Spezialrichtungen wie
stochastische Analysis oder Dynamik wechselwirkender Teilchensysteme.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis, Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie.
Grundkenntnisse in Funktionalanalysis sind sehr hilfreich.Fachdidaktisches Proseminar (auch parallel belegbar)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc.Math. Vertiefung, MSc.Math. Ergänzungsbereich, BSc.Math. Wahlpflichtbereich, MSc.Phys. Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie Mörters and Peres: Brownian motion Oksendal: stochastic differential euqations
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Aurzada (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematische Modellierung chemisch reagierender Strömungen					
Modul Nr. 04-10-0335	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0335-vu	Mathematische Modellierung chemisch reagierender Strömungen	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Kontinuumsmechanische Modellierung für fluide Mischungen; das Entropieprinzip und die Formulierung konstituierender Gleichungen; Schließung des Systems von Partialimpulsbilanzen ohne und mit chemischen Reaktionen; Zusammenhang zur klassischen Theorie der Thermodynamik irreversibler Prozesse; Multikomponenten-Diffusion; Herleitung der Maxwell-Stefan Gleichungen; Massenwirkungskinetik und Prinzip des detaillierten Gleichgewichts; Modellreduktion mittels Quasistationarität				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden lernen, mehrkomponentige Fluidsysteme zu bilanzieren. Sie haben das notwendige mathematische Rüstzeug, um differentielle Bilanzgleichungen aus der integralen Form abzuleiten. Sie kennen das Entropieprinzip und können Flüsse in dissipative Mechanismen thermodynamisch konsistent modellieren. Sie erlernen die Grundlagen zur Beschreibung chemischer Reaktionskinetiken und können den				

	Zusammenhang zwischen detailliertem Gleichgewicht und dem Entropieprinzig herstellen. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen Fickscher Diffusion und den Maxwell-Stefan Gleichungen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen. Alternativ vergleichbare Vorkenntnisse
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** V. Giovangigli: Multicomponent Flow Modeling, Springer 1999. S. R. De Groot, P. Mazur: Non-Equilibrium Thermodynamics, Dover 1983. R. Taylor, R. Krishna: Multicomponent Mass Transfer, Wiley 1993.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik (für Physikstudierende)**					
Modul Nr. 04-10-0337/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0328-vu	Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Die Vorlesung wendet sich an Studierende der Physik und der Mathematik. Für Studierende der Physik erhält die Quantenmechanik in dieser Vorlesung ein mathematisches Fundament, Studierenden der Mathematik bietet die Vorlesung einen mathematisch orientierten Schritt in die Quantenmechanik, der freilich die Diskussion der zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien und Beispiele nicht ersetzen kann und will. Folgende Themen werden behandelt:

Klassische Physik versus Quantenmechanik, Bellsche Ungleichungen.

Die Axiome der Quantenmechanik und ihre Folgerungen.

Observable und selbstadjungierte Operatoren.

Satz von Stone und zeitabhängige Schrödingergleichung.

Dichtematrizen.

Zusammengesetzte Systeme und Tensorprodukte.

Verschränkte Zustände und Quanteninformation.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden

das mathematische Modell der Quantenmechanik erläutern und interpretieren,

physikalische Annahmen von ihren mathematischen Konsequenzen unterscheiden,

die Angemessenheit mathematischer Methoden in der Behandlung quantenmechanischer Probleme bewerten,

die fundamentalen Unterschiede zwischen klassischer Physik und Quantenmechanik erläutern.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Die Vorlesungen der ersten beiden Studienjahre des entsprechenden Studienganges.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Nichtphysikalisches Ergänzungsfach oder fachübergreifende Lehrveranstaltung.
9	**Literatur** J. v. Neumann: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik M. Reed, B. Simon: Methods of Modern Physics I. G.W. Mackey: Mathematical Foundations of Quantum Mechanics. M. Nielsen, I. Chuang: Quantum Computation and Quantum Information.
10	**Kommentar** Verantwortlich: NF Kümmerer

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die axiomatische Mengenlehre					
Modul Nr. 04-10-0338/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0338-vu	Einführung in die axiomatische Mengenlehre	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Es werden die Axiome von ZFC (Zermelo-Fraenkel with Choice) vorgestellt und es wird erläutert, inwiefern in diesem Rahmen die übliche Mathematik formuliert und formalisiert werden kann. Es werden Ordinal- und Kardinalzahlen präzise eingeführt und die Grundtatsachen ihrer Arithmetik bewiesen. Außerdem diskutieren wir das Auswahlaxiom und beweisen einige dazu äquivalente Prinzipien wie z.B. das Zornsche Lemma und den Wohlordnungssatz.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierenden beherrschen die Sprache und die Methoden der axiomatischen Mengenlehre. Sie beherrschen die Methode der transfiniten Induktion und Rekursion und können einfache Kardinalitätsabschätzungen durchführen. Außerdem können Sie erkennen, für welche Argumente das Auswahlaxiom nötig ist.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Solide mathematische Grundkenntnisse aus Analysis und Linearer Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Es wird zur Vorlesung ein Skript online zur Verfügung gestellt. Als ergänzende Literatur kann man das Buch von Y. Moschovakis Notes on Set Theory (Springer 2006) empfehlen.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Introduction to Axiomatic Set Theory

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0338/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0338-vu	Einführung in die axiomatische Mengenlehre	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Es werden die Axiome von ZFC (Zermelo-Fraenkel with Choice) vorgestellt und es wird erläutert, inwiefern in diesem Rahmen die übliche Mathematik formuliert und formalisiert
werden kann. Es werden Ordinal- und Kardinalzahlen präzise eingeführt und die Grundtatsachen
ihrer Arithmetik bewiesen.
Außerdem diskutieren wir das Auswahlaxiom und beweisen einige dazu äquivalente Prinzipien
wie z.B. das Zornsche Lemma und den Wohlordnungssatz.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Studierenden beherrschen die Sprache und die Methoden der axiomatischen Mengenlehre. Sie beherrschen die Methode der transfiniten Induktion und Rekursion und können einfache Kardinalitätsabschätzungen durchführen. Außerdem können Sie erkennen, für welche Argumente das Auswahlaxiom nötig ist.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Solide mathematische Grundkenntnisse aus Analysis und Linearer Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log)
9	**Literatur** Es wird zur Vorlesung ein Skript online zur Verfügung gestellt. Als ergänzende Literatur kann man das Buch von Y. Moschovakis Notes on Set Theory (Springer 2006) empfehlen.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

PDGL II.A Komplexe Fluide

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0339	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0339-vu	PDGL II.A Komplexe Fluide	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Herleitung und analytische Behandlung von Fluidmodellen mit komplexem Spannungstensor wie z.B. kompressible oder viscoelastische Fluide.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis komplexer Fluide. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis, Partielle Differentialgleichungen I

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Skript der Vorlesung
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana) Fortsetzung des Moduls "Partielle Differentialgleichungen I". Nach Absprache können zwei PDE II.X-Module anstelle von "Partielle Differentialgleichungen II" zusammen mit "Partielle Differentialgleichungen I" im Rahmen des "Vertiefungsmoduls Analysis" kombiniert geprüft werden. Kombinationen mehrerer PDE II.X-Module bedürfen auch im Ergänzungsbereich der Genehmigung.

Modulbeschreibung

Modulname **Interacting particle systems and statistical mechanics**					
Modul Nr. 04-10-0341/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

			(CP)		
	04-10-0341-vu	Interacting particle systems and statistical mechanics	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Stochastische Sprungprozesse in stetiger Zeit: Zustandsraum, Halbgruppe, Generator. Markovketten in stetiger Zeit. Interagierende Teilchensysteme: Wichtige Beispiele (Spin-Systeme, Kontaktprozess, Exclusion process); Korrelationsungleichungen, Monotonie und Kopplung, graphische Darstellungen, Dualität Statistische Mechanik: Thermodynamische Größen und thermodynamischer Limes, ideales Gas, Gibbs-Maße und Phasenübergänge.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Students will get to know some basic theory of continuous time Markov jump processes. They will learn the infinitesimal description of these processes in terms of generators, and how to reconstruct transition semigroups and eventually the process from its generator. They will then be introduced to the active field of interacting particle systems. These are stochastic processes where many relatively simple small parts interact and create effects on a greater scale - examples are spreading of diseases or opinions, or magnetization in matter. Models covered will include the ferromagnetic Ising model (modeling magnetism) , the contact process (modeling spreading of diseases), and the simple exclusion process. In the second part of the lecture, we will cover the foundations of statistical mechanics. Mathematically this is to study the equilibrium distributions of some of the particle systems above. We will introduce the thermodynamic limit and the thermodynamic quantities such as pressure and free energy, and their significance for the bulk properties of the interacting particle system.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis sind sehr hilfreich.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc.Math. Vertiefung, MSc.Math. Ergänzungsbereich, BSc.Math. Wahlpflichtbereich, MSc.Phys. Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie (for the basics) Liggett: Continuous time Markov Processes: an introduction; (the first two parts of the lecture will follow chapters 2-4 there). Liggett: Interacting particle systems (a much more in depth book for some background reading). Georgii: Gibbs measures und phase transitions (we will introduce some of the material there in the last third of the course, but with some significant simplifications).
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Betz (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Harmonische Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0342	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0342-vu	Harmonische Analysis	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Fourier-Transformation in Lebesgue-Räumen, Grundbegriffe der Distributionentheorie, Maximalfunktion, Calderon-Zygmund-Theorie singulärer Operatoren, Fourier-Multiplikatoren, Littlewood-Paley-Zerlegung.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				

	Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von Evolutionsgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** E.M. Stein Haremonic Analysis , Princeton University Press 1993 L. Grafakos: Classical Fourier Analysis, Springer 2008
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Spektraltheorie und Operatoralgebren**					
Modul Nr. 04-10-0344	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer		
1	**Kurse des Moduls**				

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0344-vu	Spektraltheorie und Operatoralgebren	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Banach- und C*-Algebren, stetige Spektraltheorie in C*-Algebren und Gelfandtheorie, Typen von Spektren, maßtheoretische Spektraltheorie und Multiplikatordarstellung für Operatoren auf Hilbertäumen, Positivität, Zustände, GNS-Konstruktion und Darstellungstheorie für Operatoralgebren, Tensorprodukte, kompakte Operatoren, Beispiele für C*-Algebren.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung können die Studierenden - verschiedene Zugänge zur Spektraltheorie vergleichen und beurteilen, - Spektraltheorie für Operatoren auf Hilbertäumen in die operatoralgebraische Spektraltheorie integrieren, - die grundlegenden Definitionen und Resultate aus der Theorie der kommutativen und nichtkommutativen Operatoralgebren wiedergeben und erläutern, - grundlegende Techniken aus der Theorie der Operatoralgebren anwenden, - Darstellungen von Operatoralgebren konstruieren und vergleichen, - topologische und matßtheoretische Vorgehensweisen erkennen, unterscheiden und rechtfertigen, - analytische, algebraische und ordnungstheoretische Argumentationen erkennen, einsetzen und miteinander verbinden.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				

9	**Literatur** W. Arveson: An Invitation to C*-Algebras J.B. Conway: A Course in Functional Analysis V. Jones: Von Neumann Algebras. Vorlesungs-Skript, im Internet unter http://math.berkeley.edu/~vfr/math20909.html G. Murphy: C*-Algebras and Operator Theory M. Takesaki: Theory of Operator Algebras 1
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Vertex-Algebren**					
Modul Nr. 04-10-0345	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0345-vu	Vertex-Algebren	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Definition und Eigenschaften von Vertex-Algebren, Gitter-Vertex-Algebren, affine Vertex-Algebren, Einführung in die Darstellungstheorie, ggf. Orbifold-Theorie und Monstrous Moonshine
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten verstehen die Grundbegriffe aus der Theorie der Vertex-Algebren und sind mit den wichtigsten Beispielen vertraut. Weiterhin kennen sie Grundzüge der Darstellungstheorie.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Kac: Vertex algebras for beginners, AMS Frenkel, Ben-Zvi: Vertex algebras and algebraic curves, AMS
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg) Ausgewähltes Thema aus der Theorie der Lie-Algebren

Modulbeschreibung

Modulname

Elliptische Kurven und Modulformen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0366/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0366-vu	Elliptische Kurven und Modulformen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Komplexe Tori; analytische (und algebraische) Theorie elliptischer Kurven, Modulformen; Eisenstein-Reihen; Modulkurven; klassische Vermutungen der Zahlentheorie (z.B. Fermat, Mordell, Birch–Swinnerton-Dyer); Anwendungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Nach dem Besuch des Moduls kennen die Studierenden die elementare Theorie der elliptischen Kurven und der Modulformen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Algebra, Funktionentheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor-Modul (und somit auch Ergänzungsbereich im Master), kann aber nicht im Vertiefungsbereich Master eingebracht werden!
9	**Literatur** Fred Diamond, Jerry Shurman: A first course in modular forms. Anthony W.\ Knapp: Elliptic curves. Neal Koblitz: Introduction to elliptic curves and modular forms.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Numerik der Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen**					
Modul Nr. 04-10-0368	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1	**Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0368-vu	Numerik der Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Endlich-dimensionale Approximation von Optimierungsproblemen mit partiellen Differentialgleichungen als Nebenbedingen mittels Finiter-Elemente; A priori Fehleranalyse und numerische Realisierung; Einführung in eine geeignete Finite-Elemente Bibliothek (z.B. deal.II, FEniCS)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - beherrschen Sie die numerische Analyse auf Basis von Finiten-Elementen-Methoden (FEM) und wichtige Lösungsverfahren zur Behandlung von Optimalsteuerungsproblemen mit partiellen Differentialgleichungen - verstehen Sie die spezifischen Schwierigkeiten bei der Diskretisierung und Lösung obiger Problemen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Nichtlineare Optimierung, ein Modul zu partiellen Differentialgleichungen (z.B. Partielle Differentialgleichungen: Klassische Methoden, Partielle Differentialgleichungen I, Numerik partieller Differentialgleichungen, ...)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Tröltzsch: Optimale Steuerung partieller Differentialgleichungen S. Brenner, R. Scott: The Mathematical Theory of Finite Element Methods

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **PDGL II.D Evolutionsgleichungen**					
Modul Nr. 04-10-0369	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0369-vu	PDGL II.D Evolutionsgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Behandlung von Operatorhalbgruppen, Charakterisierungsresultate von Hille-Yoshida, bzw. Lumer-Philipps, sektorielle Operatoren, Funktionalkalkül, maximale Regularität
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von Evolutionsgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Engel, Nagel: One-parameter semigroups for linear evolution equations, Springer, New York, 2000 Pazy: Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations, Springer, New York, 1992 Arendt, Betty, Hieber, Neubrander, Birkhäuser 2011
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana) Fortsetzung des Moduls "Partielle Differentialgleichungen I". Nach Absprache können zwei PDE II.X-Module anstelle von "Partielle Differentialgleichungen II" zusammen mit "Partielle Differentialgleichungen I" im Rahmen des "Vertiefungsmoduls Analysis" kombiniert geprüft werden. Kombinationen mehrerer PDE II.X-Module bedürfen auch im Ergänzungsbereich der Genehmigung.

Modulbeschreibung

Modulname					
Stochastische Prozesse I					
Modul Nr. 04-10-0372	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0372-vu	Stochastische Prozesse I	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** - Definition und Existenz stochastischer Prozesse in stetiger und diskreter Zeit - Brownsche Bewegung: Definition, Existenz und wichtige Eigenschaften - Theorie allgemeiner Gaußprozesse - Stochastische Integration - stochastische Differentialgleichungen				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der Theorie der stochastischen Prozesse. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis sind sehr hilfreich.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie Mörters and Peres: Brownian motion Lifshits: Gaussian random functions Karatsas and Shreve: Brownian motion and stochastic calculus
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Stochastische Prozesse IIA**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0373	kte 9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache Deutsch und Englisch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0373-vu	Stochastische Prozesse IIA	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Levyprozesse: unbegrenzt teilbare Verteilungen, Levy-Khinchine-Darstellung, Poissonsche Zufallsmaße, Levy-Ito Darstellung, stabile Levyprozesse, Subordinatoren
- Zufällige Irrfahren: Zusammenhänge zu Levyprozessen, Fluktuationstheorie
- Markovketten in diskreter Zeit, sowie elementare Theorie von Markovketten in stetiger Zeit, Erneuerungsprozesse
- Anwendungen auf Warteschlangen und Risikotheorie

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie der stochastischen Prozesse. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Stochastische Prozesse I

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie Sato: Levy processes and infinitely divisible distributions Bertoin: Levy processes Protter: Stochastic integration and differential equations
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname

Angewandte Geometrie

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0375/de	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0375-vu	Angewandte Geometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Bernstein-Polynome, Bézierkurven, B-Splines, Splinekurven, Tensorprodukt-Splines, Splineflächen, Subdivisionsalgorithmen, Glättung von Kurven und Flächen, Krümmungsschätzung auf Polygonzügen und Dreiecksnetzen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende mathematische Prinzipien des computergestützten geometrischen Modellierens von Kurven und Flächen und vermögen diese hinsichtlich theoretischer und anwendungsorientierter Problemstellungen zu beurteilen. Insbesondere werden die engen Verbindungen zwischen den analytischen Eigenschaften der verwendeten Funktionenräume und den geometrischen Eigenschaften der damit parametrisierten Mannigfaltigkeiten durchdrungen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Differentialgeometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Hoschek und Lasser, Grunglagen der geometrischen Datenverarbeitung, Teubner Prautzsch, Boehm und Paluszny, Bézier and B-Spline Techniques, Springer Peters und Reif, Subdivision surfaces, Springer Hoschek und Lasser, Grunglagen der geometrischen Datenverarbertung, Teubner Prautzsch, Boehm und Paluszny, Bézier and B-Spline Techniques, Springer Peters und Reif, Subdivision surfaces, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname

Approximationstheorie

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0376/de	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

	04-10-0376-vu	Approximationstheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Approximationssatz von Weierstrass, multivariate Interpolation mit Polynomen, Bramble-Hilbert Lemma, Abstand Spline-Kontrollpolygon, Satz von Schoenberg-Whitney, natürlicher und kanonischer Splineinterpolant, Quasiinterpolation, Jackson-Sätze, gleichmäßige Stabilität, Orthogonalitätsrelationen, Smoothing-Splines, geometrische Approximation, Methode der Finiten Elemente
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen zentrale Aspekte der linearen uni- und multivariaten Approximation mit Polynomen und Splines. Insbesondere erfassen sie die zentrale Rolle dualer Funktionale für Stabilitäts- und Approximationseigenschaften. Durch die Kenntnis wichtiger Eigenschaften verschiedener Approximationsmethoden können geeignete Verfahren bei konkreten Anwendungen ausgewählt, bewertet und modifiziert werden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Angewandte Geometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** de Boor, A Practical Guide to Splines, Springer Schumaker, Spline functions basic theory, Cambridge University Press

	Höllig, Finite element methods with B-splines, SIAM
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Darstellungstheorie**					
Modul Nr. 04-10-0378/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0378-vu	Darstellungstheorie	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Komplexe Darstellungen endlicher Gruppen, Irreduzibilität, vollständige Reduzibilität, Satz von Maschke, Lemma von Schur, Tensorprodukt, symmetrisches Produkt, Dachprodukt, Charaktertheorie, Gruppenalgebra, Darstellungen der symmetrische Gruppe, beliebiger Grundkörper, Schiefkörper, Zerfällungskörper, Restriktion und Induktion, modulare Darstellungen.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie die grundlegenden Begriffe der Darstellungstheorie endlicher Gruppen gebrauchen. Sie können die erlernten Methoden auf gegebene Fragestellungen übertragen und in Beispielen anwenden. Sie können ihre Ergebnisse mündlich und schriftlich präsentieren und in der Übungsgruppe diskutieren.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundvorlesung Lineare Algbra, Algebra oder Einführung in die Algebra				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** W. Fulton: Representation theory, J.-P. Serre: Linear Representations of Finite Groups.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **von-Neumann-Algebren**					
Modul Nr. 04-10-0379	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0379-vu	von-Neumann-Algebren	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Von Neumann Algebren besitzen unter allen Operatoralgebren die mit Abstand reichhaltigste Struktur, Funktionalanalysis und Algebra verbinden sich hier auf fruchtbarste Weise. Sie lassen sich auf natürliche Weise zu so verschiedenartigen Objekten assoziieren wie lokalkompakten Gruppen, dynamischen Systemen, Blätterungen oder Quantenfeldtheorien und haben zu deren Verständnis grundlegendes beigetragen. Zwei Fieldsmedaillen sind allein für Arbeiten auf dem Gebiet der von Neumann Algebren verliehen worden, an A. Connes (1983) für seine Klassifikation von Faktoren und an V. Jones (1990) für seine Entdeckung neuer Knoteninvarianten aus seinen Untersuchungen an von Neumann Algebren. Beide Entwicklungen werden in der Vorlesung angesprochen.
Schwerpunktmäßig befassen wir uns mit folgenden Themen:
- Konstruktion von von Neumann Algebren
- Topologien auf von Neumann Algebren
- Bikommutantensatz und Dichtesätze
- Vergleich von Projektionen, Klassifikation von von Neumann Algebren und Beispiele für

	verschiedene Typen - Normale Darstellungen von von Neumann Algebren - Standard-Darstellung und Indextheorie von V. Jones für endliche von Neumannn Algebren - Zöpfe, Knoten, Knoteninvarianten, Jones-Polynom - Invarianten für von Neumann Algebren vom Typ III
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, von Neumann Algebren zu konstruieren, die wichtigsten Topologien auf von Neumann Algebren zu unterscheiden, normale Zustände und zugehörige Darstellungen zu konstruieren, Projektionen zu vergleichen, von Neumann Algebren zu klassifizieren, Türme von von Neumannn Algebren zu konstruieren, Indizes von Unterfaktoren zu berechnen, Knoten voneinander zu unterscheiden, Knotenpolynome zu berechnen, Algebren vom Typ III zu unterscheiden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis, Spektraltheorie und Operatoralgebren
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** M.Takesaki: Theory of Operator Algebras I. R.V. Kadison, J.R. Ringrose: Fundamentals of the Theory of Operator Algebras I,II. G. Pedersen: C*-Algebras and their Automorphism Groups. V. Jones, V.S. Sunder: Introduction to Subfactors. V. Jones: Subfactors and Knots.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname					
Nonlinear Functional Analysis					
Modul Nr. 04-10-0381/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0381-vu	Nonlinear Functional Analysis	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Fixpunktsätze; Analysis in Banachräumen; Abbildungsgrad im $\mathbb{R}^n$ und in Banachräumen;
Verzweigungstheorie; monotone Operatoren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Übertragung klassischer Resultate der Analysis auf Banachraum-wertige Funktionen; Verständnis verschiedener funktionalanalytischer Methoden zur L\"osung nichtlinearer Probleme; Analysis von Verzweigungs- und Stabilitätsproblemen und ihre Anwendungen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Linear functional analysis

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich
M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich

9	**Literatur** A. Ambrosetti, G. Prodi: A primer of nonlinear analysis. Cambridge University Press 1993 K. Deimling: Nonlinear functional analysis. Springer 1974 M. Ruzicka: Nichtlineare Funktionalanalysis. Springer 2004
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Lie-Gruppen**					
Modul Nr. 04-10-0382/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0382-vu	Lie-Gruppen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Differentialrechnung auf Untermannigfaltigkeiten, Lie-Gruppen als "`differenzierbare Gruppen"' , konkrete Matrizengruppen, Lie-Algebra einer Lie-Gruppe, Lie-Funktor, Lie-Gruppen-Exponentialfunktion
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls \begin{itemize} \item sind die Studierenden mit den grundlegenden Definitionen von Lie-Gruppe, Lie-Algebra, Lie-Gruppen-Morphismus, Lie-Funktor, adjungierter Darstellung und Lie-Gruppen-Exponentialfunktion vertraut \item haben die Studierenden einige wichtige konkrete Beispiele von reellen und komplexen Matrizengruppen kennengelernt und können mit ihnen hantieren \item haben die Studierenden einen ersten Einblick in die Theorie (endlichdimensionaler reeller) Lie-Gruppen erhalten und verstanden, wie man solche mit Hilfe von Lie-Algebren untersuchen kann. \end{itemize}
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Algebra (elementare Gruppentheorie).\

	Grundkenntnisse in Topologie sind hilfreich, aber nicht notwendig
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** \begin{itemize} \item Vorlesungsskript, \item J. Hilgert#47;K.H. Neeb: Lie-Gruppen und Lie-Algebren, Vieweg (1991) \end{itemize}
10	**Kommentar** Vertiefungsniveau

Modulbeschreibung

Modulname

Numerische Strömungsdynamik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0384	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0384-vu	Numerische Strömungsdynamik	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Modellierung: Reynolds Transportheorem; Massen- und Impulserhaltung; Naviers-Stokes Gleichungen; Eulergleichungen; Randbedingungen; vereinfachte Modelle;

	Analyse: Schwache Formulierung; Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen für Stokes und Navier-Stokes Gleichungen; Numerik: Finite Elemente Methoden für koerzive und nicht-koerzive Probleme; Konvergenztheorie; Behandlung von Konvektions-Diffusionsproblemen; stabile Diskretisierungen für Stokes; Erweiterung für Navier-Stokes;
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden verstehen die Grundgleichungen der Strömungsmechanik, deren Modellierung und elementare Eigenschaften. Wichtige Aussagen über die Lösbarkeit sind bekannt und numerische Lösungsverfahren basierend auf Finite Elemnte Methoden können formuliert, analysiert und implementiert werden. Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Aspekte und Konzepte bei der Diskretisierung mit Finite-Elemente Methoden zu erklären und anzuwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: notwendig: Grundkenntnisse zu partiellen Differentialgleichungen und numerischen Methoden hilfreiche Vorlesungen: Funktionalanalysis, partielle Differentialgleichungen, Numerik für elliptische/parabolische Probleme
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** D. Braess: Finite Elemente, Springer. D. C. Brenner, L. R. Scott: The mathematical theory of finite element methods, Springer. V. Girault, P.-A. Raviart: Finite Element Approximation of the Navier-Stokes Equations, Springer. C. Johnson: Numerical solution of partial differential equations by the finite element method, Dover. R. Temam, Navier-Stokes Equations, North-Holland Publishing.

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname

Monadische Logik Zweiter Stufe

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0385/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0385-vu	Monadische Logik zweiter Stufe	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

monadic second-order logic; composition and game arguments; monadic theories of linear orders; omega-automata; monadic theories of trees; tree automata

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studenten können Sachverhalte in monadischer Logik zweiter Stufe formalisieren und sind in der Lage die üblichen Automaten-Konstruktionen durchzuführen. Sie sind fähig, einfache Nichtausdrückbarkeitsresultate zu beweisen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

	M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich Logik; Ergänzungsbereich
9	**Literatur** D. Perrin, J.-E. Pin, \textit{Infinite Words -- Automata, Semigroups, Logic and Games,} Elsevier, 2004. B. Courcelle, J. Engelfriet, \textit{Graph Structure and Monadic Second-Order Logic,} Cambridge University Press, 2012. E. Grädel, W. Thomas, T. Wilke, \textit{Automata, Logic, and Infinite Games,} LNCS 2500, Springer, 2002.
10	**Kommentar** Vertiefungsniveau

Modulbeschreibung

Modulname					
Elementare Zahlentheorie (für das Lehramt)					
Modul Nr. 04-10-0389/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0389-vu	Elementare Zahlentheorie (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Primzahlen, Primfaktorzerlegung, Kongruenzen, Fermats kleiner Satz, RSA-Kryptosystem, Legendre-Symbol, quadratische Reziprozität. Ausblick in Gaußsche ganze Zahlen, den Dirichletschen Primzahlsatz oder das Fermatsche Problem.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Einführung in die elementare Zahlentheorie und Behandlung einiger klassischer Probleme.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Lineare Algebra (Teilnahme ohne Nachweis möglich)				
5	**Prüfungsform**				

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Schmidt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie, Springer Bundschuh: Einführung in die Zahlentheorie, Springer Müller-Stach: Elementare und algebraische Zahlentheorie: Ein moderner Zugang zu klassischen Themen, Vieweg Ireland, Rosen: A classical introduction to modern number theory, Springer Apostol: Introduction to analytic number theory, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Gemischt-Ganzzahlige Nichtlineare Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0390	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		
1	**Kurse des Moduls**				

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0390-vu	Gemischt-Ganzzahlige Nichtlineare Optimierung	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Branch-and-Bound, äußere Approximation, räumliches Branchen, Lift-and-Project, Lösung konvexer gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme, Lösung allgemeiner nichtlinearer Optimierungsprobleme
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls kennen die Studierenden wesentliche Techniken der Lösung von nichtlinearen Optimierungsproblemen mit Ganzzahligkeitsbedingungen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Nichtlineare Optimierung oder Diskrete Optimierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** R. Horst, H. Tuy: Global Optimization: Deterministic Approaches, Springer, 1996. M. Locatelli, F. Schoen: Global Optimization: Theory, Algorithms, and Applications, MOS-Siam Series on Optimization, 2013
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerik partieller Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0391	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0391-vu	Numerik partieller Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Beispiele partieller Differentialgleichungen aus der Praxis; Elliptische Probleme: Schwache Formulierung und Lösungstheorie für Variationsprobleme; Galerkinapproximation, Finite Elemente Methoden, Fehleranalyse; Parabolische Probleme: Schwache Formulierung, Energieabschätzung, Analyse; Semi- und Volldiskretisierung mittels Linien- und Rothemethode;

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls beherrschen die Studierenden die numerische Lösung von elliptischen und parabolischen Differentialgleichungen mit der Finiten Elemente Methode. Sie verstehen die Konstruktion und Analyse der Methoden und deren Implementierung am Computer. Darüber hinaus können sie die Vor- und Nachteile der Methode kritisch beurteilen und mit anderen Verfahren vergleichen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Numerische Mathematik und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen oder vergleichbare Vorkenntnisse aus einem Ingenieursstudiengang

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Braess: Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer, 2013. Larsson, Thomee: Partial Differential Equations with Numerical Methods, Springer, 2003. Großmann, Roos: Numerische Behandlung Partieller Differentialgleichungen, Teubner, 2005.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0393/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0138-vu	Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Anfangswertprobleme: Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, Konvergenzanalyse, Stabilitätsbegriffe Randwertprobleme: Schießverfahren, Finite-Differenzen-Verfahren; Stabilität und Konvergenz; Partielle Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Konvergenzanalyse;
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können verschiedene numerische Lösungsverfahren und Konstruktionsprinzipien beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden und Prinzipien vergleichen, modifizieren und kombinieren können.

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Einführung in die Numerik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ing.	
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.	
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung	
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)	
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics (nicht zusammen mit 04-10-0042/de belegbar)	
9	**Literatur** Deuflhard, Bornemann: Numerische Mathematik 2 Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik 2	
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)	

Modulbeschreibung

Modulname **Discontinuous Galerkin Methoden**					
Modul Nr. 04-10-0395	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0395-vu	Discontinuous Galerkin Methoden	0	Vorlesung und Übung	4

2 Lerninhalt

Theorie von Discontinuous Galerkin Methoden; Beschränktheit, Stabilität, Konsistenz und Approximation; Upwinding, Limiter; Interior Penalty (IP), local DG (LDG), usw.; Implementierung und praktische Probleme (z.B. in Matlab)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Studierende lernen die abstrakte Beschreibung von Discontinuous Galerkin (DG) Methoden kennen. Im speziellen werden DG Methoden für PDE erster und zweiter Ordnung (inkl. konvektions-dominanter oder zeitabhänger Probleme) betrachtet.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ing.; Numerik Partieller Differentialgleichung (e.g.; Finite Elemente Method) von Vorteil, Grundlagen der Funktionalanalysis von Vorteil

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9 Literatur

D. A. Di Pietro, A. Ern: Mathematical Aspects of Discontinuous Galerkin Methods (Book, Springer)
B. Riviere: Discontinuous Galerkin Methods for Solving Elliptic and Parabolic Equations (Book, SIAM)

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Elliptische Kurven**					
Modul Nr. 04-10-0396/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0396-vu	Elliptische Kurven	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Ebene projektive Kurven, die Gruppenstruktur glatter Kubiken, elliptische Kurven, Mordells Theorem, das Theorem von Lutz und Nagell				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch der Veranstaltung können die Studenten algebraische Methoden auf geometrische Fragestellungen aus dem Bereich der projektiven Kurven anwenden.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Algebra, Grundkenntnisse in algebraischer Zahlentheorie sind hilfreich				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** Elliptic curves, Anthony W. Knapp\ The arithmetic of elliptic curves, Joseph H. Silverman
10	**Kommentar** Vertiefungsniveau

Modulbeschreibung

Modulname **Interdisziplinäres Projekt**					
Modul Nr. 04-10-0398/de	**Leistungspunkte** 2 CP	**Arbeitsaufwand** 60 h	**Selbststudium** 45 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0398-pr	Interdisziplinäres Projekt	0	Projekt	1

2	**Lerninhalt** Gruppenarbeit zusammen mit Studierenden anderer Studiengänge an anwendungsorientierten interdisziplinären Projekten. Zu einer komplexen und offenen Aufgabenstellung müssen mathematische und interdiziplinäre Aufgaben bewältigt werden. Die Studierenden müssen eigene Lösungswege finden und vertreten. Sie werden durch ausgebildete Teambegleiter aus den beteiligten Fachdisziplinen methodisch und fachlich angeleitet.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Erkennen, dass Mathematikerinnen und Mathematiker in einzelnen Teilgebieten anderer Fachdisziplinen nach kurzer Einarbeitung wertvolle Beiträge liefern können. Fähigkeit auch in größeren heterogenen Gruppen effektiv zu arbeiten. Mathematische Arbeitsweise als universelles Wissen zum Systematisieren und Strukturieren wesentlicher Zusammenhänge erleben.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Präsentation der Projektergebnisse in einem Vortrag
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur**
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Schadenversicherungsmathematik					
Modul Nr. 04-10-0501/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0501-vu	Schadenversicherungsmathematik	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Ausgleich im Kollektiv; individuelles und kollektives Modell für den Gesamtschaden, insbesondere: Bewertung der Annahmen der Modelle und Berechnung oder Approximation der Verteilung des Gesamtschadens im jeweiligen Modell, Bestimmung wichtiger Kenngrößen wie Erwartungswert und Varianz des Gesamtschadens im

	jeweiligen Modell, Ruin-Problem und Prämienkalkulation im jeweiligen Modell; Grundlagen der Tarifierung; Aufbereitung von Daten zu Tarifierungsstatistiken; Modelle und Schätzverfahren der Tarifierung; Selektionseffekte in Tarifen; Reservierung, insbesondere: Grundmodelle und Basisverfahren der Reservierung, anwendungsbezogene Fragen zur Reservierung; Risikoteilung und ihre Auswirkung auf die statistischen Kennzahlen der Schadenvariablen; Prämienkalkulation von Rückversicherungsverträgen. Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden Einblick in einen sehr angewandten Zweig der Stochastik, die Schadenversicherungsmathematik, zu geben. Dabei sollen sie dieses Gebiet so kennenlernen, wie es für den Beruf des Aktuars relevant ist. Thematisch werden die Studierenden die Risikomodelle der Schadenversicherungsmathematik kennenlernen und mit diesen arbeiten. Es werden ferner die Themen Tarifierung, Reservierung und Rückversicherung in der Schadenversicherung behandelt. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die Stochastik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.Math, B.Sc.WiMa: Wahlpflichtbereich Für M.Sc.Math, M.Sc.WiMa: Ergänzungsbereich

9	**Literatur** Klaus D. Schmidt, Versicherungsmathematik. Thomas Mack, Schadenversicherungsmathematik.
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Aurzada (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Harmonische Analyse abelscher Gruppen**					
Modul Nr. 04-10-0502	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Mads Kyed		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0502-vu	Harmonische Analyse abelscher Gruppen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Die Vorlesung ist eine Einführung in der abstrakten harmonischen Analysis auf lokal-kompakte abelsche Gruppen (LCA Gruppen). Zuerst wird das Haar-Maß und die Dualgruppe mit der kompakt-offenen Topologie eingeführt. Anschließend wird die Fouriertransformation auf einer LCA Gruppe definiert und die Inversionsformel sowie den Satz von Plancherel bewiesen; eventuell auch der Dualitätssatz von Pontryagin. Danach werden verschiedene Anwendungen behandelt (z.B. partielle Differentialgleichungen und Fouriermultiplikatoren auf LCA Gruppen).
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der abtrakten harmonischen Analysis auf lokalkompakte abelsche Gruppen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Integrationstheorie, sowie Grundkenntnisse der Fourieranalysis, wie sie beispielsweise durch das Modul Reelle Analysis oder das Modul Harmonische Analysis vermittelt werden
5	**Prüfungsform**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin: Fourier Analysis on Groups
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Stochastische Finite Elemente

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0504	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0504-vu	Stochastische Finite Elemente	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Monte Carlo Finite Elemente, Multilevel Monte Carlo Finite Elemente, Karhunen-Loeve-Entwicklung von Zufallsfeldern, stochastische Galerkin-Methoden: Formulierung, Implementierung, Lösung und Fehlerabschätzung, stochastische Kollokation

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können elliptische Randwertprobleme mit zufälligen Daten mathematisch formulieren und typische Anwendungen im Bereich der Quantifizierung von Unsicherheiten (Uncertainty Quantification) benennen. Sie kennen entsprechende numerischer Lösungsverfahren, die auf Raumdiskretisierungen mit finiten Elementen beruhen. Sie sind in der Lage, diese Lösungsverfahren zu vergleichen und deren Konstruktionsprinzipien zu erklären. Die Studierenden können die Verfahren analysieren und beurteilen. Sie können die Lösungsverfahren auf ein gegebenes Beispiel anwenden und die wesentlichen Implementierungsschritte wiedergeben.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Numerische Mathematik, Einführung in die Stochastik. von Vorteil: Numerik partieller Differentialgleichungen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** G. J. Lord, C. E. Powell, and T. Shardlow. An Introduction to Computational Stochastic PDEs. Cambridge University Press, 2014. R. C. Smith. Uncertainty Quantification: Theory, Implementation, and Applications. SIAM Computational Science and Engineering, 2014. D. Xiu. Numerical Methods for Stochastic Computations: A Spectral Method Approach. Princeton University Press, 2010.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Arakelov-Geometrie**					
Modul Nr. 04-10-0506	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0506-vu	Arakelov-Geometrie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Affine Varietäten, ebene algebraische Kurven, Schnittzahl; projektive Varietäten, ebene projektive Kurven, Satz von Bézout. Arithmetische Flächen, Divisoren, klassische Schnittzahl; Arakelov-Divisoren, Green'sche Funktion, arithmetische Schnittzahl; diophantische Anwendungen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Arakelov-Geometrie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** William Fulton: Algebraic Curves. An introduction to algebraic geometry. Robin Hartshorne: Algebraic Geometry Serge Lang: Introduction to Arakelov theory.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg) Ausgewähltes Thema aus der Arithmetischen Geormetrie

Modulbeschreibung

Modulname

Differentialgeometrie

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0507/de	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Elena Mäder-Baumdicker

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0507-vu	Differentialgeometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Kurven: Bogenlänge, Krümmung; globale Kurventheorie, z.B. Umlaufsatz. Flächentheorie: Fundamentalformen, Weingarten-Abbildung, Hauptkrümmungen, Gauß- und mittlere Krümmung. Hyperflächengleichungen, Geodätische, Parallelverschiebung, Satz von Gauß-Bonnet. Evtl. weitere Themen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende beherrschen das differentialgeometrische Kalkül, können zwischen intrinsischen und extrinsischen Begriffen unterscheiden und besitzen geometrische Intuition für Krümmung.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra
5	**Prüfungsform**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bär: Elementare Differentialgeometrie Montiel, Ros: Curves and surfaces Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (geo), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname **Differential Geometry**					
Modul Nr. 04-10-0507/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Elena Mäder-Baumdicker		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

			(CP)		
	04-10-0507-vu	Differentialgeometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Kurven: Bogenlänge, Krümmung; globale Kurventheorie, z.B. Umlaufsatz. Flächentheorie: Fundamentalformen, Weingarten-Abbildung, Hauptkrümmungen, Gauß- und mittlere Krümmung. Hyperflächengleichungen, Geodätische, Parallelverschiebung, Satz von Gauß-Bonnet. Evtl. weitere Themen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende beherrschen das differentialgeometrische Kalkül, können zwischen intrinsischen und extrinsischen Begriffen unterscheiden und besitzen geometrische Intuition für Krümmung.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**Literatur** Bär: Elementare Differentialgeometrie Montiel, Ros: Curves and surfaces Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (geo), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Nichtglatte Analysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0508/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Alexandra Schwartz

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0508-vu	Nichtglatte Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Konvexe Analysis: Stetigkeits- und Differenzierbarkeitseigenschaften konvexer Funktionen, konvexes Subdifferential, epsilon-Subdifferential, Rechenregeln, Optimalitätsbedingungen, Beispiele

Nichtglatte Analysis: verschiedene Subdifferentiale (Clarke, Mordukhovich,...), Semiglattheit, Normalenkegel, Co-Ableitungen, Rechenregeln, Optimalitätsbedingungen, Beispiele

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach Besuch dieses Moduls

- kennen die Studierenden verallgemeinerte Ableitungskonzepte für konvexe und allgemeine nichtdifferenzierbare Funktionen

- beherrschen die Studierenden die dafür existierenden Rechenregeln

- kennen die Studierenden Optimalitätsbedingungen für konvexe und nichtdifferenzierbare Optimierungsprobleme

- verstehen die Studierenden die analytischen Grundlagen von Verfahren für nichtglatte Gleichungen und Optimierungsprobleme

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis, Lineare Algebra

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc.Math:Wahlpflichtbereich, M.Sc.Math:Ergänzungsbereich
9	**Literatur** W. Schirotzek: Nonsmooth Analysis F. Clarke: Optimization and Nonsmooth Analysis T. Rockafellar: Convex Analysis T. Rockafellar and R.Wets: Variational Analysis B. Mordukhovich: Variational Analysis and Generalized Differentiation
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Automorphe Formen**					
Modul Nr. 04-10-0509	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-10-0509-vu	Automorphe Formen	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Dirichletsche L-Funktionen, Modulformen, Eisensteinreihen, Thetareihen, Hecke-Operatoren und L-Funktionen, Kongruenzuntergruppen, Alt- und Neu-Formen, Beziehung zu elliptischen Kurven, Automorphe Formen zu GL(1) und GL(2).				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der Theorie der automorphen Formen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra, Complex Analysis				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** D. Bump: Automorphic Forms and Representations, Cambridge University Press A. Deitmar: Automorphe Formen, Springer A. Knapp: Elliptic Curves, Princeton University Press M. Koecher, A. Krieg: Elliptische Funktionen und Modulformen, Springer D. Bump et.al.: An Introduction to the Langlands Programm, Birkhäuser J.H. Bruinier, G. van der Geer, G. Harder, D. Zagier: The 1-2-3 of Modular Forms, Springer				

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Shimura-Varietäten**					
Modul Nr. 04-10-0510	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0510-vu	Shimura-Varietäten	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Shimura-Varietäten sind eine höherdimensionale Verallgemeinerung von Modulkurven. Sie spielen eine zentrale Rolle im Schnittfeld von Zahlentheorie, Algebra und Analysis. Ausgehend von der oberen Halbebene und gewissen Quotienten, den Modulkurven, werden als Verallgemeinerung hermitesch symmetrische Bereiche studiert und klassifiziert. Gewisse Quotienten werden als komplexe Shimura-Varietäten interpretiert werden. Ferner sollen Modulformen in diesem allgemeinen Rahmen erklärt werden.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie von Shimura-Varietäten. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algebra, Topologie (nützlich)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** S. Helgason: Differential Geometry, Lie groups, and symmetric spaces. Academic Press 1978 S. Kobayashi, K. Nomizu: Foundations of differential geometry I+II, Wiley Classics Library 1996
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg) Ausgewähltes Thema aus der Arithmetischen Geormetrie

Modulbeschreibung

Modulname

Geometrische Variationsprobleme

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0511	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0511-vu	Geometrische Variationsprobleme	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

In unterschiedlicher Schwerpunktsetzung: optimale Flächen in der Geometrie wie Minimalflächen (Minima des Flächeninhalts), Willmore-Flächen (Minima der Biege-Energie), oder Probleme unter Nebenbedingung, z.B. Flächen konstanter mittlerer Krümmung, Darstellungen dieser Flächen als kritische Punkte von Variationsintegralen und als Lösungen partieller Differentialgleichungen, Beispiele und Existenzaussagen, sowie Eigenschaften der Flächen, wie z.B. Maximumprinzipien

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende können den Zusammenhang von Vartiationsfunktionalen und ihren Euler-Gleichungen über einen konkreten Fall hinaus erläutern. Sie können Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen sowie Eigenschaften der betrachteten Flächenklassen angeben und herleiten, und beispielhafte Forschungsfragen des Gebiets erklären.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Differentialgeometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** wird in der Vorlesung angegeben. Z.B.: Dierkes, Hildebrandt, Sauvigny: Minimal surfaces (Springer) Kenmotsu: Surfaces of constant mean curvature (AMS)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen**					
Modul Nr. 04-10-0512	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0512-vu	Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Klassifikation (Support Vector Machines), Clustering, Matrix Vervollständigung, Sparse Regression, Lasso, Sparse Inverse Kovarianz Auswahl, Neuronale Netze (deep learning), Markow-Netzwerke
Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden haben nach Besuch des Moduls einen Einblick in das maschinelle Lernen erhalten. Sie wissen insbesondere welche mathematischen Optimierungsmethoden in diesem Kontext angewendet werden können und haben deren Eigenschaften kennengelernt.
Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Optimierung
Nützlich: Diskrete Optimierung oder Nichtlineare Optimierung

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9 Literatur

Mitchell: Machine Learning. Mcgraw-Hill 1997
Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press 2012

	Sra,Nowozin, Wright: Optimization for Machine Learning, MIT Press, 2012 Miroslav Kubat: An Introduction to Machine Learning.Springer, 2015.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Online-Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0513	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. Yann Disser		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0513-vu	Online-Optimierung	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Einführung in die Online Optimierung, List Access, Paging, randomisierte online Algorithmen, Yao's Prinzip, Load Balancing und online Scheduling, k-Server Probleme
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der formalen Grundlagen der online Optimierung und der kompetitiven Analyse von online Algorithmen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Optimierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

	Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Borodin, El-Yaniv. Online Computation and Competitive Analysis. Cambridge University Press, 2005. Amos Fiat, Gerhard J. Woeginger. Online Algorithms: The State of the Art. Springer, 1998.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **Funktionalanalysis II**					
Modul Nr. 04-10-0515	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0515-vu	Funktionalanalysis II	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Ausgewählte Kapitel der linearen Funktionalanalysis, wie z.B. Spektralkalkül selbstadjungierter stetiger bzw. abgeschlossener Operatoren; Rieszsche Darstellungssätze positiver bzw. stetiger linearer Funktionale auf C^0; abgeschlossene Operatoren und Formdefinition in Hilberträumen; Störungstheorie; Halbgruppentheorie; Bochnerräume; lokalkonvexe topologische Vektorräume
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der linearen Funktionalanalysis. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet

	selbstständig zu erweitern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** J. Weidmann: Linear Operators in Hilbert Spaces. Springer 1980 W. Rudin: Real and Complex Analysis. McGraw-Hill 1986 T. Kato: Perturbation Theory for Linear Operators. Springer 1995 K. Yosida: Functional Analysis. Springer 1995 K. Schmüdgen: Unbounded Self-adjoint Operators on Hilbert Space. Springer 2012 D. Werner: Funktionalanalysis. Springer 2000
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Reduzierte-Basis-Methoden**					
Modul Nr. 04-10-0516	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0516-vu	Reduzierte-Basis-Methoden	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** - Reduzierte-Basis-Methoden via Galerkin-Projektion: Konstruktion, Analyse, Anwendung - Proper Orthogonal Decomposition - Greedy-Algorithmus - Schätzung des Fehlers in der Lösung und in funktionalen Zielgrößen				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Redizierten-Basis-Methoden. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Numerik partieller Differentialgleichungen				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** - Haasdonk: Reduced Basis Methods for Parametrized PDEs -- A Tutorial Introduction for Stationary and Instationary Problems, IANS, University of Stuttgart, Germany, 2014 - Quarteroni, Manzoni, Negri: Reduced Basis Methods for Partial Differential Equations: An Introduction, Springer, 2016 - Hesthaven, Rozza, Stamm: Certified Reduced Basis Methods for Parametrized Partial Differential Equations, Springer, 2016				

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Modulformen mehrerer Veränderlicher**					
Modul Nr. 04-10-0517	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0517-vu	Modulformen mehrerer Veränderlicher	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Einführung in die Theorie der Modulformen mehrer Veränderlicher am Beispiel einer klassischen Gruppe, wie etwa Siegelsche Modulformen oder Hilbertsche Modulformen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie vom Modulformen in mehreren Veränderlichen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra, empfohlen: Modulformen oder Automorphe Formen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** E. Freitag: Siegelsche Modulfunktionen; van der Geer: Hilbert modular surfaces; J.H. Bruinier, G. van der Geer, G. Harder, D. Zagier: The 1-2-3 of modular forms; H. Klingen: Introductory lectures on Siegel modular forms.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg) Ausgewähltes Thema aus der Theorie der Automorphen Formen

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Analysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0518	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0518-vu	Ausgewählte Themen der Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** themenabhängig, Beispiele umfassen: - Erhaltungsgleichungen - Stochastische PDGL - Geophysical Flows - freie Randwerteprobleme - Chemotaxis - Besov-Räume - Pseudo-Differentialoperatoren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines

	Teilgebiets der Analysis. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig, in der Regel Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Ausgewählte Themen der Stochastik**					
Modul Nr. 04-10-0519	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-10-0519-vu	Ausgewählte Themen der Stochastik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** themenabhängig, Beispiele umfassen: - zufällige Graphen und geometrische Modelle der Stochastik - Malliavin-Kalkül und stochastische Analysis. - Ausgewählte Themen zu Levy-Prozessen - Ausgewählte Kapitel der mathematischen Statistik.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der Stochastik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig, mindestens aber Wahrscheinlichkeitstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname

Einführung in die Algebra und Algebra in der Schule</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0520/de</td><td>Leistungspunkte
8 CP</td><td>Arbeitsaufwand
240 h</td><td>Selbststudium
165 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td colspan="2">Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0006-vu</td><td colspan="2">Einführung in die Algebra</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>04-00-0039-se</td><td colspan="2">Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Elementare Gruppentheorie, Gruppenwirkungen, Ringe, Teilbarkeit, Polynomringe, Moduln.
Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen und Termen in den beiden Sekundarstufen, Rechnenkönnen, Technologieeinsatz, Teilbarkeitsuntersuchungen; typische Schülerfehler, Aufbau von Grundvorstellungen, Möglichkeiten der Nutzung von Strategien, Prinzipien und Modellen für die Entwicklung eines Spiralcurriculums bis zur Sekundarstufe II.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studenten verstehen die grundlegenden Begriffe und Methoden der Theorie der Gruppen, Ringe und Moduln. Sie können
diese auf typische Fragestellungen anwenden.
Die Studierenden...
...erlangen fachliche Sicherheit in schulrelevanten Aspekten der Algebra und Zahlentheorie.
...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Algebra in der Schule zu veranschaulichen, sprachsensibel und binnendifferenzierend zu gestalten.
...praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben und Begabtenförderung und entwickeln ihre diagnostische Kompetenz</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
Analysis, Lineare
Algebra, Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:</td></tr>
</table>

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** S. Lang: Algebra, Addison-Wesley; N. Jacobson: Basic Algebra 1, Freeman S. Bosch: Algebra, Springer Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Malle, G. (1993). Didaktische Probleme der elementaren Algebra. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden. Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Funktionentheorie und Analysis in der Schule**					
Modul Nr. 04-10-0521/de	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0159-se	Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule	0	Seminar	2

	04-00-0225-vu	Complex Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Cauchy-Riemann Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel, Potenzreihen, Satz von Liouville und Hauptsatz der Algebra, Umlaufzahl Laurentreihen und isolierte Singularitäten, Residuensatz Funktionspropädeutik, Funktionsuntersuchungen, Lokale Änderungsrate und Grenzwertbegriff, Riemannscher Integralbegriff, Anwendungen der Infinitisemalrechnung in der Schule, Fehlvorstellungen von Schülern; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung, Technologieeinsatz
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - sind sie mit den Cauchy-Riemannschen DGL vertraut - können sie Kurvenintegrale analysieren und berechnen - sind sie mit dem Cauchyschen Integralsatz und der Cauchyschen Integralformel vertraut und können deren Implikationen aufzeigen - sind sie mit der Bedeutung der Potenzreihen in der Funktionen-theorie vertraut - können sie den Satz von Liouville und den Hauptsatz der Algebra erklären - können sie Laurentreihen analysieren - können sie isolierte Singularitäten anhand konkreter Beispiele erklären -sind mit dem Residuensatz und dessen Implikationen vertraut Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in besonders schulrelevanten Aspekten der Analysis und können verschiedene Zugänge und Schwerpunktsetzungen gegeneinander abwägen. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Analysis in der Schule zu veranschaulichen - auch mit Technologieeinsatz. ...praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben, Diagnose und Förderung.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Lineare Algebra, Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Freitag: Funktionentheorie I, Springer. Remmert: Funktionentheorie I Conway: Functions of one complex variable, Springer Tietze, U.-P., Klika,M., Wolpers, H.-H.: Mathematikunterricht in der SII, Bd. 1, Fachdidaktische Grundfragen, Didaktik der Analysis. Vieweg 2000, Büchter, A., Henn, H.-W.: Elementare Analysis: Von der Anschauung zur Theorie. Spektrum 2010. Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Kratz, Henrik (2011). Wege zu einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht – Ein Studien- und Praxisbuch für die Sekundarstufe. Kallmeyer – Klett, Seelze Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Gewöhnliche Differentialgleichungen und Medien in der Schule

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0522/de	8 CP	240 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0054-vu	Gewöhnliche Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0249-se	Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Trennung der Variablen, Sätze von Picard-Lindelöf und Peano, lokale und globale Theorie, lineare Systeme erster und höherer Ordnung, Variation-der-Konstanten-Formel, Prinzip linearisierter Stabilität, Lyapunov-Stabilität. Technische Möglichkeiten, didaktische Konzepte und Anwendungsbeispiele zu Tabellenkalkulationsprogrammen, dynamischer Geometriesoftware, Computer-Algebra-

	Systemen, Programmierung und didaktischer Hardware
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - können sie die Methode der Trennung der Variablen - sind sie mit den Sätzen von Picard-Lindelöf und Peano vertraut - sind sie mit der lokalen und globalen Existenztheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen vertraut - können sie lineare Systeme erster und höherer Ordnung analysieren - können Sie die Variation der konstanten Formel entwickeln - können sie das Prinzip linearisierter Stabilität formulieren und anwenden - sollten sie den Begriff der Lyapunov Stabilität erklären und auf konkrete Beispiele anwenden können. Die Studierenden... ...erlangen Grundkenntnisse in den gängigsten Mathematikprogramm-kategorien, im Umgang mit Taschenrechnern, Tablets und interaktiven Whiteboards und im Programmieren. ...können Medienanwendungen mit unterschiedlichen didaktischen Konzepten begründen und entwickeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis und Lineare Algebra und Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Mediendidaktik (Vernetzungsbereich). (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur**

	H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter W.Walther: gew. DGL, Springer Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (2005): Computer, Internet Co. im Mathematik-Unterricht. Cornelsen Verlag Scriptor. Artikel aus „mathematik lehren" und gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Elementare Zahlentheorie und Algebra in der Schule

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0523/de	8 CP	240 h	165 h	1 Semester	Jedes 4. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0039-se	Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule	0	Seminar	2
04-10-0389-vu	Elementare Zahlentheorie (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Primzahlen, Primfaktorzerlegung, Kongruenzen, Fermats kleiner Satz, RSA-Kryptosystem, Legendre-Symbol, quadratische Reziprozität.
Ausblick in Gaußsche ganze Zahlen, den Dirichletschen Primzahlsatz oder das Fermatsche Problem.
Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen und Termen in den beiden Sekundarstufen, Rechnenkönnen, Technologieeinsatz, Teilbarkeitsuntersuchungen; typische Schülerfehler, Aufbau von Grundvorstellungen, Möglichkeiten der Nutzung von Strategien, Prinzipien und Modellen für die Entwicklung eines Spiralcurriculums bis zur Oberstufe.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Einführung in die elementare Zahlentheorie und Behandlung einiger klassischer Probleme
Die Studierenden...
...erlangen fachliche Sicherheit in schulrelevanten Aspekten der Algebra und Zahlentheorie.
...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Algebra in der Schule zu veranschaulichen, sprachsensibel und binnendifferenzierend zu gestalten.

	......können anhand der in den Übungen praktizierten zahlreichen Beispiele Kriterien für intelligentes Üben und Begabtenförderung erläutern und entwickeln ihre diagnostische Kompetenz
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Lineare Algebra und Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** A. Beck, M.N. Bleicher, D.W. Crowe: Excursions into Mathematics. Worth Publishers, Inc.1969. B.M.Steward: Theory of Numbers 2nd ed. The Macmillian Company. New York 1964 Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Malle, G. (1993). Didaktische Probleme der elementaren Algebra. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden. Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Logik und Grundlagen und Aufgabenpraktikum**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0524/de	**kte** 8 CP	240 h	165 h	1 Semester	Jedes 4. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0109-se	Fachdidaktisches Seminar: Aufgabenpraktikum online	0	Seminar	2
04-00-0144-vu	Logik und Grundlagen (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Elementare Logik: Aussagenlogik und Logik erster Stufe; Syntax, Semantik und Beweiskalküle. Elementare axiomatische Mengenlehre; mengentheoretische Modellierung mathematischer Objekte; Ordinalzahlen, Kardinalzahlen. Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit anhand eines einfachen Berechnungsmodells. Auswahl aus Teilmodulen zu Knobelaufgaben, Spiralen, Wirtschaftsmathematik, Optimierung, Graphentheorie, Bezierkurven, Folgen, Benfordgesetz, Kryptographie, stochastische Simulation, Kombinatorik, Logisches Schließen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden verstehen einfache Formalisierungen mathematischer Aussagen in formalen Systemen und können auf elementarem Niveau mit Beweisen in einem formalen System umgehen. Sie können exemplarisch die Modellierung allgemeiner mathematischer Begriffsbildungen, Konstruktionen und Beweise im Rahmen der Mengenlehre nachvollziehen. Sie kennen die Bedeutung der fundamentalen Konzepte aus klassischer Logik und Berechenbarkeitstheorie für Grundlagenfragen der Mathematik.
Nach dem erfolgreichen Besuch der Veranstaltung können die Studierenden z.B. zu Fragen der folgenden Art informiert Stellung nehmen:
"Was ist eine wahre Aussage?",
"Was ist ein Beweis?",
"Wo liegt der Unterschied zwischen Mengen und Klassen?",
"Wie misst man verschiedene Grade der Unendlichkeit?",
"In welchem Sinne ist mathematische Erkenntnis sicher?",
"Kann man jede wahre mathematische Aussage beweisen?"
Die Studierenden erwerben
- Fähigkeiten im Lösen und digitalen Dokumentieren von Lösungswegen von Mathematikaufgaben aus verschiedenen schulrelevanten Themenfeldern;
- Vorstellungen zur Gestaltung von Arbeitsgemeinschaften mit interessierten Schülern zu ausgewählten Themen;
- digitale Feedbacktechniken und Bewusstheit über Problemlöse-strategien und das Lernpotential verschiedener Lösungswege
- Handlungswissen zur Theorie des Arbeitens mit Aufgaben beim Lehren und Lernen von Mathematik.

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** allgemeines mathematisches Grundwissen aus dem 1. Fachsemester, Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** (Exemplarisch) Forster, T.: Logic, Induction and Sets. CUP, 234pp., 2003 Kay, R.: The Mathematics of Logic. CUP, 204pp., 2007 Schindler, R.: Logische Grundlagen der Mathematik. Springer, 203pp., 2009 MOODLE-Kurs online mit Skript Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (2005): Computer, Internet Co. im Mathematik-Unterricht. Cornelsen Verlag Scriptor.
10	**Kommentar** Das Aufgabenpraktikum ist eine online-Veranstaltung mit tutorieller Begleitung.

Modulbeschreibung

Modulname **Ausgewählte Themen aus der Theorie der Lie-Algebren**					
Modul Nr. 04-10-0526/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0526-vu	Ausgewählte Themen aus der Theorie der Lie-Algebren	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

themenabhängig, Beispiele umfassen:
- Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren
- Kac-Moody-Algebren
- Einführung in die Theorie der Vertex-Algebren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Gebiets der Theorie von Vertex-Algebren. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

(Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung (in der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur)

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

9 Literatur

Serre: Complex semisimple Lie algebras
Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory
Bourbaki: Lie groups and Lie algebras
Kac: Infinite dimensional Lie algebras
Carter: Lie algebras of finite and affine type
Kac: Vertex algebras for beginners
Frenkel, Ben-Zvi: Vertex algebras and algebraic curves

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Gewöhnliche Differentialgleichungen (für Mechanik)**					
Modul Nr. 04-10-0529/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0054-vu	Gewöhnliche Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Trennung der Variablen, Sätze von Picard-Lindelöf und Peano, lokale und globale Theorie, lineare Systeme erster und höherer Ordnung, Variation-der-Konstanten-Formel, Prinzip linearisierter Stabilität, Lyapunov-Stabilität.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls

- können die Studierenden die Methode der Trennung der Variablen
- sind sie mit den Sätzen von Picard-Lindelöf und Peano vertraut
- sind sie mit der lokalen und globalen Existenztheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen vertraut
- können sie lineare Systeme erster und höherer Ordnung analysieren
- können sie die Variation der konstanten Formel entwickeln
- können sie das Prinzip linearisierter Stabilität formulieren und anwenden
- sollten sie den Begriff der Lyapunov Stabilität erklären und auf konkrete Beispiele anwenden können

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis und Lineare Algebra
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung (in der Regel erfolgt die Prüfung schriftlich durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich) Bestehen der Studienleistung (Sonderform: in der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen)
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Ang. Mechanik
9	**Literatur** H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter W.Walther: gew. DGL, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule**					
Modul Nr. 04-10-0530/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. päd. Regina Bruder		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0039-se	Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen und Termen in den beiden Sekundarstufen, Rechnenkönnen, Technologieeinsatz, Teilbarkeitsuntersuchungen; typische Schülerfehler, Aufbau von Grundvorstellungen, Möglichkeiten der Nutzung von Strategien, Prinzipien und Modellen für die Entwicklung eines Spiralcurriculums bis zur Sekundarstufe II.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in schulrelevanten Aspekten der Algebra und Zahlentheorie. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Algebra in der Schule zu veranschaulichen, sprachsensibel und binnendifferenzierend zu gestalten. ......können anhand der in den Übungen praktizierten zahlreichen Beispiele Kriterien für intelligentes Üben und Begabtenförderung erläutern und entwickeln ihre diagnostische Kompetenz
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Malle, G. (1993). Didaktische Probleme der elementaren Algebra. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden. Gängige Schulbücher

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule**					
Modul Nr. 04-10-0531/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0159-se	Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Funktionspropädeutik, Funktionsuntersuchungen, Lokale Änderungsrate und Grenzwertbegriff, Riemannscher Integralbegriff, Anwendungen der Infinitisemalrechnung in der Schule, Fehlvorstellungen von Schülern; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung, Technologieeinsatz
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in besonders schulrelevanten Aspekten der Analysis und können verschiedene Zugänge und Schwerpunktsetzungen gegeneinander abwägen. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Analysis in der Schule zu veranschaulichen - auch mit Technologieeinsatz. ...praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben, Diagnose und Förderung.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung

<table>
<tr><td></td><td>zur Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Verwendbarkeit des Moduls
Mathematik: Lehramt</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Literatur
Tietze, U.-P., Klika,M., Wolpers, H.-H.: Mathematikunterricht in der SII, Bd. 1, Fachdidaktische Grundfragen, Didaktik der Analysis. Vieweg 2000,
Büchter, A., Henn, H.-W.: Elementare Analysis: Von der Anschauung zur Theorie. Spektrum 2010.
Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer.
Gängige Schulbücher</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Kommentar</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0532/de</td><td>Leistungspunkte
3 CP</td><td>Arbeitsaufwand
90 h</td><td>Selbststudium
60 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td></td><td>04-00-0160-se</td><td>Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Geschichte der Wahrscheinlichkeitstheorie; Geschichte der Stochastik; Didaktische Analyse der Grundbegriffe der Stochastik; Repräsentationen von Daten; Paradoxien der Stochastik.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Studierende können zentrale Fragestellungen des Faches aus historischen Gegebenheiten</td></tr>
</table>

	heraus erklären, die spezifischen Probleme des Schulfaches Stochastik analysieren und beurteilen, sowie verschiedene Annäherungen an Fragestellungen der Stochastik unterscheiden und bewerten.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Einführung in die Stochastik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Victor Katz: A History of Mathematics. Harper Collins, 1993. E. Kaplan, M. Kaplan: Eins zu Tausend. Die Geschichte der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Campus Verlag, 2007. C. C. Gillispie: Dictionary of Scientific Biography. Charles Scribner.s Sons, 1970 - 1991. A. Desrosières: Die Politik der großen Zahlen. Eine Geschichte der statistischen Denkweise. Springer, 2005. R. Biehler, J. Engel: Stochastik: Leitidee Daten und Zufall. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, G.-G. Weigand (Hrsg.): Handbuch der Mathematikdidaktik, Springer Sprektrum 2015, S. 221 -251. U.-P. Tietze, M. Klika, H. Wolpers: Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II. Band 3: Didaktik der Stochastik. Vieweg 2002. H.-H. Dubben, H.-P. Beck-Bornholdt: Mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Sicherheit: Logisches Denken und Zufall. Rowohlt, 2007.

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule					
Modul Nr. 04-10-0533/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0533-se	Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Leitideen Raum und Form, Messen, Geometrie als Tätigkeitsfeld für zeichnerisches Experimentieren und Gestalten, für analysierendes und begründendes Vorgehen in der Mathematik, für innermathematisches und anwendungsbezogenes Problemlösen und Aspekte geometrischen Denkens: Raumvorstellung und räumliches Strukturieren , Begriffsbildung, Verwendung von Darstellungen; Sprache als Lernziel und Lerngegenstand in den Bildungsstandards; Sprache der SuS versus Sprache der Schule und Sprache der Mathematik, Sprachliche Hürden in Mathematik, Vergleich von Aufgaben und Unterrichtsbausteinen in Bezug auf sprachliche Anforderungen sowie Unterstützung der fachadäquaten Sprachförderung; Kennzeichen sprachsensiblen Unterrichts und Scaffolding

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden sind in der Lage…

… geometrische Figuren plastisch sowie durch Zeichnungen und Konstruktionen darzustellen

… geometrische Problemstellungen zu bearbeiten und verwendete Strategien zu reflektieren

… sprachliche Äußerungen von Lernenden in Bezug auf Schwierigkeiten und Kompetenzen zu analysieren und fachliche und sprachliche Unterstützungsangebote zu erarbeiten

… Aufgaben- und Fachtexte in Bezug auf sprachliche Anforderungen zu analysieren

… binnendifferenzierende Unterrichtsbausteine zu geometrischen Themen der SI und SII unter Einbeziehung der damit in Verbindung stehenden Fachsprache zu planen, zu gestalten und zu präsentieren

4 Voraussetzung für die Teilnahme

	Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Hattermann/Kadunz/Rezat/Sträßer: Leitidee Raum und Form. In Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Praxis der Mathematik in der Schule (Heft 45): Ausgesprochen Mathe – Sprachen fördern ml 196: Problemlösen lernen in der Geometrie, Seelze Friedrich (2016) Leisen, Josef (2010): Handbuch Sprachförderung im Fach. Varus Verlag Wessel, L.(2015). Fach- und sprachintegrierte Förderung durch Darstellungsvernetzung und Scaffolding. Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts Band 19 (Hrsg. Hußmann; Nührenbörger; Prediger; Selter). SpringerSpektrum
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule**					
Modul Nr. 04-10-0534/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch		Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger			
1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0249-se	Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** Technische Möglichkeiten, didaktische Konzepte und Anwendungsbeispiele zu Tabellenkalkulationsprogrammen, dynamischer Geometriesoftware, Computer-Algebra-Systemen, Programmierung und didaktischer Hardware				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden... ...erlangen Grundkenntnisse in den gängigsten Mathematikprogrammkategorien, im Umgang mit Taschenrechnern, Tablets, interaktiven Whiteboards und im Programmieren. ...können Medienanwendungen mit unterschiedlichen didaktischen Konzepten begründen und entwickeln.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Mediendidaktik (aus dem Vernetzungsbereich) (Teilnahme ohne Nachweis möglich)				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt				
9	**Literatur** Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (2005): Computer, Internet Co. im Mathematik-Unterricht. Cornelsen Verlag Scriptor.				

	Artikel aus „mathematik lehren“ und gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar: Aufgabenpraktikum online**					
Modul Nr. 04-10-0535/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0109-se	Fachdidaktisches Seminar: Aufgabenpraktikum online	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** Auswahl aus Teilmodulen zu Knobelaufgaben, Spiralen, Wirtschaftsmathematik, Optimierung, Graphentheorie, Bezierkurven, Folgen, Benfordgesetz, Kryptographie, stochastische Simulation, Kombinatorik, Logisches Schließen				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erwerben - Fähigkeiten im Lösen und digitalen Dokumentieren von Lösungswegen von Mathematikaufgaben aus verschiedenen schulrelevanten Themenfeldern; - Vorstellungen zur Gestaltung von Arbeitsgemeinschaften mit interessierten Schülern zu ausgewählten Themen; - digitale Feedbacktechniken und Bewusstheit über Problemlösestrategien und das Lernpotential verschiedener Lösungswege -Handlungswissen zur Theorie des Arbeitens mit Aufgaben beim Lehren und Lernen von Mathematik.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (2005): Computer, Internet Co. im Mathematik-Unterricht. Cornelsen Verlag Scriptor. MOODLE-Kurs online mit Skript
10	**Kommentar** Das Aufgabenpraktikum ist eine online-Veranstaltung mit tutorieller Begleitung.

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Projekt: Lernentwicklung in heterogenen Lerngruppen					
Modul Nr. 04-10-0540/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0540-pj	Fachdidaktisches Projekt: Lernentwicklung in heterogenen Lerngruppen (neu)	0	Projekt	4
2	**Lerninhalt** Unterstützungssysteme zur Arbeit in heterogenen Lerngruppen mit eigener Entwicklung und Erprobung, Inklusion, Konzepte binnendifferenzierten Lernens von Mathematik in den Sekundarstufen und Ergebnisse aus Modellprojekten, Entwicklung von				

	Schulcurricula und Entwicklungsmodelle für inhaltliche und prozessbezogene Kompetenzen, Lernpotientiale und Grenzen digitaler Diagnose und aktueller digitaler Lernumgebungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden… - erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten zu einem langfristig angelegten mathematischen Kompetenzaufbau - können kriterienbasiert Lehr- und Lernmaterialien analysieren und begutachten - entwickeln Vorstellungen über inklusive, binnendiffferenzierende Gestaltungsmöglichkeiten von Mathematikunterricht und können geeignete Aufgaben- und Darstellungsvariationen und Unterstützungsmöglichkeiten - auch digital - gestalten
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxisphase III, (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Artikel aus „mathematik lehren“ und gängige Schulbücher, Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen					
Modul Nr. 04-10-0541/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0043-pj	Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen lernen	0	Projekt	4

2 Lerninhalt

Begriff und verschiedene Vorstellungen in unterschiedlichen Disziplinen zum Problemlösenlernen
- Überblick über einschlägige Forschungsergebnisse mit Unterrichtsbezug
- Lösen von Problemaufgaben und Kennenlernen von Heuristiken und Technologieeinsatz
- Anforderungen an unterrichtsgeeignete Problemlöseaufgaben und eigene Konstruktion sowie Reflexion entsprechender Aufgaben
- Problemlösen in Verbindung mit Selbstregulation (Querverbindung zur päd. Psychologie)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

- Entwicklung von Vorstellungen und Handlungskompetenz zur Planung von Mathematikunterricht, in dem mathematische Problemlösungs-kompetenz mit Bezug zur Lebenswelt erworben werden kann
- Erarbeitung und eigene Erprobung eines Konzeptes zum Problemlösenlernen, z.B. eines Knobelwettbewerbs, eines Kompetenztrainings o.ä.
- Gewinnen und Reflektieren eigener Problemlöseerfahrung und von Handlungswissen und Heurismen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxisphase III
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)
- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung

	zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Bruder,R., Collet,C.: Problemlösenlernen im Mathematikunterricht. Cornelsen Scriptor (2009) Büchter,A., Leuders,T.: Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Cornelsen (2005) Polya,G.: Schule des Denkens. Vom Lösen mathematischer Probleme. (1949) Zeitschrift „mathematik lehren“: verschiedene Beiträge, Aufgaben aus Mathematikwettbewerben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Projekt: Anwendungsorientierter Mathematikunterricht					
Modul Nr. 04-10-0542/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0113-pj	Fachdidaktisches Projekt: Anwendungsorientierter Mathematikunterricht	0	Projekt	4
2	**Lerninhalt** Begriff und verschiedene Konzeptionen eines anwendungsorientierten Mathematikunterrichts; - Fermiaufgaben, deskriptives und normatives Modelieren, - Anforderungen an Modellierungsaufgaben und eigene Begutachtungen und Konstruktionen solcher Aufgaben; - Vertiefte Betrachtung der Kompetenz des mathematischen Modellierens: eigene				

	Modellierungserfahrungen und entsprechende Reflexion (Betreuung der Modellierungswoche mit Schülern);
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden entwickeln und gewinnen - Vorstellungen über den Kern mathematischen Modellierens und über eine mögliche Progression im Kompetenzwerwerb zum Modellieren - Vorstellungen, intelligentes Wissen und erste Handlungskompetenz zur Planung und Gestaltung eines nachhaltigen anwendungsorientierten Mathematikunterrichts; - Medienkompetenz durch Herstellung einer digital aufbereiteten projektorientierten Lernumgebung zu Mathematikan-wendungen (website) - Erfahrungen zur Heterogenität der Lernenden im Sinne eines forschenden Lernens (Teilnahme an der Modellierungswoche) insbesondere zu Möglichkeiten und Grenzen interessen- und lernstildifferenzierter Lernangebote
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxisphase III, Mediendidaktik (aus dem Vernetzungsbereich) (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** ISTRON-Materialien Bd. 1 - 14 Büchter,A., Leuders,T.: Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Cornelsen (2005) Zeitschrift „mathematik lehren“: ausgewählte Beiträge Herget/Scholz: Die etwas andere Aufgabe - aus der Zeitung, Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung, Seelze 1998 Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer.

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Projekt: Lernleistungsdiagnostik**					
Modul Nr. 04-10-0543/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0038-pj	Fachdidaktisches Projekt: Lernleistungsdiagnostik	0	Projekt	4

2	**Lerninhalt** Relevanz der Diagnosefähigkeit für die Lehrerprofessionalität; - Methodenreflexion für eine wissenschaftlich fundierte Lernzielkontrolle im Vergleich zu pragmatischen Lösungen für den Unterrichtsalltag; - Einführung in die kompetenzorientierte Leistungstestkonstruktion und –auswertung; - Methoden zur Lernprozess- und Lernergebnisdiagnostik - Analyse einzelner Schülerleistungen. Identifizieren von Lerntypen, Lernständen, typischen Fehlern und Fehlermustern. - Maßnahmen zur Initiierung zielgerichteter und produktiver Lernprozesse aufgrund aktuell diagnostizierter Lernstände
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind in der Lage… … kriteriengeleitete Diagnoseinstrumente für Lernergebnisse und Lernprozesse zu erstellen und zu erproben … Lernergebnisse und Lernprozesse anhand von Kriterien zu beurteilen und zu bewerten und Feedback zu geben … individuelle Lernvoraussetzungen und Fehlvorstellungen zu diagnostizieren und können entsprechende Maßnahmen zur Initiierung zielgerichteter und produktiver Lernprozesse auswählen … einen selbst entwickelten Diagnose-Förder-Baustein in der Praxis zu erproben und zu reflektieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxisphase III (Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Baumert et al. PISA 2000, PISA 2003 Relevante Beiträge in Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Fritz, A., Schmidt, S. (Hrsg.). Fördernder Mathematikunterricht in der SEK I. Beltz 2009 Mathematik Lehren 150/2008. Diagnose – Schritte zum Fördern Mathematik Lehren 170/2012. Beurteilen und Bewerten Praxis der Mathematik Heft 15/49 (2007). Diagnose – Schülerleistungen verstehen Praxis der Mathematik Heft 56/56 (2014). Schwierigkeiten in Mathematik begegnen Praxis der Mathematik Heft 63/57 (2015). Klassenarbeiten – prüfen und gestalten
10	**Kommentar** Verantwortlich: Frau Krüger (did)

Modulbeschreibung

Modulname **Ausgewählte Themen der Numerik**					
Modul Nr. 04-10-0550/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

			(CP)		
	04-10-0550-vu	Ausgewählte Themen der Numerik	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Themenabhängig, Beispiele umfassen: - Analyse und Numerik singulär gestörter Probleme				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Gebiets der Theorie der Numerik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** (Teilnahme ohne Nachweis möglich)				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung (in der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur)				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** empfohlen für: Mathematik: Master (num)				
9	**Literatur** Themenabhängig				
10	**Kommentar**				

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Theorie der Lie-Algebren**

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0551/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0551-vu	Einführung in die Theorie der Lie-Algebren	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Halbeinfache Lie-Algebren, Cartan-Unteralgebren, Wurzelsysteme, Strukturtheorie halbeinfacher Lie-Algebren, Grundzüge der Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studendierenden sind mit der Strukturtheorie halbeinfacher Lie-Algebren vertraut und kennen die Grundzüge der Darstellungstheorie.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics

9 Literatur

Serre: Complex semisimple Lie algebras, Springer
Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory, Springer
Bourbaki: Lie groups and Lie algebras, Springer
Carter: Lie algebras of finite and affine type, Cambridge University Press

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Algebraische Gruppen**					
Modul Nr. 04-10-0552	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0552-vu	Algebraische Gruppen	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Algebraische Gruppen, Homomorphismen, lineare algebraische Gruppen, insbesondere reduktive Gruppen, oder abelsche Varietäten
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie der algebraischen Gruppen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebraische Geometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** A. Borel: Linear algebraic groups, Springer T. Springer: Linear algebraic groups, Birkhäuser D. Mumford: Abelian varieties, Tata Institute of Fundamental Research
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Algebraische Kurven**					
Modul Nr. 04-10-0553	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0553-vu	Algebraische Kurven	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Affine Varietäten, affine ebene Kurven, projektive Varietäten, projektive ebene Kurven, Bezouts Theorem, Morphismen, rationale Abbildungen, das Theorem von Riemann-Roch
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studenten sind mit den Grundbegriffen der algebraischen Kurven und den wichtigsten Theoremen, wie z.B. dem Theorem von Bezout und dem Theorem von Riemann-Roch, vertraut und können diese auf geometrische Fragestellungen anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Fulton: Algebraic curves, http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/CurveBook.pdf Hartshorne: Algebraic geometry, Springer Kunz: Introduction to plane algebraic curves, Birkhäuser
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Programmierung 1**					
Modul Nr. 04-10-0554/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Andreas Paffenholz		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0554-vu	Einführung in die Programmierung 1	0	Vorlesung und Übung	4

2 Lerninhalt

- Nutzung eines C-Compilers in einer Linux-Umgebung.
- Elementare Konzepte der Programmiersprache C (Datentypen inkl. Speichermanagement und Pointer, Variablen, Ausdrücke, Standardfunktionen, logische Operationen, Kontrollstrukturen, Eingabe und Ausgabe, Funktionen).

	- Begriff der Komplexität (Speicher, Rechenzeit) von Algorithmen. - Nutzung eines Debuggers.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden beherrschen grundlegende Techniken des Programmierens in der Programmiersprache C. Sie können einfache mathematische Algorithmen korrekt, übersichtlich, klar strukturiert und dokumentiert entwerfen, implementieren und testen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Programmieraufgaben. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Übungs- und Programmieraufgaben als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, B.Sc. Angewandte Mechanik, B.Sc. CE
9	**Literatur** Elias Fischer, C-HowTo: Programmieren lernen mit der Programmiersprache C, Books on Demand, ISBN 9783839181041, 2012. Online unter: http://www.c-howto.de/tutorial.html
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Programmierung 2**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0555/de	**kte** 3 CP	90 h	30 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Alf Gerisch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0555-vu	Einführung in die Programmierung 2	0	Vorlesung und Übung	4

2 Lerninhalt

- Einführung in die objektorientierte Programmierung anhand einfacher Klassenhierarchien in C++.
- Einführung in die Standard Template Library und Nutzung für fortgeschrittene Datenstrukturen (Vektoren, Matrizen, Schlangen, Stapel).
- Sensibilisierung für das Rechnen mit Gleitpunktzahlen.
- Nutzung und Erstellung von Softwarebibliotheken (Prinzip und Beispiele).
- Einführung in die Programmierung mit Matlab (Kontrollstrukturen, Funktionen, Vektoroperation, Grafik, Mex-Interface).

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Aufbauend auf EP1 beherrschen die Studierenden grundlegende Techniken des objektorientierten Programmierens in der Programmiersprache C++. Sie können einfache mathematische Algorithmen in C++ korrekt, übersichtlich, klar strukturiert und dokumentiert entwerfen, implementieren und testen. Die Studierenden können existierende Programmbiliotheken in ihre Programme einbinden. Die Studendierenden können, aufbauend auf ihren erlangten Programmierfähigkeiten, die Programmierumgebung Matlab sicher zur Umsetzung einfacher mathematischer Algorithmen nutzen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Programmierung 1

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Programmieraufgaben. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Übungs- und Programmieraufgaben als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, B.Sc. Angewandte Mechanik, B.Sc. CE
9	**Literatur** - J. Pitt-Francis J Whiteley, Guide to Scientific Computing in C++, Springer-Verlag London, ISBN 9781447127352, 2012. - B. Stroustrup, The C++ Programming Language, 4th Edition, Addison-Wesley, ISBN 9780321563842, 2013. - The C++ Ressources Network. Online: http://www.cplusplus.com/ - Matlab Online Documentation, The Mathworks. Online: http://de.mathworks.com/help/matlab/index.html
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname

Distributionen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0556/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0556-vu	Distributionen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Die Räume D und D' bzw. S und S'; Fouriertransformation; Fundamentallösung; Sobolev-Räume
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Distributionentheorie. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Walter, Distributionen J. Duistermaat, Distributions, Springer, 2010. M. Renardy, R.C. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations, Second Edition, 2004, 1993, Springer.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Distributions

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0556/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0556-vu	Distributionen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Die Räume D und D' bzw. S und S'; Fouriertransformation; Fundamentallösung; Sobolev-Räume
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Distributionentheorie. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Complex Analysis, Integrationstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Walter, Distributionen J. Duistermaat, Distributions, Springer, 2010. M. Renardy, R.C. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations, Second Edition, 2004, 1993, Springer.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Darstellungstheorie					
Modul Nr. 04-10-0558/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0558-vu	Einführung in die Darstellungstheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Darstellungen endlicher Gruppen, Charaktere, induzierte Darstellungen, Gruppenalgebra, Rationalitätsfragen, projektive Darstellungen, Darstellungen kompakter Gruppen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Darstellungstheorie endlicher Gruppen. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Serre: Linear representations of finite groups, Springer Thomas: Representations of finite and Lie Groups, Imperial College Press Isaacs: Character theory of finite groups, Dover Fulton, Harris: Representation theory, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Elliptische Kurven**					
Modul Nr. 04-10-0559/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0559-vu	Elliptische Kurven	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Projektive Kurven, Satz von Bezout, Weierstrass-Gleichungen, j-Invariante, Gruppengesetz, Mordell-Weil-Gruppe, elliptische Kurven über endlichen Körpern, Torsion, Satz von Mordell, komplexe Uniformisierung.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Theorie der elliptischen Kurven. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Complex Analysis, Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** A. Knapp: Elliptic curves; J. Silverman: Rational points on elliptic curves; J. Silverman: The arithmetic of elliptic curves
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Elliptic Curves

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0559/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0559-vu	Elliptische Kurven	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Projektive Kurven, Satz von Bezout, Weierstrass-Gleichungen, j-Invariante, Gruppengesetz, Mordell-Weil-Gruppe, elliptische Kurven über endlichen Körpern, Torsion, Satz von Mordell, komplexe Uniformisierung.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Theorie der elliptischen Kurven. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Complex Analysis, Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** A. Knapp: Elliptic curves; J Silverman: Rational points on elliptic curves; J. Silverman: The arithmetic of elliptic curves
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Arithmetische Geometrie I**					
Modul Nr. 04-10-0560	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0560-vu	Arithmetische Geometrie I	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Modulräume, Deformationstheorie, Modulräume von Kurven, Modulräume von abelschen Verietäten				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der arithmetischen Geometrie.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebraische Geometrie				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** M. Olsson: Algebraic Stacks, AMS G. Laumon: Champs algebriques, Springer J. de Jong, etal: Stacks project, http://stacks.math.columbia.edu/				
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to Lie Algebras					
Modul Nr. 04-10-0561/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0561-vu	Introduction to Lie Algebras	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Halbeinfache Lie-Algebren, Cartan-Unteralgebren, Wurzelsysteme, Strukturtheorie halbeinfacher Lie-Algebren, Grundzüge der Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studendiernden sind mit der Strukturtheorie halbeinfacher Lie-Algebren vertraut und kennen die Grundzüge der Darstellungstheorie.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

	B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Serre: Complex semisimple Lie algebras, Springer Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory, Springer Bourbaki: Lie groups and Lie algebras, Springer Carter: Lie algebras of finite and affine type, Cambridge University Press
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Introduction to Representation Theory

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0562/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0562-vu	Introduction to Representation Theory	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Darstellungen endlicher Gruppen, Charaktere, induzierte Darstellungen, Gruppenalgebra, Rationalitätsfragen, projektive Darstellungen, Darstellungen kompakter Gruppen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Darstellungstheorie endlicher Gruppen. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Serre: Linear representations of finite groups, Springer Thomas: Representations of finite and Lie Groups, Imperial College Press Isaacs: Character theory of finite groups, Dover Fulton, Harris: Representation theory, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Modulformen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0563/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0563-vu	Modulformen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Die Modulgruppe, Modulformen, k/12-Formel, die Algebra der Modulformen, Eisenstein-Reihen, Theta-Reihen, Hecke-Operatoren, L-Funktionen, Summen von Quadraten
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Theorie der Modulformen. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Complex Analysis, Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Freitag, Busam: Funktionentheorie 1; Serre: A course in arithmetic; A. Knapp: Elliptic curves
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Modular Forms</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0563/en</td><td>Leistungspunkte
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier</td></tr>
</table>

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0563-vu	Modulformen	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Die Modulgruppe, Modulformen, k/12-Formel, die Algebra der Modulformen, Eisenstein-Reihen, Theta-Reihen, Hecke-Operatoren, L-Funktionen, Summen von Quadraten				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Theorie der Modulformen. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Complex Analysis, Einführung in die Algebra				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** Freitag, Busam: Funktionentheorie 1; Serre: A course in arithmetic; A. Knapp: Elliptic curves				
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)				

Modulbeschreibung

Modulname **Arithmetische Geometrie II**					
Modul Nr. 04-10-0564	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0564-vu	Arithmetische Geometrie II	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Algebraische Stacks, Quotientenstacks, Artin-Kriterien

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der arithmetischen Geometrie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algebraische Geometrie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

	B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** M. Olsson: Algebraic Stacks, AMS G. Laumon: Champs algebriques, Springer J. de Jong, etal: Stacks project, http://stacks.math.columbia.edu/
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Real and complex manifolds

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0565/en	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0565-vu	Real and complex manifolds	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Nötige Voraussetzungen der mengentheoretische Topologie: Kompaktheit, Stetigkeit, Hausdorff-Eigenschaft, Relativtopologie. Algebraische Topologie: Zusammenhang, Fundamentalgruppe, Überlagerung. Mannigfaltigkeiten: Differenzierbarkeit, Tangentialbündel, Untermannigfaltigkeiten. Vektoranalysis: Differentialformen, Satz von Stokes. Weitere Themen wie z.B. Riemannsche Flächen, Vektorfelder und Satz von Frobenius.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Studierende können analysieren, welche Konzepte der Analysis und Funktionentheorie sich invariant formulieren lassen und sind in der Lage dies im passenden Kalkül zu beschreiben.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Funktionentheorie, Differentialgleichungen, Integration.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Forster: Riemannsche Flächen, Ballmann: Einführung in die Geometrie und Topologie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (geo)

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Optimierung

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0566	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0566-vu	Ausgewählte Themen der Optimierung	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und

	Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der Optimierung. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig, mindestens aber Einführung in die Optimierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **Ausgewählte Themen in Geometrie und Approximation**					
Modul Nr. 04-10-0567	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

			(CP)		
	04-10-0567-vu	Ausgewählte Themen in Geometrie und Approximation	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Beispielhafte Themen: * Spline-Approximation von PDEs * Nichtlineare Subdivision * Approximation und Glättung von mannigfaltigkeitwertigen Daten * Bildverarbeitung * Wavelets * harmonische Abbildungen * Relativitätstheorie * geometirsche PDEs * Lie-Gruppen, etc.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der Geometrie oder Approximation. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: in der Regel Differentialgeometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Ausgewählte Themen in Geometrie und Approximation**					
Modul Nr. 04-10-0568	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0568-vu	Ausgewählte Themen in Geometrie und Approximation	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Beispielhafte Themen: * Spline-Approximation von PDEs * Nichtlineare Subdivision * Approximation und Glättung von mannigfaltigkeitwertigen Daten * Bildverarbeitung * Wavelets * harmonische Abbildungen * Relativitätstheorie * geometirsche PDEs * Lie-Gruppen, etc.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der Geometrie oder Approximation. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: in der Regel Differentialgeometrie				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)				

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname					
Klassenkörpertheorie					
Modul Nr. 04-10-0569	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0569-vu	Klassenkörpertheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Kohomologie endlicher Gruppen, lokale Klassenkörpertheorie, lokales Reziprozitätsgesetz, Globale Klassenkörpertheorie, globales Reziprozitätsgesetz, Idele, Idelklassengruppe
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis

	der Klassenköpertheorie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebraische Zahlentheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** N. Childress: Class field theory; D. Cox: Primes of the form x^2+ny^2; J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie; J. Milne: Class Field Theory; J. Neukirch: Klassenkörpertheorie
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg) Ausgewähltes Thema aus der Zahlentheorie

Modulbeschreibung

Modulname **Lineare Algebraische Gruppen**					
Modul Nr. 04-10-0570	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0570-vu	Lineare Algebraische Gruppen	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Lineare algebraische Gruppen als Matrixgruppen, Strukturtheorie linearer algebraischer Gruppen, Klassifikationsresultate				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie der linearen algebraischen Gruppen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebraische Geometrie				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** A. Borel: Linear algebraic groups, Springer T. Springer: Linear algebraic groups, Birkhäuser				
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg) Ausgewähltes Thema aus der Algebraischen Geometrie				

Modulbeschreibung

Modulname					
Selected Topics in Computational Logic					
Modul Nr. 04-10-0571/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

	Kurse des Moduls				
1	**Kurs Nr.**	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0571-vu	Selected Topics in Computational Logic	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Anhängig vom Dozenten behandelt diese Vorlesung Themen wie z.B. Logische Behandlung von Termersetzungsverfahren, Berechenbarkeitstheorie in höheren Typen, Spieltheoretische Semantik funktionaler Programme etc.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der berechenbarkeitstheoretischen Logik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Selected Topics in Logic and Complexity

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0572/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0572-vu	Selected Topics in Logic and Complexity	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Ausgewählte vertiefende Themen zu grundlegenden Phänomenen der Entscheidbarkeit, Bererechenbarkeit und algorithmischen Komplexiät logischer Probleme bzw. zur logischen Analyse der Struktur und komplexitätstheoretischen Einordnung von Problemen aus einschlägigen anderen Bereichen der Mathematik oder auch der theoretischen Informatik
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis entsprechender Teilgebiete der Komplexitätstheorie/Logik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Selected Topics in Logic and Foundations

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0573/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0573-vu	Selected Topics in Logic and Foundations	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Abhaengig vom Dozenten behandelt diese Vorlesung Themen wie z.B. konstruktive Typtheorie, lineare Logik, Homotopy Type Theory, synthetische Differentialgeometrie etc.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der logischen Grundlagenforschung. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Statistik stochastischer Prozesse**					
Modul Nr. 04-10-0574	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Cornelia Wichelhaus		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0574-vu	Statistik stochastischer Prozesse	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Schwache Konvergenz in polnischen Räumen, Konvergenzkonzept in (C(0,1), sup), Satz von Donsker, Parametrische Statistik für Warteschlangensysteme, Bayesscher Ansatz, Nichtparametrische statistische Verfahren für stochastische Netzwerke mit funktionalen Grenzwertsätzen				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Statistik für stochastische Prozesse. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Mathematische Statistik				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics				
9	**Literatur** Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie Billingsley, Convergence of probability measures				
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)				

Modulbeschreibung

Modulname					
Stochastische Prozesse IIB					
Modul Nr. 04-10-0575	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0575-vu	Stochastische Prozesse IIB	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Statistische Mechanik und wechselwirkende Teilchensysteme: Feller-Prozesse, Markovketten in stetiger Zeit, Gibbs-Maße und Skalierungslimites, Modelle und Ergebnisse der statistischen Mechanik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie der stochastischen Prozesse. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Stochastische Prozesse I

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Liggett: Interacting Particle Systems Friedli, Velenik: Statistical mechanics of Lattice Systems
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Stochastische Prozesse IIC					
Modul Nr. 04-10-0576	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0576-vu	Stochastische Prozesse IIC	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** ausgewählte Theme aus der aktuellen Forschung rund um stochastische Prozesse: zum Beispiel persitence probabilities, first passage times, Verzweigungsprozesse, Grenzwertsätze, starke Approximation, langreichweitige Abhängigkeiten, Codierungstheorie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie der stochastischen Prozesse. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Stochastische Prozesse I

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Stochastische Prozesse IID**					
Modul Nr. 04-10-0577	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0577-vu	Stochastische Prozesse IID	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Stochastische Differentialgleichungen und rough paths: rough path norms, Existenz von rough Brownian motion, Stratonovich und Ito rough paths, Existenz und Stetigkeitseigenschaften der rough integration, Lösungen von rough differential				

	equations, Einführung in die Theorie der regularity structures.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Theorie der stochastischen Prozesse. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Stochastische Prozesse I
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Friz, Hairer: A course on rough paths
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Stochastische Prozesse IIE**					
Modul Nr. 04-10-0578	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Dr. rer. nat. Cornelia Wichelhaus

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0578-vu	Stochastische Prozesse IIE	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Markovprozesse in stetiger Zeit
- Poissonprozesse und allgemeine Punktprozesse
- Theorie allgemeiner Zeitreihen und wichtige Beispiele
- stochastische Warteschlangensysteme: Modellierung und wichtige Eigenschaften

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis über verschiedene Arten stochastischer Prozesse, ihrer allgemeinen Theorie sowie ihrer wichtigen Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Stochastische Prozesse I

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9 Literatur

Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie
Daley, Vere-Jones: An Introduction to the Theory of Point Processes

	Asmussen, Applied Probability and Queues
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname

Komplexitätstheorie

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0579	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Dr. rer. nat. Kord Eickmeyer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0579-vu	Komplexitätstheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Komplexitätstheorie (Berechnungsmodelle, Reduzierbarkeit, Härte und Vollständigkeit, Approximierbarkeit, randomisierte Komplexität, parametrische Komplexitätstheorie)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Komplexitätstheorie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Sanjeev Arora, Boaz Barak: Computational Complexity, Cambridge University Press; Christos Papadimitriou: Computational Complexity, Pearson; Vijay Vazirani: Approximation Algorithms, Springer; Jörg Flum, Martin Grohe: Parameterized Complexity; Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Algebra

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0580	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0580-vu	Ausgewählte Themen der Algebra	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Aktuelle Themen aus dem Bereich Algebra, etwa Lineare Algebraische Gruppen, Proetale Kohomologie, Lie Gruppen und Lie Algebren, Adische Räume, Arakelov-Schnitttheorie, Modulräume
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls kennen die Studierenden ein aktuelles Forschungsgebiet im Bereich der Algebra
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra, Analysis, Algebraische Geometrie oder Algebraische Zahlentheorie

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung;
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematik, M. Sc. Mathematics, LAG Mathematik
9	**Literatur** unterschiedlich
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master 1. oder 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname

Operatoralgebraische Wahrscheinlichkeitstheorie

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0581	9 CP	270 h	180 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0581-vu	Operatoralgebraische Wahrscheinlichkeitstheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2 **Lerninhalt**
- Spektraltheorie
- Operatoralgebren
- Tensorprodukte

	- Vollständig positive Operatoren - Quantenmechanische Systeme - Stochastische Prozesse (klassisch und quantenmechanisch) - Dynamische Systeme (klassisch und quantenmechanisch)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der Operatoralgebren und Quantenwahrscheinlichkeitsheorie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Funktionalanalysis, themenabhängig auch Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Prozesse, Quantenmechanik
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B. Sc. Mathematik, M. Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** M. Takesaki: Theory of Operator Algebras I, II, III B. Blackadar: Operator Algebras D. Applebaum et al.: Quantum Independent Increment Processes I,II themenabhängig weitere Literatur
10	**Kommentar** Genaueres zur Themenauswahl, Voraussetzungen und Literatur findet sich zu Beginn des Semesters in TUCaN

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="8">Modulname

Ausgewählte Themen der Geometrie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0582</td><td>Leistungspunkte
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td colspan="2">Angebotsturnus
Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="7">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td colspan="2">Kursname</td><td colspan="2">Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-10-0582-vu</td><td colspan="2">Ausgewählte Themen der Geometrie</td><td colspan="2">0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="7">Lerninhalt</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="7">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach dem Besuch des Moduls
haben die Studierenden in einem exemplarischen Thema des Gebietes Geometrie und Approximation Kenntnisse erworben und können sie anwenden um passende Probleme zu lösen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="7">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis und Lineare Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="7">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="7">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Fachprüfung;</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="7">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
</table>

8	**Verwendbarkeit des Moduls** LaG Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematics
9	**Literatur** wird in der Veranstaltung angegeben
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik Master

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Numerik 2

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0583	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0583-vu	Ausgewählte Themen der Numerik 2	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Themenabhängig, Beispiele umfassen: - Analyse und Numerik singulär gestörter Probleme
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Gebiets der Theorie der Numerik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** empfohlen für: Mathematik: Master (num)
9	**Literatur** Themenabhängig
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Statistik I für Cognitive Science					
Modul Nr. 04-10-0584	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0594-vu	Statistik I für Cognitive Science	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Deskriptive Statistik (Erfassung und Darstellung von Daten, Histogramm); Wahrscheinlichkeitstheorie (Zufallsvariablen, Kombinatorik, Verteilungen und ihre Momente); Schätzen (Stichproben, Zentraler Grenzwertsatz, Punkt-und Intervallschätzung); Testen (Hypothesen, Signifikanz, Fehler erster und zweiter Art, Chi-Quadrat-Tests, Verteilungstests)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

	Vermittlung eines breiten Grundlagenwissens in der mathematischen Statistik mit dem Ziel, Entscheidungen unter Unsicherheit im technischen, unternehmerischem oder volkswirtschaftlichem Management zu ermöglichen. Die Studierenden sollen typische statistische Probleme des Schätzens und Testens in technischen, betriebswirtschaftlichen und ökonomischen Fragestellungen erkennen, an Nichtfachleute kommunizieren und für tiefergehende Analysen von Spezialisten aufbereiten können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Pflicht
9	**Literatur** Bamberg, G., Bauer, F., Krapp, M.: Statistik, 13. Aufl., Oldenbourg, München, 2007 Fahrmeir, L., Künstler, R., Pigeot, I. Tutz, G.: Statistik -Der Weg zur Datenanalyse. 4. Aufl., Springer, Berlin 2003 Schira, J., Statistische Methoden der VWL und BWL: Theorie und Praxis, 2. Aufl., München usw., Pearson Studium, 2005
10	**Kommentar** Verantwortlich: Herr Aurzada (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Algebraic Topology**					
Modul Nr. 04-10-0585	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0585	Algebraic Topology	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Grundlagen der algebrischen Topologie: Homotopie, Fundamentalgruppoid, Homologie, Kohomologie, Faserungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden lernen mit Grundbegriffen der algebraischen Topologie umzugehen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Lineare Algebra, Analysis, Einführung in die Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc Mathematik, M. Sc. Mathematics, LAG Mathematik

9 Literatur

P. May: Concise Algebraic Topology; tom Dieck: Algebraic Topology

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematical Statistical Mechanics					
Modul Nr. 04-10-0586	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0586	Mathematical Statistical Mechanics	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

We will study models for spatially extended systems of many interacting particles that are subject to noise. The most prominent example is the Ising model, but we will also consider other models like the Potts model. For these models, we will consider the question of infinite volume limits, phase transitions, correlation inequalities, thermodynamic variables, and alternative (e.g. Random walk) representations.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

In this course, you will learn how macroscopic behaviour emerges from a large number of microscopic effects, and how mathematics can describe and prove this phenomenon in simple cases. You will learn to use and find correlation inequalities, a key tool to study these otherwise very difficult problems. You will also learn about the many important, unsolved questions in the field.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Probability Theory bzw. Wahrscheinlichkeitstheorie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** 1) Sacha Friedli and Yvan Velenik: Statistical Mechanics of Lattice Systems, Cambridge University Press 2017. 2) Hugo Duminil-Copin: Graphical Representations of Lattice Spin Models, availabe from his home page.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Computational Electromagnetics**					
Modul Nr. 04-10-0587	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** PD Dr. Kersten Schmidt		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0587-vu	Computational Electromagnetics	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Formulierungen von Problemen des Elektromagnetismus (Poissongleichung, Helmholtzgleichung, Wirbelstrommodell, Maxwellgleichungen), variationelle Formulierung in Hilberträumen und Lösungstheorie, Galerkin-Diskretisierungen und Numerische Analysis
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Lösungstheorie für elektromagnetische Probleme und von Galerkin-Diskretisierungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen in Numerik, Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.Mathematik, M.Sc.Mathematics
9	**Literatur** Monk, Finite Element Methods for Maxwell's Equations, Oxford Scientific Publications, Alonso-Rodriguez, Valli, Eddy Current Approximation of Maxwell Equations: Theory, Algorithms and Applications, Springer, Braess, Finite Elements, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Kombinatorische Optimierung**					
Modul Nr. 04-10-0588	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. Yann Disser		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0588-vu	Kombinatorische Optimierung	0	Vorlesung und Übung	0
2	**Lerninhalt** Fortgeschrittene Algorithmen für kürzeste Wege, maximale Flüsse, kostenminimale				

	Flüsse, Matchings
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der formalen Grundlagen der kombinatorischen Optimierung und der kompetitiven Analyse von online Algorithmen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Einführung in die Optimierung, ADM
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.Mathematilk und Mathematics : Ergänzungsbereich oder Vertiefungsbereich B.Sc.Math: Wahlpflichtbereich
9	**Literatur** Korte, Vygen. Kombinatorische Optimierung. Springer, 2012.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Algebraische Geometrie II**					
Modul Nr. 04-10-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9.

0589	9 CP				Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0589-vu	Algebraische Geometrie II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Diese Vorlesung setzt die Vorlesungen Algebraische Geometrie fort. Behandelt werden lokale und globale Eigenschaften
von Schema-Morphismen und die Kohomologie von Schemata,
insbesondere Techniken aus der homologischen Algebra und derivierte Funktoren, Kohomologie affiner Schemata und des projektiven Raums, Dualität.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Schemata, ihrer Morphismen und ihrer Kohomologie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Algebraische Geometrie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc.Math und M.SC Mathematics: Ergänzungsbereich oder Vertiefungsbereich

9 Literatur

	Hartshorne: Algebraic Geometry Grothendieck et al.: EGA and SGA Stacks Authors: The Stacks project
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Externes Praktikum (Studium Generale)**					
Modul Nr. 04-10-0590/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Die Studierenden sammeln Erfahrung in für Mathematiker/Mathematikerinnen realistischer Arbeitsumgebung. Sie können sich in ein Team einfügen. Sie haben ein Bild von einem möglichen zukünftigen Arbeitsfeld und können darüber berichten.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Erwerb von berufsqualifizierenden Fähigkeiten und Soft Skills durch eine externe Praktikumstätigkeit in einem für Mathematiker*innen relevanten Arbeitsumfeld, Erlernen von Fähigkeiten, Mathematik in der Praxis einzusetzen				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Pflichtmodule des 1. und 2. Studienjahres In der Regel werden Praktikumsplätze auf Eigeninitiative der Studierenden gefunden. Damit ein Praktikum anerkannt werden kann, muss es sich hinreichend für den Studiengang eignen. Die Eignung des Praktikums muss von einer Dozentin/einem Dozenten des Fachbereichs Mathematik anerkannt werden, die/der dann auch den Schein ausstellt.				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard)				

	Studienleistung: Bericht und/oder Vortrag bei mitbetreuender Dozentin/mitbetreuendem Dozenten des Fachbereichs
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor Mathematik PO 2018, nur im Studium Generale, nicht für die Master-Studiengänge Mathematik!
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Algebra

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0591	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0590-vu	Ausgewählte Themen der Algebra	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Aktuelle Themen aus dem Bereich Algebra, etwa Lineare Algebraische Gruppen, Proetale Kohomologie, Lie Gruppen und Lie Algebren, Adische Räume, Arakelov-Schnitttheorie, Modulräume
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls kennen die Studierenden ein aktuelles Forschungsgebiet im Bereich der Algebra

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Algebra, Analysis, Algebraische Geometrie oder Algebraische Zahlentheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematik, M. Sc. Mathematics, LAG Mathematik
9	**Literatur** Wird zu Beginn der Veranstaltung angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Angewandte Statistik in den Humanwissenschaften					
Modul Nr. 04-10-0592	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0592-vu	Angewandte Statistik in den Humanwissenschaften	0	Vorlesung und Übung	5
2	**Lerninhalt**				

	Folgende Lerninhalte werden anhand beispielhafter humanwissenschaftlicher Fragestellungen erläutert: 1. Erhebung von Daten im Rahmen von Studien und Umfragen 2. Beschreibende Statistik - Graphische Darstellung von Daten mit Hilfe von Säulendiagrammen, Histogrammen und Boxplots - Statistische Maßzahlen, insbesondere Maße der zentralen Tendenz (Arithmetisches Mittel, Median) und Dispersion (Varianz, Standardabweichung und Interquartilsabstand) - Lineare Regression, Kovarianz und Korrelation 3. Das mathematische Modell des Zufalls - Der Begriff der Wahrscheinlichkeit, das empirische Gesetz der großen Zahlen - Wahrscheinlichkeitsmaße - Zufallsvariablen und Verteilungen - Erwartungswert und Varianz - Unabhängigkeit, - Gesetz der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz 4. Statistische Testverfahren - Logik von Signifikanztests (Hypothesenbildung und –formulierung, Alpha- und Betafehler, Vorgehen bei Signifikanztests, Grenzen von Signifikanzaussagen (Stichprobengröße, Effektstärke, Power)) - Statistische Tests (t-Test, F-Test, Chiquadrat-Test)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis für das Konzept des Zufalls und darauf aufbauender statistischer Schlussweisen. Sie haben ein Konzept zu statistischen Maßzahlen, der zentralen Tendenz und der Dispersion. Sie verstehen das Prinzip eines statistischen Signifikanztests, können gängige statistische Tests auf humanwissenschaftliche Fragestellungen anwenden und kennen die Grenzen von Signifikanzaussagen. Sie verstehen die Prinzipien von Korrelation und linearer Regression und können Korrelation von Kausalität unterscheiden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Judith Eckle-Kohler, Michael Kohler. Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen. 3. Auflage, Springer, 2017
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Statistik für Wirtschaftswissenschaften

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0593	4 CP	120 h	75 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0593-vu	Statistik für Wirtschaftswissenschaften	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Zufallsvariablen, Verteilungen, Grenzwertsätze, Punktschätzung, Konfidenzintervalle, Hypothesentests
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind nach der Veranstaltung in der Lage, • die Grundlagen der deskriptiven und induktiven Statistik wiederzugeben. • die wesentlichen Operationen der Wahrscheinlichkeitsrechnung durchzuführen. • statistische Schätz- und Testverfahren korrekt anzuwenden. • die Relevanz statistischer Analysen für betriebliche und volkswirtschaftliche Fragestellungen zu erkennen.

	• die Ergebnisse statistischer Analysen zu beurteilen und korrekt mündlich und schriftlich zu kommunizieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Mathematik I und II
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftsinformatik (Bachelor)
9	**Literatur** Bamberg, G., Baur, F., Krapp, M.: Statistik Fahrmeir L. et al.: Statistik: Der Weg zur Datenanalyse Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Ausgewählte Themen der Logik					
Modul Nr. 04-10-0594	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 270 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0591-vu	Ausgewählte Themen der Logik	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

	Anhängig vom Dozenten behandelt diese Vorlesung Themen wie z.B. Logische Behandlung von Termersetzungsverfahren, Berechenbarkeitstheorie in höheren Typen, Spieltheoretische Semantik funktionaler Programme etc.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der berechenbarkeitstheoretischen Logik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Graph Theory**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0595/en	**kte** 9 CP	270 h	270 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache Englisch	**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Kord Eickmeyer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0595-vu	Graph Theory	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Graphen, Zusammenhang, Planarität, Färbbarkeit, extremale Graphentheorie, Ramseytheorie, Graphstrukturtheorie

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studiernenden erwerben solide Kenntnisse zu den Themen Graphen, Zusammenhang, Planarität, Färbbarkeit, extremale Graphentheorie, Ramseytheorie und Graphstrukturtheorie“ aufgeführten Konzepte sowie die Fähigkeit, sich selbständig in aktuelle Forschungsarbeiten zum Thema einzulesen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

Diestel: Graph Theory, Springer Verlag
Bollobas: Modern Graph Theory, Springer Verlag
Mohar, Thomassen: Graphs on Surfaces, Johns-Hopkins-University Press

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Geometrie (für das Lehramt)**					
Modul Nr. 04-10-0596	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0596-vu	Geometrie (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Euklidische Geometrie: Geraden, Dreiecke; Kurven; Ausblick in sphärische, hyperbolische oder projektive Geometrie; Konstruktionen in DGS und ihre Beschreibung.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die elementargeometrischen Grundbegriffe und Methoden und können diese auf typische Fragestellungen anwenden. Sie können geometrische Fragestellungen mit einer DGS bearbeiten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Lineare Algebara (für LaB) und Analysis 1 (für LaB). Teilnahme ohne Nachweis möglich.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard)
- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieg. Eventuelle Abweichungen werden in der ersten Vorlesungswochen bekannt gegeben

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung

	zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Standard) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Lehramt
9	**Literatur** I. Agricola, T. Friedrich: Elementargeometrie, Springer 2015 G.A. Jennings: Modern geometry with applications, Springer 1994
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Numerische Mathematik (für das Lehramt)					
Modul Nr. 04-10-0597	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0597-vu	Einführung in die numerische Mathematik (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** Fehleranalyse, Interpolation, Differentiation, Quadratur, lineare Gleichungssysteme, lineare Ausgleichsrechnung, nichtlineare Gleichungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die grundlegenden elementaren numerischen Verfahren

	beschreiben, erklären, implementieren und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra, Einführung in die Programmierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt. Studienleistung: In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Lehramt
9	**Literatur** Deuflhard, Hohmann: Numerische Mathematik I, de Gruyter, 2008 Schwarz, Köckler: Numerische Mathematik; Vieweg und Teubner, 2009 Matlab User Guide
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematische Grundlagen des Maschinellen Lernens					
Modul Nr. 04-10-0598	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0598-vu	Mathematische Grundlagen des Maschinellen Lernens	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Lineare Gleichungssysteme und Ausgleichsrechnung, lineare Regression, Eigenwert- und Singulärwertzerlegung, Hauptkomponentenanalyse, Bayessche Statistik, Ridge Regression, Dimensionsreduktion, Niedrigrang-Approximation, nichtlineare Ausgleichs- und Minimierungsprobleme, Newton-Verfahren, nichtlineare Regression, LASSO, Regularisierungen, Interpolation und numerische Integration, Funktionsapproximation, radiale Basisfunktionen, Monte-Carlo Verfahren, Netzwerke für Regression, Faltungsnetzwerke, Training von Netzwerken, Deep Learning

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:
1. Die grundlegenden Begriffsbildungen und Anliegen der Datenanalyse und des maschinellen Lernens zu erläutern,
2. Die grundlegenden Algorithmen zur Analyse von Daten wiederzugeben und anzuwenden sowie ihre inhaltlich-logischen Beziehungen zu erklären,
3. Die wichtigsten zugehörigen rechnerischen Methoden anhand typischer Anwendungsbeispiele umzusetzen und in ihrer Bedeutsamkeit und Zuverlässigkeit zu beurteilen,
4. Sich im späteren Studium und Beruf benötigte weitergehende mathematische Kenntnisse selbst zu erarbeiten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Mathematik I-III empfohlen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 45 Min, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Prüfungsleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Bachelor MB Pflicht
9	**Literatur** Ethem Alpaydin: Maschinelles Lernen, de Gruyter Studium, 2019; Gilbert Srang: Linear Algebra and Learning from Data, Wellesley Cambridge Press, 2019; Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer , 2008
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Lie-Groups

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0599	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0382-vu	Lie-Gruppen	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Differentialrechnung auf Untermannigfaltigkeiten, Lie-Gruppen als "`differenzierbare Gruppen"' , konkrete Matrizengruppen, Lie-Algebra einer Lie-Gruppe, Lie-Funktor, Lie-Gruppen-Exponentialfunktion
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls

	• sind die Studierenden mit den grundlegenden Definitionen von Lie-Gruppe, Lie-Algebra, Lie-Gruppen-Morphismus, Lie-Funktor, adjungierter Darstellung und Lie-Gruppen-Exponentialfunktion vertraut • haben die Studierenden einige wichtige konkrete Beispiele von reellen und komplexen Matrizengruppen kennengelernt und können mit ihnen hantieren • haben die Studierenden einen ersten Einblick in die Theorie (endlichdimensionaler reeller) Lie-Gruppen erhalten und verstanden, wie man solche mit Hilfe von Lie-Algebren untersuchen kann.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Algebra (elementare Gruppentheorie). Grundkenntnisse in Topologie sind hilfreich, aber nicht notwendig
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich (30 Minuten), bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur (90 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** • Vorlesungsskript, • J. Hilgert, K.H. Neeb: Lie-Gruppen und Lie-Algebren, Vieweg (1991)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Selected Topics in Logic					
Modul Nr. 04-10-0600	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0600-vu	Selected Topics in Logic	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Ausgewählte vertiefende Themen zur Logik.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis entsprechender Teilgebiete der Logik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich (30 Minuten), bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur (90 Minuten). Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Stochastik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0601	9 CP	270 h	270 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Frank Aurzada

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0601-vu	Ausgewählte Themen der Stochastik	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** themenabhängig, Beispiele umfassen: - zufällige Graphen und geometrische Modelle der Stochastik - Malliavin-Kalkül und stochastische Analysis. - Ausgewählte Themen zu Levy-Prozessen - Ausgewählte Kapitel der mathematischen Statistik.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig, mindestens aber Wahrscheinlichkeitstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Statistik/Wahrscheinlichkeitstheorie (ETIT)**					
Modul Nr. 04-10-0602	**Leistungspunkte** 4 CP	**Arbeitsaufwand** 120 h	**Selbststudium** 75 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0602-vu	Statistik/Wahrscheinlichkeitstheorie (ETIT)	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Grundbegriffe der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, Regression, multivariate Verteilungen, Schätzverfahren und Konfidenzintervalle, Tests bei Normalverteilungsannahme, robuste Statistik				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Fähigkeit statistische Auswertungen vorzunehmen, grundlegende Schätzverfahren und				

	Testverfahren durchzuführen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik 1 und Mathematik 2 (empfohlen)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure II, Teubner Verlag Stuttgart
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Wissenschaftliches Rechnen (ETIT)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0603	4 CP	120 h	75 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0603-vu	Wissenschaftliches Rechnen (ETIT)	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Interpolation, Numerische Quadraturverfahren, Nichtlineare Gleichungssysteme, Anfangswertproblem

	für gewöhnliche Differentialgleichungen, Eigenwert-/Eigenvektorberechnung
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Fähigkeit für grundlegende Aufgabenstellungen geeignete numerische Verfahren auszuwählen und anzuwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 90 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Für B.Sc.ETiT, B.Sc.MEC, B.Sc.CE, B.Sc.Inf,
9	**Literatur** Von Finckenstein, Lehn, Schellhaas, Wegmann: Arbeitsbuch für Ingenieure II, Teubner Verlag Stuttgart
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Praxisphase III: Fachdidaktische Schulpraktische Studien Mathematik (M.Ed.)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0604	6 CP	180 h	135 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

	04-00-0044-se	Praxisphase III: Fachdidaktische Schulpraktische Studien	0	Seminar	2
	04-10-0604-se	Beratung und Reflexion	0	Seminar	1
2	**Lerninhalt** Beobachtung, Planung und Reflexion von Mathematikunterricht sowie didaktischer und methodischer Konzepte der Unterrichtsgestaltung unter Einbindung fachdidaktischer Literatur; tiefgreifende Auseinandersetzung mit einem fachdidaktischen Schwerpunkt. Die Studierenden führen ihr Portfolio aus den Praxisphasen I und II während der Praktikumszeit fort, nehmen an einem für berufliche Schulen spezifischen Beratungsangebot teil und verfassen einen Praktikumsbericht.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind in der Lage, kriterienbasiert Unterricht zu beobachten, zu analysieren und zu planen und die eigene Durchführung entsprechend zu reflektieren. Sie können auf der Grundlage fachdidaktischer Literatur Unterrichtsentwürfe mit didaktischer und methodischer Analyse verfassen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxisphase I (Teilnahme ohne Nachweis möglich)				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Fachprüfung, Portfolio, Standard) Fachprüfung: Sonderform (benoteter Praktikumsbericht) Studienleistung: Sonderform (Hausübungen, Unterrichtsbesuch mit Reflexion, Fortführung des Portfolios aus den Praxisphasen I und II, Teilnahme an einem Beratungsangebot)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Standard) • Modulprüfung (Fachprüfung, Portfolio, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** LaB				
9	**Literatur**				

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Selected Topics in Analysis**					
Modul Nr. 04-10-0605	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0605-vu	Selected Topics in Analysis	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** themenabhängig, Beispiele umfassen: - Erhaltungsgleichungen - Stochastische PDGL - Geophysical Flows - freie Randwerteprobleme - Chemotaxis - Besov-Räume - Pseudo-Differentialoperatoren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines Teilgebiets der Analysis. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig, in der Regel Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Ausgewählte Themen der Logik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0606	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0606-vu	Ausgewählte Themen der Logik	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Anhängig vom Dozenten behandelt diese Vorlesung Themen wie z.B. Logische Behandlung von Termersetzungsverfahren, Berechenbarkeitstheorie in höheren Typen, Spieltheoretische Semantik funktionaler Programme etc.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis eines

	Teilgebiets der berechenbarkeitstheoretischen Logik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname **Discontinuous Galerkin Methods (9 CP)**					
Modul Nr. 04-10-0607	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

			(CP)		
	04-10-0607-vu	Discontinous Galerkin Methods (9 CP)	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Theorie von Discontinuous Galerkin Verfahren für lineare elliptische, parabolische und hyperbolische PDGL; Stabilität und Konsistenz, a-priori und a-posteriori Fehlerabschätzungen; Interior penalty und upwind Diskretisierungen; Implementierung numerischer Verfahren für konkrete Probleme mit z.B. Matlab				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen Konstruktionsprinzipien für Discontinuous Galerkin Diskretisierungen bestimmter Problemklassen (lineare elliptische, parabolische und hyperbolische PDGL erster und zweiter Ordung. Sie können Diskretisierungen von Problemen dieser Klasse herleiten, analysieren und implementieren.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen und Numerik partieller Differentialgleichungen				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematik, M. Sc. Mathematics				
9	**Literatur** D. A. Di Pietro, A. Ern: Mathematical Aspects of Discontinuous Galerkin Methods (Book,				

	Springer) B. Riviere: Discontinuous Galerkin Methods for Solving Elliptic and Parabolic Equations (Book, SIAM)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **PDE II. Evolutionsgleichungen**					
Modul Nr. 04-10-0608	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0608-vu	PDE II. Evolutionsgleichungen	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Operatorhalbgruppen, Charakterisierungsresultat von Hille-Yoshida, Dissipative Operatoren und Charakterisierung nach Lumer-Philipps, konservative Operatoren und Regularität von Halbgruppen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von Evolutionsgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Engel, Nagel: One-parameter semigroups for linear evolution equations, Springer, New York, 2000. Pazy: Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Computational Electromagnetics (5 CP)

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0611	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	PD Dr. Kersten Schmidt

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0611-vu	Computational Electromagnetics (5 CP)	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Formulierungen von Problemen des Elektromagnetismus (Poissongleichung, Helmholtzgleichung, Wirbelstrommodell, Maxwellgleichungen), variationelle Formulierung in Hilberträumen und Lösungstheorie, Galerkin-Diskretisierungen und Numerische Analysis

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Lösungstheorie für elektromagnetische Probleme und von Galerkin-Diskretisierungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Grundlagen in Numerik, Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.Mathematik, M.Sc.Mathematics, M.Sc.CE, M.Sc.ETIT, M.Sc.Mechanik, M.Sc.Phys.
9	**Literatur** Monk, Finite Element Methods for Maxwell's Equations, Oxford Scientific Publications Alonso-Rodriguez, Valli, Eddy Current Approximation of Maxwell Equations: Theory, Algorithms and Applications, Springer, Braess, Finite Elements, Springer
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Numerische Mathematik und Analysis in der Schule**					
Modul Nr. 04-10-0612	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 210 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

<table>
<tr><td colspan="2">Deutsch</td><td colspan="4">Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0159-se</td><td>Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>04-10-0597-vu</td><td>Einführung in die numerische Mathematik (für das Lehramt)</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>0</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Fehleranalyse, Interpolation, Differentiation, Quadratur, Lineare Gleichungssysteme, lineare Ausgleichsrechnung, nichtlineare Gleichungen.
Funktionspropädeutik, Funktionsuntersuchungen, Lokale Änderungsrate und Grenzwertbegriff, Riemannscher Integralbegriff, Anwendungen der Infinitesimalrechnung in der Schule, Fehlvorstellungen von Schüer*innen; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung, Technologieeinsatz</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden
können die grundlegenden elementaren numerischen Verfahren beschreiben, erklären und anwenden.
können die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren.
erlangen fachliche Sicherheit in besonders schulrelevanten Aspekten der Analysis und
können verschiedene Zugänge und Schwerpunktsetzungen gegeneinander abwägen.
beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Analysis in der Schule zu veranschaulichen - auch mit Technologieeinsatz
praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben, Diagnose und Förderung.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Analysis, Lineare Algebra, Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Standard)
Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 45 Min, Standard)
Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen)
Studienleistung: Sonderform (In der Vorlesung in der Regel eine erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen</td></tr>
</table>

	als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0159-se fachdidaktisches seminar: analysis in der schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z.B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0%, Standard) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Deuflhard, Hohmann: Numerische Mathematik I, de Gruyter, 2008 Schwarz, Köckler: Numerische Mathematik; Vieweg und Teubner, 2009 Büchter, A., Henn, H.-W.: Elementare Analysis: Von der Anschauung zur Theorie. Spektrum 2010. Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H. S., Ulm, V., und Weigand, H. G. Didaktik der Analysis. Wiesbaden: Springer-Verlag 2016 Schuppar, B, und Humenberger, H: Elementare Numerik für die Sekundarstufe. Springer 2015. Tietze, U.-P., Klika,M., Wolpers, H.-H.: Mathematikunterricht in der SII, Bd. 1, Fachdidaktische Grundfragen, Didaktik der Analysis. Vieweg 2000, Gängige Schulbücher

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen**					
Modul Nr. 04-10-0613	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0043-pj	Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen lernen	0	Projekt	4

2	**Lerninhalt** - Begriff und verschiedene Vorstellungen in unterschiedlichen Disziplinen zum Problemlösen lernen - Überblick über einschlägige Forschungsergebnisse mit Unterrichtsbezug - Lösen von Problemaufgaben und Reflexion von Heuristiken - Anforderungen an unterrichtsgeeignete Problemlöseaufgaben und eigene Konstruktion sowie Reflexion entsprechender Aufgaben
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** - Entwicklung von Handlungskompetenz zur Planung von Mathematikunterricht, in dem mathematische Problemlösungskompetenz erworben werden kann - Erarbeitung und eigene Erprobung eines Konzeptes zum Problemlösen lernen, z.B. eines Knobelwettbewerbs, einer Heurismenschulung o.ä. - Gewinnen und Reflektieren eigener Problemlöseerfahrung und von Handlungswissen über Heurismen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxissemester (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Bestanden/Nicht bestanden)

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Standard) Fachprüfung: Hausarbeit Studienleistung: Sonderform (in der Regel erfolgreiche Teilnahme an den Projektveranstaltungen und Führen eines Portfolios)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung, Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Projekt: Anwendungsorientierter Mathematikunterricht					
Modul Nr. 04-10-0614	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0113-pj	Fachdidaktisches Projekt: Anwendungsorientierter Mathematikunterricht	0	Projekt	4
2	**Lerninhalt** Begriff und verschiedene Konzeptionen eines anwendungsorientierten				

	Mathematikunterrichts; deskriptives und normatives Modellieren, Anforderungen an Modellierungsaufgaben und eigene Begutachtungen oder Konstruktionen solcher Aufgaben; Vertiefte Betrachtung der Kompetenz des mathematischen Modellierens: eigene Modellierungserfahrungen und entsprechende Reflexion oder Betreuung der Modellierungswoche mit Schüler*innen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxissemester (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Standard) Fachprüfung: Hausarbeit Studienleistung: Sonderform (in der Regel erfolgreiche Teilnahme an den Projektveranstaltungen und Führen eines Portfolios)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung, Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** ISTRON-Materialien Bd. 1 - 14 Greefrath, G. (2018). Anwendungen und Modellieren im Mathematikunterricht. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Hinrichs, G. (2008). Modellierung im Mathematikunterricht. Spektrum, Akad. Verlag.

	Maaß, K. (2007). Mathematisches Modellieren: Aufgaben für die Sekundarstufe I. Cornelsen Scriptor. Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Projekt: Aufgabenpraktikum online**					
Modul Nr. 04-10-0615	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0615-pj	Fachdidaktisches Projekt: Aufgabenpraktikum online	0	Projektseminar	2

2	**Lerninhalt** Fachmathematische Vertiefung und didaktische Aufbereitung von Wahlthemen für den Mathematikunterricht, Auswahl aus Teilmodulen zu Knobelaufgaben, Spiralen, Wirtschaftsmathematik, Optimierung, Graphentheorie, Bezierkurven, Folgen, Benfordgesetz, Kryptographie, stochastische Simulation
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erwerben -Fähigkeiten im Lösen von Mathematikaufgaben und digitalen Dokumentieren von Lösungswegen aus verschiedenen schulrelevanten Themenfeldern; -Handlungswissen zur Theorie des Arbeitens mit Aufgaben beim Lehren und Lernen von Mathematik. -Erfahrungen mit digitalen Lernumgebungen und Feedbacktechniken, -Vorstellungen zur Gestaltung guter Erklärungen im Rahmen einer selbst erstellten Lernsequenz
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxissemester (Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Hausarbeit Studienleistung: Sonderform (in der Regel erfolgreiche Teilnahme an den Projektveranstaltungen und Führen eines Portfolios)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung, Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Wagner, A. amp; Wörn, C. (2011). Erklären lernen - Mathematik verstehen. Ein Praxisbuch mit Lernangeboten. Seelze: Klett Kallmeyer. Kiel, E.; Meyer, M.; Müller-Hill, E. (2015): Erklären. Was? Wie? Warum? - In: PM : Praxis der Mathematik in der Schule, 57 (2015) 64, 2-9. MOODLE-Kurs online mit Skript
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematical Statistics**					
Modul Nr. 04-10-0616/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 3. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0616-vu	Mathematical Statistics	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Estimation of distributations,
VC theory,
density estimation,
point estimates,
statistical tests,
confidence intervals.

Possible societal implications will be addressed in the lecture.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

The students know and understand the above mentioned concepts, methods and results, and are able to apply them. They have a deep unterstanding of Mathematical Statistics and are able to learn new knowledge in this field by themselves.
Students are able to contextualize subject matter within the social context, critically assess the consequences, and act ethically and responsibly accordingly.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Probability theory / Wahrscheinlichkeitstheorie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science

9	**Literatur** Lehmann, Romano: Testing Statistical Hypotheses. Devroye, Lugosi: Combinatorial methods in density estimation
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Statistical theory for Deep Learning**					
Modul Nr. 04-10-0617/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 3. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0617-vu	Statistical theory for Deep Learning	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** types of neural networks, nonparametric regression and image classification, gradient descent, approximation results for feed forward neural networks, rate of convergence for least squares neural network estimates, analysis of neural networks learned by gradient descent Possible societal implications will be addressed in the lecture				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** The students know and understand the above mentioned concepts, methods and results, and are able to apply them. They have a deep unterstanding of Deep Learning and are able to learn new knowledge in this field by themselves. Students are able to contextualize subject matter within the social context, critically assess the consequences, and act ethically and responsibly accordingly.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Probability theory / Wahrscheinlichkeitstheorie				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung:				

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Goodfellow, Bengio, Courville: Deep Learning. Györfi, Kohler, Krzyzak, Walk: A distribution - free theory of nonparametric regression
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Deep Learning Lab**					
Modul Nr. 04-10-0618/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. Yann Disser		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0618-vu	Deep Learning Lab	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Einführung in Deep Learning, mathematische Grundlagen, Keras und TensorFlow, Klassifikation, convolutional neural nets, adversarial deep learning, Textgenerierung
Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen werden in der Vorlesung adressiert

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der formalen Grundlagen des Deep Learning. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Algorithmic Discrete Mathematics Einführung in die Optimierung Programmierkenntnisse (idealerweise Python)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Referat, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleitung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Referat, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Deep Learning with Python (2nd edition) - François Chollet
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Efficient Methods for Data Assimilation**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0619/en	**kte** 5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache Englisch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0619-vu	Efficient Methods for Data Assimilation	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Baysessche Formulierung von Datenassimilationsproblemen, Kalman Glätter, Markov-Ketten Monte-Carlo Methoden, Variationelle Methoden (4DVar), Sequentielle Methoden und 3DVar, Kalman Filter und Ensemble Kalman Filter,
"Nudging" Methoden (z.B. Luenberger Beobachter), Modellreduktionsmethoden.
Implementation dieser Verfahren.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden der variationellen und sequentiellen Datenassimilation. Sie verstehen ihre Eigenschaften und die Schwierigkeiten, die bei der numerischen Umsetzung dieser Verfahren auftreten.
Sie können für spezifische Anwendungen geeignete Methoden auswählen und diese implementieren und analysieren.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Einführung in die Stochastik, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Einführung in die Numerische Mathematik

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathemaics in Data Science
9	**Literatur** Kody Law, Andrew Stuart, Konstantinos Zygalakis; Data Assimilation: A mathematical introduction, Springer, 2015 Mark Asch, Marc Bocquet, Maelle Nodet; Data Assimilation: Methods, Algorithms and Applications, SIAM 2016
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Numerics of PDEs with Uncertain Data**					
Modul Nr. 04-10-0620/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0620-vu	Numerics of PDEs with Uncertain Data	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Beispiele für PDEs, schwache Lösungen von elliptischen PDEs, Finite-Elemente-Methode, Fehlerabschätzungen, starke Formulierungen von elliptischen PDEs mit unsicheren Daten, Monte-Carlo -Finite-Elemente, multi-level Monte-Carlo-Finite-Elemente, schwache Formulierungen elliptischer PDEs mit unsicheren Daten, stochastische Galerkin-Methode, Karhunen-Loeve Entwicklung, schwache Lösungen von parabolischen PDEs, Linienmethode oder Rothe-Methode mit Finiten Elementen Implementierung der genannten Verfahren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die wesentlichen Konstruktionsprinzipien numerischer Lösungsverfahren für lineare elliptische und parabolische partielle Differentialgleichungen mit deterministischen Daten und unsicheren Daten beschreiben, erklären und anwenden. Sie können die Verfahren analysieren,

	beurteilen, implementieren und vergleichen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Introduction to Numerical Analysis, Numerical Methods for Ordinary Differential Equations
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathemaics in Data Science
9	**Literatur** S. Brenner, R. Scott: Mathematical Theory of Finite Element Methods, Texts in Applied Mathematics, Vol. 15, Springer, 2008 S. Larsson, V. Thomée: Partial Differential Equations with Numerical Methods. Texts in Applied Mathematics, Vol. 45, Springer 2003. G. J. Lord, C. E. Powell, and T. Shardlow. An Introduction to Computational Stochastic PDEs. Cambridge University Press, 2014.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Scalable Linear Solvers for Data Science**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-10-0621/en	**kte** 5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache Englisch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jens Lang

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0621-vu	Scalable Linear Solvers for Data Science	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Vorkonditionierung linearer Gleichungssysteme,
Verfahren der konjugierten Gradienten, lineare
Iterationsverfahren, Vorkonditionierung mit
unvollständigen Zerlegungen, Teilraumkorrekturmethoden,
Hierarchische Basen und Mehrgitterverfahren,
Bandbreitenminimierung

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können die wesentlichen
Konstruktionsprinzipien von skalierbaren linearen Lösern für Data Science beschreiben,
erklären und anwenden. Sie sollen die Verfahren analysieren,
beurteilen, implementieren und vergleichen können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Introduction to Numerical Analysis

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M. Sc. Mathematics, Mathemaics in Data Science

9	**Literatur** Wolfgang Hackbusch, Iterative Solution of Large Sparse Systems of Equations, 2nd ed. 2016, Applied Mathematical Sciences Vol. 95, Springer International Publishing, 2016
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname

Data Assimilation for Fluid Dynamics</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0622/en</td><td>Leistungspunkte
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Moritz Egert</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls
<table>
<tr><th>Kurs Nr.</th><th>Kursname</th><th>Arbeitsaufwand (CP)</th><th>Lehrform</th><th>SWS</th></tr>
<tr><td>04-10-0622-vu</td><td>Data Assimilation for Fluid Dynamics</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Dynamical systems and control theory, feedback control (nudging approach), observational measurements, asymptotic stability, reference solutions, reconstruction of solutions without initial data.

Classical data assimilation algorithms (Kalman filter, AOT), resolution of spatial mesh, nodal interpolation.

Fundamental equations in fluid dynamics, Boussinesq approximation.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Students understand and are able to apply the notions, methods and results treated in the course. They develop an advanced level of understanding of partial differential equations through the methodology of data assimilation and are able to extend their knowledge in this field.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
Empfohlen: Funktionalanalysis, Partielle Differentialgleichungen I</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:</td></tr>
</table>

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** M. Tucsnak, G. Weiss: Observation and Control for Operator Semigroups (Springer) T.-P. Tsai: Lectures on Navier-Stokes Equations (AMS) S. Reich, C. Cotter: Probabilistic Forecasting and Bayesian Data Assimilation (Cambrige University Press)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **First-order methods for optimization in data analytics**					
Modul Nr. 04-10-0623/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0623-vu	First-order methods for optimization in data analytics	0	Vorlesung und Übung	0
2	**Lerninhalt** First-order methods are a highly active research field in optimization, in particular for applications in data analytics. They often combine primal-dual decomposition approaches				

	with relatively simple iteration schemes and provide very efficient structure-exploiting algorithms for challenging large scale problems. This course gives an introduction into the design and theory of first-order proximal point and primal-dual optimization methods.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** The students are able to apply and investigate important classes of first-order optimization methods, in particular proximal point and primal-dual methods. They are prepared for studying scientific developments and applications in this field independently.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Introduction to Optimization; Nonlinear Optimization
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Stephen Boyd, Neal Parikh, Eric Chu, Borja Peleato, Jonathan Eckstein: Distributed Optimization and Statistical Learning via the Alternating Direction Method of Multipliers, Foundations and Trends in Machine Learning Vol. 3, No. 1 (2010), 1–122. Antonin Chambolle, Thomas Pock: A First-Order Primal-Dual Algorithm for Convex Problems with Applications to Imaging, Journal of Mathematical Imaging and Vision, Vol. 40, No. 1 (2011), 120-145. Christian Clason, Tuomo Valkonen: Intoduction to Nonsmooth Analysis, arXiv:2001.00216v3, https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.00216
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimization Methods for Maschine Learning					
Modul Nr. 04-10-0624/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0624-vu	Optimization Methods for Maschine Learning	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Grundlagen des maschinellen Lernens, Klassifikation (Support Vector Maschines), Matrix Completion, Sparse Regression, Lasso, Neural Networks (Deep Learning)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Introduction to Optimization; Discrete Optimization or Nonlinear Optimization

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer 2000 Mitchell: Machine Learning. Mcgraw-Hill 1997 Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press 2012 Sra,Nowozin, Wright: Optimization for Machine Learning, MIT Press, 2012 Miroslav Kubat: An Introduction to Machine Learning.Springer, 2015.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimization Methods in Data Science					
Modul Nr. 04-10-0625/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0625-vu	Optimization Methods in Data Science	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** data preprocessing, (sparse) principal component analysis; clustering, k-means, semidefinite models; generative and adversarial models; sparse optimization				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Introduction to Optimization; Discrete Optimization or Nonlinear Optimization				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)				

	In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning, Springer 2000 Mitchell: Machine Learning. Mcgraw-Hill 1997 Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press 2012 Sra,Nowozin, Wright: Optimization for Machine Learning, MIT Press, 2012 Miroslav Kubat: An Introduction to Machine Learning.Springer, 2015.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Partial Differential Equations I					
Modul Nr. 04-10-0626/en	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0626-vu	Partial Differential Equations I	0	Vorlesung und Übung	6
2	**Lerninhalt** Klassische Behandlung aller Grundtypen (z.B. elliptisch, parabolisch, hyperbolisch, dispersiv), Variationsansätze elliptischer Randwertprobleme, Regularitätstheorie, Theorie der Sobolev-Räume, Galerkinverfahren, Fixpunktmethoden und nichtlineare elliptische und parabolische Gleichungen, Theorie schwacher Lösungen für Gleichungen der				

	Fluidmechanik
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis von partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard) In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** L.C. Evans: Partial Differential Equations (AMS) D. Gilbarg, N.S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer) M. Renardy, R.C. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer)
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Maschinelles Lernen fuer Fluiddynamik**

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0627/en	5 CP	150 h	150 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0627-vu	Maschinelles Lernen fuer Fluiddynamik	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Navier-Stokes-Gleichungen (NSE) für inkompressible Zweiphasenströmungen mit Stoffübergang. Die unstrukturierte Finite-Volumen-Methode. Die ALE- und VOF-Methode für die Simulation inkompressibler Zweiphasenströmungen. Deep Learning (DL) für allgemeine Funktionsapproximation. Deep Learning für segregierte Lösungsalgorithmen für NSE. Physics-informed Machine Learning (Pi-ML) - eine Kollokationsmethode mit künstlichen neuronalen Netzen. Entwurf von Pi-ML-Modellen für segregierte Lösungsalgorithmen für NSE und Krümmungsapproximation für Zweiphasenströmungen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Zweiphasenströmungen mit Stoffübergang aus ersten Prinzipien ableiten, sie können PDEs mit der unstrukturierten Finite-Volumen-Methode diskretisieren und die relevanten Algorithmen der ALE- und VOF-Zweiphasenströmungssimulationsmethoden beschreiben. Die Studierenden können den Trainingsprozess eines tiefen neuronalen Netzes sowie die Konstruktion und das Training eines physikalisch informierten neuronalen Netzes für (gekoppelte) partielle Differentialgleichungen beschreiben. In den Übungen sammeln die Studierenden praktische Erfahrungen in der Simulation inkompressibler Zweiphasenströmungen mit OpenFOAM sowie im Entwurf und Training von (Pi-)ML-Modellen für fluiddynamische Probleme.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Empfohlen: Partielle Differentialgleichungen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)

In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Moukalled, F., Mangani, L., amp; Darwish, M. (2016). The finite volume method. In The finite volume method in computational fluid dynamics (pp. 103-135). Springer, Cham. Maric, Tomislav, Jens Hopken, and Kyle Mooney. "The OpenFOAM technology primer." (2014). Karniadakis, G. E., Kevrekidis, I. G., Lu, L., Perdikaris, P., Wang, S., amp; Yang, L. (2021). Physics-informed machine learning. Nature Reviews Physics, 3(6), 422-440. Physics-Based ML in OpenFOAM - OpenFOAM Workshop Training: https://youtu.be/uKo3RD3yYrU?list=PLwSEyKg12dVYbpC2wy_RT2
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Representation Theory**					
Modul Nr. 04-10-0628/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0378-vu	Darstellungstheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Komplexe Darstellungen endlicher Gruppen, Irreduzibilität, vollständige Reduzibilität, Satz von Maschke, Lemma von Schur, Tensorprodukt, symmetrisches Produkt, Dachprodukt, Charaktertheorie, Gruppenalgebra, Darstellungen der symmetrische Gruppe, beliebiger Grundkörper, Schiefkörper, Zerfällungskörper, Restriktion und Induktion, modulare Darstellungen.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie die grundlegenden Begriffe der Darstellungstheorie endlicher Gruppen gebrauchen. Sie können die erlernten Methoden auf gegebene Fragestellungen übertragen und in Beispielen anwenden. Sie können ihre Ergebnisse mündlich und schriftlich präsentieren und in der Übungsgruppe diskutieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundvorlesung Lineare Algbra, Algebra oder Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 60 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich
9	**Literatur** W. Fulton: Representation theory, J.-P. Serre: Linear Representations of Finite Groups.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematik im Kontext**					
Modul Nr. 04-11-0023/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache			**Modulverantwortliche Person**		

Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-11-0023-vu	Mathematik im Kontext	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Ausgewählte Kapitel der Mathematik im historischen und kulturhistorischen Kontext.
Insbesondere
-Überblick über die Geschichte der Mathematik;
-Zahlen von der Antike bis heute;
-Irrationale Zahlen, Fibonacci-Zahlen, Kettenbrüche;
-Unendlichkeit von Zenon bis Cantor;
-Unendlich kleine Größen, Maßtheorie und Nichtstandard-Analysis;
-Mathematik in Schule und Universität im Vergleich.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden sind in der Lage, anhand konkreter mathematischer Inhalte Mathematik in ihren Wechselwirkungen zu Kultur und Gesellschaft zu beschreiben, die Rolle der Mathematik in ihren verschiedenen Kontexten zu beurteilen und das Fach Mathematik in Beruf und Öffentlichkeit angemessen zu vertreten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: mündliche Prüfungsgespräche in Kleingruppen sowie in der Regel erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik

9 Literatur

Victor Katz: A History of Mathematics. Harper Collins, 1993.
C. Boyer: A History of Mathematics. John Wiley, 1968ff.
C. C. Gillispie: Dictionary of Scientific Biography. Charles Scribner's Sons, 1970 - 1991.

	P. J. Davies, R. Hersh: Erfahrung Mathematik. Birkhäuser, 1994. M. Kline: Mathematical Thought from Ancient to Modern Times. Oxford University Press, 1972. H. Wußing: 6000 Jahre Mathematik. Springer, 2008.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Topologie					
Modul Nr. 04-11-0031/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0020-vu	Topologie	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Trennungsaxiome, Kompaktheit, Funktionenräume, Zusammenhang, Fundamentalgruppe und Überlagerungen				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit grundlegenden topologischen Begriffen vertraut und in der Lage, diese Begriffe und die erarbeiteten Methoden in konkreten Situationen einzusetzen. Die Studierenden sollen außerdem topologische Methoden in verschiedenen Bereichen der Mathematik anwenden können.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Einführung in die Algebra				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.				

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Munkres: Topology, Prentice Hall Bredon: Topology and Geometry, Springer Ossa: Topologie, Vieweg Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press Dugundji: Topology, McGraw-Hill Kelley: General Topology, Ishi Press
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Topology

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-11-0031/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0020-vu	Topologie	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Trennungsaxiome, Kompaktheit, Funktionenräume, Zusammenhang, Fundamentalgruppe und Überlagerungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit grundlegenden topologischen Begriffen vertraut und in der Lage, diese Begriffe und die erarbeiteten Methoden in konkreten Situationen einzusetzen. Die Studierenden sollen außerdem topologische

	Methoden in verschiedenen Bereichen der Mathematik anwenden können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Einführung in die Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik (PO 2018), M.Sc Mathematik (PO 2018), M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Munkres: Topology, Prentice Hall Bredon: Topology and Geometry, Springer Ossa: Topologie, Vieweg Hatcher: Algebraic Topology, Cambridge University Press Dugundji: Topology, McGraw-Hill Kelley: General Topology, Ishi Press
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Diskrete Mathematik**					
Modul Nr. 04-11-0034/de	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

<table>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0137-vu</td><td>Diskrete Mathematik</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Kombinatorik, erzeugende Funktionen, Lösungen von Rekursionen, partiell geordnete Mengen, Verbände, Triangulierungen konvexer Polygone, planare Graphen, Polya-Theorie, Designs</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nachdem Studierende das Modul besucht haben, können sie
- diskrete Strukturen mit weitreichenden Bezügen zu anderen Teilgebieten der Mathematik erkennen,
- allgemeine Grundlagen für diskrete Konzepte verstehen und
- verschiedene Zählkonzepte anwenden.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Algorithmic Discrete Mathematics</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
M. Aigner, Diskrete Mathematik, 5. Auflage, Vieweg, 2003.
R. L. Graham, D. E. Knuth and O. Patashnik, Concrete Mathematics, Second edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1994.
W. Koepf, Hypergeometric Summation. An Algorithmic Approach to Summation and Special Function Identities, AMS, 1998.
J. Matoušek, J. Nešetril, Diskrete Mathematik. Eine Entdeckungsreise, Springer, 2002.
R.P. Stanley, Enumerative Combinatorics, Volume I, Cambridge 1997.</td></tr>
</table>

	J.H. van Lint, R.M. Wilson: A Course in Combinatorics, Cambridge University Press, 2009.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerische Lineare Algebra					
Modul Nr. 04-11-0043/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Alf Gerisch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0139-vu	Numerische Lineare Algebra	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, Singulärwertzerlegung, Eigenwertprobleme.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die wichtigsten numerischen Verfahren der linearen Algebra beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Vorkenntnisse
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Trefethen/Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 2, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Numerical Linear Algebra**					
Modul Nr. 04-11-0043/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Alf Gerisch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0139-vu	Numerische Lineare Algebra	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, Singulärwertzerlegung, Eigenwertprobleme.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die wichtigsten numerischen Verfahren der linearen Algebra beschreiben, klassifizieren, erklären und anwenden. Sie sollen die Methoden vergleichen, modifizieren und kombinieren können.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Vorkenntnisse

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Trefethen/Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM Demmel: Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik 2, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die Finanzmathematik**					
Modul Nr. 04-11-0047/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0084-vu	Einführung in die Finanzmathematik	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Optionen, Arbitragegrenzen, Ein-Perioden-Modell, stochastische Integrale, Gleichung des

	Aktienpreises, Ito-Formel, Black-Scholes-Formel, Bewertung von Optionen mit numerischen Verfahren.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Finanzmathematik. Die Studierenden sind fähig, die fachlichen Inhalte in den gesellschaftlichen Zusammenhang einzubetten, die Konsequenzen kritisch einzuschätzen und entsprechend ethisch und verantwortungsbewusst zu handeln.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Einführung in die Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Bingham, Kiesel: Risk-Neutral Valuation; Elliott, Kopp: Mathematics of Financial Markets; Irle: Finanzmathematik; Musiela, Rutkowski: Martingale Methods in Financial Modelling; Pliska: Introduction to Mathematical Finance; Shreve: Stochastic Calculus for Finance I (Discrete Time Models)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto)

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname

Diskrete Optimierung</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-11-0073</td><td>Leistungspunkte
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch</td></tr>
</table>

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0027-vu	Diskrete Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Modellierung: Ganzzahlige Gleichungs- und Ungleichungssysteme; Theorie: Ganzzahlige Programme, Polyedrische Kombinatorik; Methoden: Exakte Verfahren, Approximationsalgorithmen, Heuristiken, Relaxierungen, Dekompositionsverfahren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nachdem Studierende das Modul besucht haben, beherrschen Sie die theoretischen Grundlagen der diskreten Optimierung. Die Studierenden können zusätzlich diskrete Optimierungsprobleme modellieren sowie relevante Algorithmen analysieren und anwenden.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Optimierung, Algorithmische Diskrete Mathematik

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1988, Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley 1986, Korte, Vygen: Kombinatorische Optimierung, Springer 2012
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **Nichtlineare Optimierung**					
Modul Nr. 04-11-0074	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0174-vu	Nichtlineare Optimierung	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Modellierung praktischer Fragestellungen als Optimierungprobleme; Optimalitätsbedingungen, Dualitätstheorie; Verfahren für Probleme ohne Nebenbedingungen: Linesearch-und Trust-Region-Verfahren; Verfahren für Probleme mit Nebenbedingungen: Straf-, Innere-Punkte-, Multiplikator- und SQP-Verfahren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden - können praktische Fragestellungen als mathematische Optimierungsprobleme modellieren - beherrschen Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsprobleme und kennen deren Konvergenzeigenschaten - kennen die Optimalitätstheorie der nichtlinearen Optimierung und können sie anwenden - beherrschen Verfahren zur Lösung restringierter Optimierungsprobleme und kennen deren Konvergenzeigenschaten
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	empfohlen: Einführung in die Optimierung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Geiger, Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben Geiger, Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben Nocedal, Wright: Numerical Optimization
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Seitenkanalangriffe gegen IT-Systeme					
Modul Nr. 04-11-0218/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Apl. Prof. Dr. rer. nat. Werner Schindler		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0218-vu	Seitenkanalangriffe gegen IT-Systeme	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Mathematik: Modellierung von Seitenkanalinformationen durch stochastische Prozesse, statistische Entscheidungstheorie, multivariate Statistik, elementare Statistik, elementare Zahlentheorie (Ziele: Verstehen und Entwickeln von Angriffen, optimale Verwertung der Seitenkanalinformation). Kryptographie und IT-Sicherheit: Laufzeitangriffe, Powerangriffe.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen mathematischen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis von Seitenkanalangriffen. Sie sind in der Lage, die vermittelten mathematischen Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Stochastik oder vergleichbare Kenntnisse; Kenntnisse in Kryptographie wünschenswert
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** H.-O. Georgii: Stochastik - Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. 5. Auflage, De Gruyter, Berlin 2015. F.E. Beichelt, D.C. Montgomery: Teubner Taschenbuch der Stochastik - Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Prozesse, Mathematische Statistik. Teubner, Wiesbaden 2003. O.J.W.F. Kardaun: Classical Methods of Statistics. Springer, Berlin 2005. J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie. 5. erw. Auflage, Springer, Berlin S. Mangard, E. Oswald, T. Popp: Power Analysis Attacks - Revealing the Secrets of Smart Cards. Springer, Berlin 2007. sowie eine Vielzahl einschlägiger Aufsätze

10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (sto)

Modulbeschreibung

Modulname **Complex Analysis II**					
Modul Nr. 04-11-0227/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0226-vu	Complex Analysis II	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Konforme Abbbildungen, Möbiustransformationen, Riemannscher Abbildungssatz; Partialbruchzerlegungen, unendliche Prdukte, Gamma-Funktion; elliptische Funktionen und Kurven; ganze Funktionen; Abbildungsverhalten analytischer Funktionen, kleiner und grosser Satz von Picard
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der entsprechenden funktionentheoretischen Methoden. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Complex Analysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

	Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** J.B. Conway: Complex Analysis I, II, Springer. L.V. Ahlfors: Complex Analysis, McGraw-Hill Chr. Pommerenke: Boundary Behaviour of Conformal Maps, Springer E. Freitag, R. Busam: Funktionentheorie 1, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname

Formale Grundlagen der Informatik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-11-0233/de	9 CP	270 h	180 h	2 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0090-vu	Aussagenlogik und Prädikatenlogik	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0091-vu	Automaten, formale Sprachen und Entscheidbarkeit	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Automatentheorie, Sätze von Kleene, Myhill–Nerode, Grammatiken und Chomsky-Hierarchie, kontextfreie Sprachen, Pumping Lemmata, Berechnungsmodelle, Kellerautomaten, Turingmaschinen, Entscheidbarkeit und Aufzählbarkeit; Aussagenlogik, Kompaktheit, vollständige Beweiskalküle; Logik erster Stufe, Strukturen und Belegungen, Skolemisierung, Satz von Herbrand, Kompaktheitssatz, vollstaendige Beweiskalküle (Gödelsches Vollständigkeitsresultat), Unentscheidbarkeit der Logik erster Stufe; optional: Exkurse zu Ausdrucksstärke und model checking

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können die einschlägigen Begriffe, Methoden und Beweistechniken aus diskreter Mathematik und Logik im Zusammenhang der mathematischen Grundlagen der theoretischen Informatik interpretieren, einordnen und anwenden. Insbesondere beherrschen sie die Grundlagen der Analyse formaler Sprachen und abstrakter Berechnungsmodelle. Sie können die Grundbegriffe der mathematischen Logik anhand typischer Fragestellungen der theoretischen Informatik erläutern, auf Beispiele anwenden, algorithmische Methoden diskutieren und deren Grenzen anhand einschlägiger Sätze illustrieren.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Solide mathematische Grundkenntnisse aus Analysis und Linearer Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, Ergänzungsbereich M.Sc.
9	**Literatur** Hopcroft, Motwani, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie Schöning: Theoretische Informatik – kurz gefasst Boolos, Burgess, Jeffrey: Computability and Logic Burris: Logic for Mathematics and Computer Science Skripte (elektronisch unter www.mathematik.tu-darmstadt.de/~otto)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

PDGL II.C Hydromechanik</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-11-0254</td><td>Leistungspunkte
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 9. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber</td></tr>
</table>

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-11-0254-vu	PDGL II.C Hydromechanik	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Herleitung und analytische Behandlung der Grundgleichungen der Hydrodynamik, Boundary Layers, Euler-Gleichung, Geophysical Models

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Hydromechanik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Funktionalanalysis, Partielle Differentialgleichungen I

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Galdi: An introduction to the mathematical theory of the Navier-Stokes equations. Springer Verlag Sohr: The Navier-Stokes equations. An elementary functional analytic approach. Birkhäuser Verlag Temam: Navier-Stokes equations. Theory and numerical analysis. North- Holland Publishing Co.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana) Fortsetzung des Moduls "Partielle Differentialgleichungen I". Nach Absprache können zwei PDE II.X-Module anstelle von "Partielle Differentialgleichungen II" zusammen mit "Partielle Differentialgleichungen I" im Rahmen des "Vertiefungsmoduls Analysis" kombiniert geprüft werden. Kombinationen mehrerer PDE II.X-Module bedürfen auch im Ergänzungsbereich der Genehmigung.

Modulbeschreibung

Modulname

Fourieranalysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-11-0263/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0256-vu	Fourieranalysis	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Calderon-Zygmund singuläre Integraloperatoren, Interpolationssätze, Fouriertransformation, Fouriermultiplikatoren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis von singulären Integralen und singulären Integraloperatoren. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik

	wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Complex Analysis.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 3. Auflage 1987. E. Stein, Harmonic Analysis, Princeton University Press. L. Grafakos, Classical and Modern Fourier Analysis, Springer.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Fourier Analysis**					
Modul Nr. 04-11-0263/en	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand**	**Lehrform**	**SWS**

			(CP)		
	04-00-0256-vu	Fourieranalysis	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Calderon-Zygmund singuläre Integraloperatoren, Interpolationssätze, Fouriertransformation, Fouriermultiplikatoren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis von singulären Integralen und singulären Integraloperatoren. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Complex Analysis.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** W. Rudin, Reelle und komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999. W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw Hill, 3. Auflage 1987. E. Stein, Harmonic Analysis, Princeton University Press. L. Grafakos, Classical and Modern Fourier Analysis, Springer.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Spieltheorie					
Modul Nr. 04-11-0312/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0320-vu	Spieltheorie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Kooperative Spiele: Koalitionen, Lösungskonzepte, Stabile Mengen, Core, Shapley-Wert, konvexe Spiele.
Nicht-kooperative Spiele: Sequentielle und strategische Spiele, Zwei-Personen- und n-Personenspiele, Nullsummen- und Nicht-Nullsummen-Spiele, diskrete und kontinuierliche Spiele. Lösungskonzepte (u.a. Nash Equilibrium). Fixpunktsätze (z.B. Brouwer). Existenz-Resultate (z.B. Minimax Theorem) und Unmöglichkeitssätze. Algorithmische Aspekte. Anwendungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden sind mit den verschiedenen Teilgebieten der Spieltheorie, ihrem praktischen Nutzen und ihren Grenzen vertraut. Sie verstehen grundlegende (Lösungs-)Konzepte der kooperativen oder nicht-kooperativen Spieltheorie. Sie diskutieren deren technische Begriffe an Hand von Beispielen und modellieren damit einfache konkrete Situationen präzise. Sie beweisen und wenden mathematische Theoreme an, um Spiele zu analysieren, und bewerten diese Vorhersagen für die Praxis.Sie beschreiben algorithmische Aspekte von Spielen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis, Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

	Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Osborne: An Introduction to Game Theory Forg, Szép und Szidarovszky: Introduction to the Theory of Games Krabs: Spieltheorie: Dynamische Behandlung von Spielen Berninghaus, Ehrhart und Güth: Strategische Spiele
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik					
Modul Nr. 04-11-0328/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0328-vu	Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik	0	Vorlesung und Übung	3
2	**Lerninhalt** Die Vorlesung wendet sich an Studierende der Physik und der Mathematik. Für Studierende der Physik erhält die Quantenmechanik in dieser Vorlesung ein mathematisches Fundament, Studierenden der Mathematik bietet die Vorlesung einen mathematisch orientierten Schritt in die Quantenmechanik, der freilich die Diskussion der zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien und Beispiele nicht ersetzen kann und will. Folgende Themen werden behandelt: Klassische Physik versus Quantenmechanik, Bellsche Ungleichungen. Die Axiome der Quantenmechanik und ihre Folgerungen. Observable und selbstadjungierte Operatoren. Satz von Stone und zeitabhängige Schrödingergleichung. Dichtematrizen. Zusammengesetzte Systeme und Tensorprodukte. Verschränkte Zustände und Quanteninformation.				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden -das mathematische Modell der Quantenmechanik erläutern und interpretieren, -physikalische Annahmen von ihren mathematischen Konsequenzen unterscheiden, -die Angemessenheit mathematischer Methoden in der Behandlung quantenmechanischer Probleme bewerten, -die fundamentalen Unterschiede zwischen klassischer Physik und Quantenmechanik erläutern.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Die Vorlesungen der ersten beiden Studienjahre des entsprechenden Studienganges.
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** J. v. Neumann: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik M. Reed, B. Simon: Methods of Modern Physics I. G.W. Mackey: Mathematical Foundations of Quantum Mechanics.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname **Einführung in die axiomatische Mengenlehre**

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-11-0338/de	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0338-vu	Einführung in die axiomatische Mengenlehre	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Es werden die Axiome von ZFC (Zermelo-Fraenkel with Choice) vorgestellt und es wird erläutert, inwiefern in diesem Rahmen die übliche Mathematik formuliert und formalisiert werden kann. Es werden Ordinal- und Kardinalzahlen präzise eingeführt und die Grundtatsachen ihrer Arithmetik bewiesen. Außerdem diskutieren wir das Auswahlaxiom und beweisen einige dazu äquivalente Prinzipien wie z.B. das Zornsche Lemma und den Wohlordnungssatz.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Studierenden beherrschen die Sprache und die Methoden der axiomatischen Mengenlehre. Sie beherrschen die Methode der transfiniten Induktion und Rekursion und können einfache Kardinalitätsabschätzungen durchführen. Außerdem können Sie erkennen, für welche Argumente das Auswahlaxiom nötig ist.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Solide mathematische Grundkenntnisse aus Analysis und Linearer Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** Es wird zur Vorlesung ein Skript online zur Verfügung gestellt. Als ergänzende Literatur kann man das Buch von Y. Moschovakis Notes on Set Theory (Springer 2006) empfehlen.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (log)

Modulbeschreibung

Modulname					
Angewandte Geometrie					
Modul Nr. 04-11-0375	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0375-vu	Angewandte Geometrie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Bernstein-Polynome, Bézierkurven, B-Splines, Splinekurven, Tensorprodukt-Splines, Splineflächen, Subdivisionsalgorithmen, Glättung von Kurven und Flächen, Krümmungsschätzung auf Polygonzügen und Dreiecksnetzen.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende mathematische Prinzipien des computergestützten geometrischen Modellierens von Kurven und Flächen und vermögen diese hinsichtlich theoretischer und anwendungsorientierter Problemstellungen zu beurteilen. Insbesondere werden die engen Verbindungen zwischen den analytischen Eigenschaften der verwendeten Funktionenräume und den geometrischen Eigenschaften der damit parametrisierten Mannigfaltigkeiten durchdrungen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Differentialgeometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

	Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Hoschek und Lasser, Grunglagen der geometrischen Datenverarbeitung, Teubner Prautzsch, Boehm und Paluszny, Bézier and B-Spline Techniques, Springer Peters und Reif, Subdivision surfaces, Springer Hoschek und Lasser, Grunglagen der geometrischen Datenverarbertung, Teubner Prautzsch, Boehm und Paluszny, Bézier and B-Spline Techniques, Springer Peters und Reif, Subdivision surfaces, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Approximationstheorie**					
Modul Nr. 04-11-0376	**Leistungspunkte** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0376-vu	Approximationstheorie	0	Vorlesung und Übung	6

2	**Lerninhalt** Approximationssatz von Weierstrass, multivariate Interpolation mit Polynomen, Bramble-Hilbert Lemma, Abstand Spline-Kontrollpolygon, Satz von Schoenberg-Whitney, natürlicher und kanonischer Splineinterpolant, Quasiinterpolation, Jackson-Sätze,

	gleichmäßige Stabilität, Orthogonalitätsrelationen, Smoothing-Splines, geometrische Approximation, Methode der Finiten Elemente
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen zentrale Aspekte der linearen uni- und multivariaten Approximation mit Polynomen und Splines. Insbesondere erfassen sie die zentrale Rolle dualer Funktionale für Stabilitäts- und Approximationseigenschaften. Durch die Kenntnis wichtiger Eigenschaften verschiedener Approximationsmethoden können geeignete Verfahren bei konkreten Anwendungen ausgewählt, bewertet und modifiziert werden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Angewandte Geometrie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** de Boor, A Practical Guide to Splines, Springer Schumaker, Spline functions basic theory, Cambridge University Press Höllig, Finite element methods with B-splines, SIAM
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname

Nichtlineare Funktionalanalysis					
Modul Nr. 04-11-0381	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-11-0381-vu	Nichtlineare Funktionalanalysis	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Fixpunktsätze; Analysis in Banachräumen; Abbildungsgrad; Verzweigungstheorie; monotone Operatoren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis der nichtlinearen Funktionalanalysis. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern und unter Anleitung darin Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Funktionalanalysis

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9 Literatur

A. Ambrosetti, G. Prodi: A primer of nonlinear analysis. Cambridge University Press 1993

	K. Deimling: Nonlinear functional analysis. Springer 1974 M. Ruzicka: Nichtlineare Funktionalanalysis. Springer 2004
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname

Sobolev Spaces

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-11-0514/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jedes 9. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	apl. Prof. Dr. rer. nat. Christian Stinner

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0514-vu	Sobolev Spaces	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Konstruktion von Sobolev-Räumen, Einbettungs- und Spursätze, Anwendungen auf Partielle Differentialgleichungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die unter Lerninhalt angegebenen Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis der Theorie der Sobolev-Räume. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Integrationstheorie
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Alt: Lineare Funktionalanalysis (Springer); Dobrowolski: Angewandte Funktionalanalysis (Springer)
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (ana)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematische Ergänzung und fachdidaktisches Seminar (Kombimodul I)**					
Modul Nr. 04-13-0001/de	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 240 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Siehe Teilmodule				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wahlpflichtbereich, K-Modul
9	**Literatur** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar
10	**Kommentar** Die Mathematische Ergänzung soll jeweils vor dem Fachdidaktischen Seminar absolviert werden oder ggf. auch parallel. Als Mathematische Ergänzung können grundsätzlich alle BSc.Math-Module mit 5 CP oder mehr gewählt werden, die nicht bereits im Pflichtbereich des LaG vorgesehen sind. Die für den M.Ed.Math jeweils empfohlenen und im FB-Rat genehmigten Mathematischen Ergänzungen werden jeweils zum Semesterbeginn per Aushang bekannt gegeben. Ehemals: Mathematische Ergänzung und fachdidaktisches Seminar

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematische Ergänzung und fachdidaktisches Seminar (Kombimodul II)					
Modul Nr. 04-13-0002/de	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 240 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Siehe Teilmodule				
5	**Prüfungsform**				

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wahlpflichtbereich, K-Modul
9	**Literatur** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar
10	**Kommentar** Die Mathematische Ergänzung soll jeweils vor dem Fachdidaktischen Seminar absolviert werden oder ggf. auch parallel. Als Mathematische Ergänzung können grundsätzlich alle BSc.Math-Module mit 5 CP oder mehr gewählt werden, die nicht bereits im Pflichtbereich des LaG vorgesehen sind. Die für den M.Ed.Math jeweils empfohlenen und im FB-Rat genehmigten Mathematischen Ergänzungen werden jeweils zum Semesterbeginn per Aushang bekannt gegeben. Ehemals: Mathematische Ergänzung und fachdidaktisches Seminar

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Algebra**					
Modul Nr. 04-13-0003/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Je nach Veranstalter werden folgende Themenbereiche behandelt: Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Geometrie, Automorphe Formen, Spektraltheorie, Operatoralgebren, Unendlich-dimensionale Lie-Algebren, Vertex- Algebren				

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls verstehen die Studenten die Grundkonzepte der jeweiligen Vertiefung und können diese auf typische Fragestellungen anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** je nach Schwerpunktsetzung: Topologie, Algebra,Funktionalanalysis
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich Master Mathematik
9	**Literatur** Bruinier et al.: The 1-2-3 of Modular Forms, Miyake: Modular Forms, Hartshorne: Algebraic Geometry, Neukirch: Algebraic Number Theory, Kac: Infinite Dimensional Lie Algebras, Frenkel, Ben-Zvi: Vertex Algebras and Algebraic Curves, Bratelli, Robinson: Operator Algebras and Statistical Machanics I, II, Takesaki: Theory of Operator Algebras
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Vertiefungsmodul Geometrie und Approximation</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-13-0005/de</td><td>Leistungspunkte
18 CP</td><td>Arbeitsaufwand
540 h</td><td>Selbststudium
540 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in des Fachbereichs 04</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
</table>

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

2 **Lerninhalt**

Es soll ein vertieftes Studium eines Gebiets der Differentialgeometrie oder der Geometrischen Datenverarbeitung stattfinden, z.B.: Riemannsche Geometrie (Mannigfaltigkeiten; Metriken Zusammenhänge, Geodätische, Krümmung; Sätze von Hopf-Rinow, Synge, Myers, Klingenberg) Variationsprinzipien und Geometrie (Minimalflächen und Flächen konstanter mittlerer Krümmung, Weierstrass-Darstellung, Plateau-Problem, Satz von Bernstein, Stabilität, konjugierte Flächen etc.) Geometrische Datenverarbeitung (Bezierkurven und -flächen, Splinekurven und -flächen, B-Splines, Konvertierungsmethoden, Abstandsformeln, Flächen beliebiger Topologie, Subdivision) Splineapproximation (Satz von Weierstrass, Interpolation, Quasi- Interpolation, Approximation, Stabilität der B-Splines, Jacksonsätze, Bernsteinsätze Orthogonalitätsrelationen, B-Splines als Finite Elemente)

3 **Qualifikationsziele / Lernergebnisse**

Die Studierenden sind in der Lage, geometrische Probleme zu analysieren und zu modellieren. Abhängig von der speziellen Veranstaltung kommen hierzu die Fähigkeiten zu axiomatisieren und zu abstrahieren, Methoden der Analysis auf geometrische Probleme anzuwenden, oder konkrete Geometrien unter Verwendung algorithmischer Prinzipien zu konstruktieren und approximieren.

4 **Voraussetzung für die Teilnahme**

Differentialgeometrie

5 **Prüfungsform**

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)

6 **Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7 **Benotung**

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8 **Verwendbarkeit des Moduls**

9 **Literatur**

beispielhaft seien genannt:
Do Carmo: Riemannian Geometry
Gallot, Hulin, Lafontaine: Riemannian Geometry
Dierkes, Hildebrandt, Küster, Wohlrab: Minimal Surfaces
Hoschek-Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung
de Boor: A Practical Guide to Splines
Hoellig: Finite Element Methods with B-Splines

10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Logik**					
Modul Nr. 04-13-0007/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Einführung in die höhere mathematische Logik mit ausgewählten Kapiteln zu Modelltheorie, Beweistheorie, Rekursionstheorie, Berechenbarkeit#47; Komplexität, etc. Je nach Dozent und Ausprägung der Vertiefungsrichtung umfasst das Modul typischerweise spezialisierte Einführungen in zwei Schwerpunktgebiete aus den Bereichen Beweistheorie, Typen- und Kategorientheorie, Berechenbarkeitstheorie, Komplezitätsheorie, Modelltheorie, mit dem jeweiligen Anwendungswendungsbezug in der betreffenden Forschungsrichtung, wie z.B. -Beweisinterpretationen, proof mining -Semantik funktionaler Programmierung; kategorielle Semantik konstruktiver Logikkalkuele -endliche#47;algorithmische Modelltheorie und die Modelltheorie spezieller Logiken -reelle Berechenbarkeits- und Komplexitätstheorie				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse in aktuellen Forschungsrichtungen der angewandten Logik. Sie sollen dabei ein inhaltliches und methodisches Verständnis erreichen, das sie im Prinzip befähigt, Problemstellungen der aktuellen Forschung zu interpretieren und erworbenes Wissen im Kontext einzusetzen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Einführung in die mathematische Logik				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**				

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich Master Mathematik
9	**Literatur** exemplarisch, neben Standardwerken: Kohlenbach: Applied Proof Theory: Proof Interpretations and their Use in Mathematics, Springer, 2008 Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific, 2006 Goranko, Otto: Model Theory of Modal Logics, in: Handbook of Modal Logic, Elsevier, 2007
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Numerik und wissenschaftliches Rechnen**					
Modul Nr. 04-13-0009/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Auswahl aus den Themengebieten: steife Differentialgleichungen, Mehrpunkt-Randwertprobleme, differential- agebraische Gleichungen, Sensitivitätsanalyse, Parameteroptimierung, Optimlasteuerungsprobleme, Differenzenverfahren, Finite Elemente, Finite Volumen, elliptische, parabolische und hyperbolische Probleme.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Kenntnis der wesentlichen Konstruktionsprinzipien numerischer Lösungsverfahren für Differentialgleichungen, Kenntnis von Vor- und Nachteilen, Einsatzbereichen, Genauigkeit, Aufwand etc. Fähigkeit, für gegebene Anwendungsaufgaben, geeignete Software auswählen und adaptieren sowie Fachartikel der aktuellen Forschung verstehen und diskutieren zu können.				

4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Modul Numerik von Differentailgleichungen
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich Master Mathematik
9	**Literatur** Strehmel, Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Grossmann, Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Brenan, Campbell, Retzold: Numerical Solution of IVPs in DAEs, LeVeque: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Larsson, Thomee: PDE with Numerical Methods, Quarteroni, Valli: Numerical Approximation of PDE
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Analysis**					
Modul Nr. 04-13-0011/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen linearer und nichtlinearer partieller Differentialgleichungen mit funktionalanalytischen Methoden; je nach Dozent erfolgt eine Ausprägung in Richtung elliptischer, parabolischer und				

	hyperbolischer Gleichungen mit Anwendungen z.B. in der Strömungsmechanik oder den Materialwissenschaften
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach Besuch der Veranstaltung - sind die Studierenden mit aktuellen Problemen für partielle Differentialgleichungen aus verschiedenen Anwendungsgebieten (z.B. Strömungsmechanik, Materialwissenschaften) vertraut und können diese erläutern, - beherrschen sie moderne funktionalanalytische Methoden zum Studium von partiellen Differentialgleichungen und können diese auf einfache konkrete Probleme anwenden, - kennen sie wesentliche Eigenschaften von Sobolevräumen und können deren Rolle in der Lösungstheorie partieller Differentialgleichungen erklären.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** je nach Schwerpunktsetzung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich Master Mathematik
9	**Literatur** Gilbarg, Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order; Amann: Linear and Quasilinear Parabolic Problems; Dafermos: Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics; Galdi: An Introduction to the Theory of the Navier-Stokes Equations;
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Optimierung**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

<table>
<tr><td>04-13-0013/de</td><td>kte
18 CP</td><td>540 h</td><td>540 h</td><td>1 Semester</td><td>Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in des Fachbereichs 04</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Modellierung praktischer Fragestellungen als Optimierungsprobleme. Theorie Optimalitätsbedingungen und Dualitätstheorie Ganzzahliger Programme, polyedrische Kombinatorik. Methoden: Exakte Verfahren für ganzzahlige nichtlineare Programme, Verfahren für nichtlineare Probleme mit und ohne Nebenbedingungen; Approximationsalgorithmen, Heuristiken, Relaxierungen</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nachdem Studierende das Modul besucht haben, beherrschen sie die theoretischen Grundlagen der diskreten und der nichtlinearen Optimierung. Die Studierenden koennen zusätzlich Modellierungsprobleme lösen sowie relevente Algorithmen analysieren und anwenden.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Einführung in die Optimierung</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
Vertiefungsmodul</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
Geiger, Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben
Nemhauser,Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization
Nocedial, Wright: Numerical Optimization Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="5">Kommentar
Verantwortlich: Studiendekan</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Vertiefungsmodul Stochastik</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-13-0015/de</td><td>Leistungspunkte
18 CP</td><td>Arbeitsaufwand
540 h</td><td>Selbststudium
540 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Studiendekan*in des Fachbereichs 04</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
<tr><td></td><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
eine Auswahl aus folgenden Themengebieten: Mathematische Statistik, statistische Entscheidungstheorie, stochastische Analysis, Analyse und Modellierung stochastischer (partieller) Differentlialgleichungen, Finanzmathematik in stetiger Zeit</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- komplexe zufällige Phänomene modellieren und analysieren,
- zentrale Resultate aus einer aktuellen Forschungsrichtung der Stochastik und ihre Konsquenzen beschreiben, anwenden, auf verwandte Problemstellungen übertragen und deren Anwendung in der Praxis beurteilen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Module Wahrscheinlichkeitstheorie und ggf. Einführung in die Finanzmathematik</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
Vertiefungsbereich Master Mathematik</td></tr>
</table>

9	**Literatur** Beispielhaft seien genannt: Pestmann: Mathematical Statistics Karatzas, Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus Elliott, Kopp: Mathematics of Financial Markets Bain, Crisone: Fondamentals of Stochastic Filtering Da Brato, Zabczyk: Stochastic Equation in finite Arguments
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematische Ergänzung und fachdidaktisches Seminar (Kombimodul)

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-13-0020/de	8 CP	240 h	240 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1	**Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

2	**Lerninhalt** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Siehe Teilmodule
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Wahlpflichtbereich, K-Modul
9	**Literatur** Siehe jeweiliges Ergänzungsmodul und jeweiliges fachdidaktisches Seminar
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Vertiefungsmodul Algebra

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0103/de	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 4. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-0301-vu	Vertiefung Algebra 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0302-vu	Vertiefung Algebra 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0303-vu	Vertiefung Algebra 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0304-vu	Vertiefung Algebra 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0305-vu	Vertiefung Algebra 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0306-vu	Vertiefung Algebra 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (alg)" zusammen. Typische Themen sind z.B. Algebraische Geometrie, Arithmetische Geometrie, Algebraische

	Zahlentheorie, Automorphe Formen, Spektraltheorie, Operatoralgebren, Unendlich-dimensionale Lie-Algebren, Vertex-Algebren
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Algebra. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Algebra einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls Algebra
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** vgl. bspw. Literatur zu den Modulen: - Algebraische Geometrie - Arithmetische Geometrie I und II - Algebraische Zahlentheorie - Automorphe Formen - Spektraltheorie und Operatoralgebren, - Lie-Algebren - Vertex-Algebren
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Algebra werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Advanced Course in Algebra</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-13-0103/en</td><td>Leistungspunkte
18 CP</td><td>Arbeitsaufwand
540 h</td><td>Selbststudium
540 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Jan Hendrik Bruinier</td></tr>
</table>

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-0301-vu	Vertiefung Algebra 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0302-vu	Vertiefung Algebra 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0303-vu	Vertiefung Algebra 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0304-vu	Vertiefung Algebra 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0305-vu	Vertiefung Algebra 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0306-vu	Vertiefung Algebra 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (alg)" zusammen. Typische Themen sind z.B.
Algebraische Geometrie, Arithmetische Geometrie, Algebraische Zahlentheorie, Automorphe Formen, Spektraltheorie, Operatoralgebren, Unendlich-dimensionale Lie-Algebren, Vertex-Algebren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Algebra. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Algebra einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Bestehen des Moduls Algebra

5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** vgl. bspw. Literatur zu den Modulen: - Algebraische Geometrie - Arithmetische Geometrie I und II - Algebraische Zahlentheorie - Automorphe Formen - Spektraltheorie und Operatoralgebren, - Lie-Algebren - Vertex-Algebren
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Algebra werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname					
Vertiefungsmodul Geometrie und Approximation					
Modul Nr. 04-13-0105/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 6. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**

	04-13-0501-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 1	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-0502-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 2	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-0503-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 3	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-0504-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 4	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-0505-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 5	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-0506-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 6	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (geo)" zusammen. Typische Themen der Differentialgeometrie oder der Geometrischen Datenverarbeitung und Approximationstheorie sind z.B.: Riemannsche Geometrie, Geometrische Variationsprobleme; oder Angewandte Geometrie, Approximationstheorie
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Geometrie und Approximationstheorie. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Geometrie und Approximationstheorie einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls "Differentialgeometrie"
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**

	M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Geometrie und Approximationstheorie werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course in Geometry and Approximation

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0105/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 6. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-0501-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0502-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0503-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0504-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0505-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0506-vu	Vertiefung Geometrie und Approximation 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (geo)" zusammen. Typische Themen der Differentialgeometrie oder der Geometrischen Datenverarbeitung und Approximationstheorie sind z.B.: Riemannsche Geometrie, Geometrische Variationsprobleme; oder Angewandte Geometrie, Approximationstheorie

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Geometrie und Approximationstheorie. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Geometrie und Approximationstheorie einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls "Differentialgeometrie"
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Geometrie und Approximationstheorie werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Logik**					
Modul Nr. 04-13-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9.

0107/de	18 CP				Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-0701-vu	Vertiefung Logik 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0702-vu	Vertiefung Logik 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0703-vu	Vertiefung Logik 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0704-vu	Vertiefung Logik 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0705-vu	Vertiefung Logik 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0706-vu	Vertiefung Logik 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (log)" zusammen. Typische Themen sind z.B. Modelltheorie, Beweistheorie, Rekursionstheorie, Berechenbarkeit/ Komplexität, Typen- und Kategorientheorie (mit dem jeweiligen Anwendungsbezug in der betreffenden Forschungsrichtung)

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Logik. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Logik einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Bestehen des Moduls "Introduction to Mathematical Logic"

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: mündlich

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** exemplarisch, neben Standardwerken: Kohlenbach: Applied Proof Theory: Proof Interpretations and their Use in Mathematics, Springer, 2008 Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific, 2006 Goranko, Otto: Model Theory of Modal Logics, in: Handbook of Modal Logic, Elsevier, 2007
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Logik werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course in Mathematical Logic

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-13-0107/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-13-0701-vu	Vertiefung Logik 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0702-vu	Vertiefung Logik 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0703-vu	Vertiefung Logik 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0704-vu	Vertiefung Logik 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0705-vu	Vertiefung Logik 5	0	Vorlesung und Übung	0

	04-13-0706-vu	Vertiefung Logik 6	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (log)" zusammen. Typische Themen sind z.B. Modelltheorie, Beweistheorie, Rekursionstheorie, Berechenbarkeit/ Komplexität, Typen- und Kategorientheorie (mit dem jeweiligen Anwendungsbezug in der betreffenden Forschungsrichtung)
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Logik. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Logik einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls "Introduction to Mathematical Logic"
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** exemplarisch, neben Standardwerken: Kohlenbach: Applied Proof Theory: Proof Interpretations and their Use in Mathematics, Springer, 2008 Streicher: Domain-Theoretic Foundations of Functional Programming, World Scientific, 2006 Goranko, Otto: Model Theory of Modal Logics, in: Handbook of Modal Logic, Elsevier, 2007

10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Logik werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Vertiefungsmodul Numerik und wissenschaftliches Rechnen

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0109/de	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 4. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-0901-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0902-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0903-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0904-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0905-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0906-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar"empfohlen für: Mathematik: Master (num)" zusammen.
Typische Themen sind z.B.
Numerik partieller Differentialgleichungen mit unsicheren Daten, Effiziente Methoden zur Datenassimilation, Skalierbare Lineare Löser, Finite-Elemente, Finite-Volumen und Randelement-Methoden;
Anwendungen in der Stömungs- und Festkörpermechanik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes

	Verständnis mehrerer Teilgebiete der Numerik und des Wissenschaftlichen Rechnens. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Numerik und des Wissenschaflichen Rechnens einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls "Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen"
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Strehmel, Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen Grossmann, Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen Brenan, Campbell, Retzold: Numerical Solution of IVPs in DAEs LeVeque: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems Larsson, Thomee: PDE with Numerical Methods Quarteroni, Valli: Numerical Approximation of PDE
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Numerik und Wissenschaftliches Rechnen werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname **Advanced Course in Numerical Analysis**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-13-0109/en	**kte** 18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Englisch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-0901-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0902-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0903-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0904-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0905-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-0906-vu	Vertiefung Numerik und wissenschaftliches Rechnen 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar"empfohlen für: Mathematik: Master (num)" zusammen. Typische Themen sind z.B.
Typische Themen sind z.B.
Numerik partieller Differentialgleichungen mit unsicheren Daten, Effiziente Methoden zur Datenassimilation, Skalierbare Lineare Löser, Finite-Elemente, Finite-Volumen und Randelement-Methoden;
Anwendungen in der Stömungs- und Festkörpermechanik

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Numerik und des Wissenschaftlichen Rechnens. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Numerik und des Wissenschaflichen Rechnens einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Bestehen des Moduls "Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen"

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard)

	Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Strehmel, Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen Grossmann, Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen Brenan, Campbell, Retzold: Numerical Solution of IVPs in DAEs LeVeque: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems Larsson, Thomee: PDE with Numerical Methods Quarteroni, Valli: Numerical Approximation of PDE
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Numerik und Wissenschaftliches Rechnen werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Vertiefungsmodul Analysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0111/de	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 4. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-1101-vu	Vertiefung Analysis 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1102-vu	Vertiefung Analysis 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1103-vu	Vertiefung Analysis 3	0	Vorlesung und Übung	0

	04-13-1104-vu	Vertiefung Analysis 4	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-1105-vu	Vertiefung Analysis 5	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-1106-vu	Vertiefung Analysis 6	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (ana)" zusammen. Typische Themen sind u.a. Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen nichtlinearer partieller Differentialgleichungen mit modernen Methoden, z.B. elliptischer, parabolischer und hyperbolischer Gleichungen mit Anwendungen z.B. in der Strömungsmechanik oder den Materialwissenschaften.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Analysis. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Analysis einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** je nach Schwerpunktsetzung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Gilbarg, Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order; Amann: Linear and Quasilinear Parabolic Problems; Dafermos: Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics;

	Galdi: An Introduction to the Theory of the Navier-Stokes Equations;
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Analysis werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course in Analysis

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0111/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-1101-vu	Vertiefung Analysis 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1102-vu	Vertiefung Analysis 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1103-vu	Vertiefung Analysis 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1104-vu	Vertiefung Analysis 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1105-vu	Vertiefung Analysis 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1106-vu	Vertiefung Analysis 6	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (ana)" zusammen. Typische Themen sind u.a. Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen nichtlinearer partieller Differentialgleichungen mit modernen Methoden, z.B. elliptischer, parabolischer und hyperbolischer Gleichungen mit Anwendungen z.B. in der Strömungsmechanik oder den Materialwissenschaften.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten

	Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Analysis. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Analysis einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** je nach Schwerpunktsetzung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Gilbarg, Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order; Amann: Linear and Quasilinear Parabolic Problems; Dafermos: Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics; Galdi: An Introduction to the Theory of the Navier-Stokes Equations;
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Analysis werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Optimierung**					
Modul Nr. 04-13-0113/de	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-1301-vu	Vertiefung Optimierung 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1302-vu	Vertiefung Optimierung 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1303-vu	Vertiefung Optimierung 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1304-vu	Vertiefung Optimierung 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1305-vu	Vertiefung Optimierung 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1306-vu	Vertiefung Optimierung 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (opt)" zusammen. Typische Module sind z.B. Nichtlineare Optimierung und Diskrete Optimierung.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Optimierung. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Optimierung einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Bestehen des Moduls "Einführung in die Optimierung"

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: mündlich

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Optimierung werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course in Optimization

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0113/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Ulbrich

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-1301-vu	Vertiefung Optimierung 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1302-vu	Vertiefung Optimierung 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1303-vu	Vertiefung Optimierung 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1304-vu	Vertiefung Optimierung 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1305-vu	Vertiefung Optimierung 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1306-vu	Vertiefung Optimierung 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (opt)" zusammen. Typische Module sind z.B. Nichtlineare Optimierung und Diskrete Optimierung.

3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Optimierung. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Optimierung einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls "Einführung in die Optimierung"
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Optimierung werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname **Vertiefungsmodul Stochastik**					
Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-13-0115/de	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-1501-vu	Vertiefung Stochastik 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1502-vu	Vertiefung Stochastik 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1503-vu	Vertiefung Stochastik 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1504-vu	Vertiefung Stochastik 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1505-vu	Vertiefung Stochastik 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1506-vu	Vertiefung Stochastik 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 18-20 CP (2x9 oder 1x9+2x5 oder 4x5) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (sto)" zusammen. Typische Themen sind z.B. Mathematische Statistik, Kurvenschätzung, stochastische Prozesse, Analyse und Modellierung stochastischer (partieller) Differentialgleichungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Stochastik. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Stochastik einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Bestehen des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie"

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Standard)

Fachprüfung: mündlich

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Beispielhaft seien genannt: Pestmann: Mathematical Statistics Karatzas, Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus Bain, Crisone: Fondamentals of Stochastic Filtering Da Brato, Zabczyk: Stochastic Equation in finite Arguments Györfi, Kohler, Krzyzak, Walk: A distribution-free theory of nonparametric regression.
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Stochastik werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course in Stochastics

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0115/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 6. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-1501-vu	Vertiefung Stochastik 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1502-vu	Vertiefung Stochastik 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1503-vu	Vertiefung Stochastik 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1504-vu	Vertiefung Stochastik 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1505-vu	Vertiefung Stochastik 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-1506-vu	Vertiefung Stochastik 6	0	Vorlesung und Übung	0

2	**Lerninhalt** Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (sto)" zusammen. Typische Themen sind z.B. Mathematische Statistik, Kurvenschätzung, stochastische Prozesse, Analyse und Modellierung stochastischer (partieller) Differentialgleichungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Stochastik. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Stochastik einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Bestehen des Moduls "Wahrscheinlichkeitstheorie"
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: mündlich
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Beispielhaft seien genannt: Pestmann: Mathematical Statistics Karatzas, Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus Bain, Crisone: Fondamentals of Stochastic Filtering Da Brato, Zabczyk: Stochastic Equation in finite Arguments Györfi, Kohler, Krzyzak, Walk: A distribution-free theory of nonparametric regression.
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im

	Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Stochastik werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft.

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (alg), Master					
Modul Nr. 04-13-0139	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0203-se	Mathematisches Seminar (alg), Master	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** themenabhängig				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig				
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0203-se] (Studienleistung, Präsentation, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung				
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung:				

	• [04-00-0203-se] (Studienleistung, Präsentation, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (alg)

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (ana), Master					
Modul Nr. 04-13-0140	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0204-se	Mathematisches Seminar (ana), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung:

	• [04-00-0204-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0204-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (geo), Master					
Modul Nr. 04-13-0141	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0205-se	Mathematisches Seminar (geo), Master	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** themenabhängig				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte				

	aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0205-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0205-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (log), Master**					
Modul Nr. 04-13-0142	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		
1	**Kurse des Moduls**				

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0206-se	Mathematisches Seminar (log), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0206-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0206-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (num), Master					
Modul Nr. 04-13-0143	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0207-se	Mathematisches Seminar (num), Master	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

themenabhängig

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: themenabhängig

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0207-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0207-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (opt), Master**					
Modul Nr. 04-13-0144	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0208-se	Mathematisches Seminar (opt), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0208-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**

	Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0208-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (sto), Master**					
Modul Nr. 04-13-0145	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Studiendekan*in des Fachbereichs 04		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0209-se	Mathematisches Seminar (sto), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** themenabhängig
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**

	empfohlen: themenabhängig
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0209-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung (Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0209-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course Numerical Analysis Data Science

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0209/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-2091-vu	Advanced Course Numerical Analysis Data Science 1	0	Vorlesung und Übung	0

	04-13-2092-vu	Advanced Course Numerical Analysis Data Science 2	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-2093-vu	Advanced Course Numerical Analysis Data Science 3	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-2094-vu	Advanced Course Numerical Analysis Data Science 4	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-2095-vu	Advanced Course Numerical Analysis Data Science 5	0	Vorlesung und Übung	0
	04-13-2096-vu	Advanced Course Numerical Analysis Data Science 6	0	Vorlesung und Übung	0
2	**Lerninhalt** Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematics in Data Science (num) " zusammen. Typische Themen sind z.B. Numerik partieller Differentialgleichungen mit unsicheren Daten, Methoden zur Datenassimilation; Skalierbare Lineare Löser				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Numerik und des Wissenschaftlichen Rechnens. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext der Numerik und des Wissenschaflichen Rechnens einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Empfohlen: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science				
9	**Literatur** M. Asch, M. Bocquet, M. Nodet; Data Assimilation: Methods, Algorithms and Applications, SIAM 2016				

	S. Brenner, R. Scott: Mathematical Theory of Finite Element Methods, Texts in Applied Mathematics, Vol. 15, Springer, 2008 W. Hackbusch, Iterative Solution of Large Sparse Systems of Equations, 2nd ed. 2016, Applied Mathematical Sciences Vol. 95, Springer International Publishing, 2016 S. Larsson, V. Thomée: Partial Differential Equations with Numerical Methods. Texts in Applied Mathematics, Vol. 45, Springer 2003. K. Law, A. Stuart, Konstantinos Zygalakis; Data Assimilation: A mathematical introduction, Springer, 2015 G. J. Lord, C. E. Powell, and T. Shardlow. An Introduction to Computational Stochastic PDEs. Cambridge University Press, 2014.
10	**Kommentar** Die vereinbarten Inhalte und Kompetenzen erwirbt der/die Studierende eigenständig, z.B. durch Teilnahme an Lehrveranstaltungen entsprechenden Inhalts oder im Selbststudium. Die einzelnen Inhalte des Vertiefungsmoduls Numerik und Wissenschaftliches Rechnen werden nicht separat, sondern in einem alle Inhalte umfassenden Prüfungsereignis geprüft

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course Analysis Data Science

Modul Nr.	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-13-0211/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Moritz Egert

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-13-2111-vu	Advanced Course Analysis Data Science 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2112-vu	Advanced Course Analysis Data Science 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2113-vu	Advanced Course Analysis Data Science 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2114-vu	Advanced Course Analysis Data Science 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2115-vu	Advanced Course Analysis Data Science 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2116-vu	Advanced Course Analysis Data Science 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) or 1x(4+2)+2x(2+1) or

	4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (Mathematics in Data Science ana)" zusammen. Typische Themen sind u.a. Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Regularität von Lösungen nichtlinearer partieller Differentialgleichungen mit modernen Methoden, Anwendungen in der Strömungsmechanik mittels « Data Science Driven Methods ».
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden kennen und verstehen die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Begriffe, Methoden und Resultate und können sie anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis mehrerer Teilgebiete der Analysis. Sie haben eine Überblick über das Verhältnis der Teilgebiete zueinander und können diese in den Gesamtkontext von Analysis und Data Science einordnen. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse in diesen Gebieten selbstständig zu erweitern und in bestimmten Gebieten unter Anleitung Forschungsfragen nachzugehen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** je nach Schwerpunktsetzung
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 40 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** L.C. Evans: Partial Differential Equations (AMS) T.-P. Tsai: Lectures on Navier-Stokes Equations (AMS) M. Tucsnak, G. Weiss: Observation and Control for Operator Semigroups (Springer) S. Reich, C. Cotter: Probabilistic Forecasting and Bayesian Data Assimilation (Cambrige University Press) Moukalled, F., Mangani, L., amp; Darwish, M. (2016). The finite volume method. In The finite volume method in computational fluid dynamics (pp. 103-135). Springer, Cham. Maric, Tomislav, Jens Hopken, and Kyle Mooney. "The OpenFOAM technology primer." (2014). Karniadakis, G. E., Kevrekidis, I. G., Lu, L., Perdikaris, P., Wang, S., amp; Yang, L. (2021). Physics-informed machine learning. Nature Reviews Physics, 3(6),

	422-440.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname

Advanced Course Optimization Data Science

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-13-0213/en	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-13-2131-vu	Advanced Course Optimization Data Science 1	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2132-vu	Advanced Course Optimization Data Science 2	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2133-vu	Advanced Course Optimization Data Science 3	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2134-vu	Advanced Course Optimization Data Science 4	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2135-vu	Advanced Course Optimization Data Science 5	0	Vorlesung und Übung	0
04-13-2136-vu	Advanced Course Optimization Data Science 6	0	Vorlesung und Übung	0

2 Lerninhalt

Die Inhalte des Moduls werden individuell zwischen Studierenden und Prüfenden vereinbart. In der Regel setzen sich die Inhalte aus den Lerninhalten von Modulen im Gesamtumfang von 8+4 SWS (2x(4+2) oder 1x(4+2)+2x(2+1) oder 4x(2+1)) mit Kommentar "empfohlen für: Mathematik: Master (Mathematics in Data Science opt)" zusammen. Typische Themen sind u.a. Theorie
Optimalitätsbedingungen, polyedrische Kombinatorik. Methoden: Exakte Verfahren für ganzzahlige
nichtlineare Programme, Verfahren für nichtlineare Probleme mit und
ohne Nebenbedingungen; Approximationsalgorithmen, Heuristiken, Relaxierungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nachdem Studierende das Modul besucht haben, beherrschen sie die theoretischen Grundlagen der diskreten und der nichtlinearen Optimierung. Die
Studierenden koennen zusätzlich Modellierungsprobleme lösen sowie relevente

	Algorithmen analysieren und anwenden.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science
9	**Literatur** Geiger, Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben Nemhauser,Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization Nocedial, Wright: Numerical Optimization Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Advanced Course Stochastics Data Science**					
Modul Nr. 04-13-0215/en	**Leistungspunkte** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-13-2151-vu	Advanced Course Stochastics Data Science 1	0	Vorlesung und Übung	0

<table>
<tr><td></td><td><table>
<tr><td>04-13-2152-vu</td><td>Advanced Course Stochastics Data Science 2</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>0</td></tr>
<tr><td>04-13-2153-vu</td><td>Advanced Course Stochastics Data Science 3</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>0</td></tr>
<tr><td>04-13-2154-vu</td><td>Advanced Course Stochastics Data Science 4</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>0</td></tr>
<tr><td>04-13-2155-vu</td><td>Advanced Course Stochastics Data Science 5</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>0</td></tr>
<tr><td>04-13-2156-vu</td><td>Advanced Course Stochastics Data Science 6</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Lerninhalt
Der Inhalt dieses Moduls setzt sich aus den Inhalten der
beiden Module "Mathematische Statistik" und
"Statistische Theorie für Deep Learning" zusammen.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden kennen und verstehen die Konzepte, Methoden
und Ergebnisse der oben genannten Module. Sie haben
ein tiefes Verständnis für Mathematische Statistik und
Deep Learning und sind in der Lage, sich neues Wissen in diesem
diesem Bereich selbständig anzueignen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Voraussetzung für die Teilnahme</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer 45 Min, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Verwendbarkeit des Moduls
M. Sc. Mathematics, Mathematics in Data Science</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Literatur
Lehmann, Romano: Testing Statistical Hypotheses.
Devroye, Lugosi: Combinatorial methods in density estimation
Goodfellow, Bengio, Courville: Deep Learning.
Györfi, Kohler, Krzyzak, Walk: A distribution - free theory of nonparametric regression</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Kommentar</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften					
Modul Nr. 04-14-0001/de	**Leistungspunkte** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-14-0001-vu	Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Anhand von fachübergreifend relevanten mathematischen Themen werden im Wechselspiel von Inhalt und Reflexion Bedeutung und Funktionsweise der Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften vermittelt.

Mathematische Inhalte:

Zahlen, insbesondere reelle Zahlen

- Stetigkeit
- Wichtige Funktionen
- Approximation und Potenzreihen
- Logarithmen, pH-Wert, Bit und Entropie
- Wahrscheinlichkeit
- Gesetz der großen Zahlen, Grenzwertstätze und Aussagekraft von Datensätzen
- Ableitung und Differenzial:
- Aufstellen und Lesen von Differenzialgleichungen.
- Vektorfelder
- Linearität und Superposition
- Viele Dimensionen

	Mathematische Reflexionen • Alles ist Zahl? Segen und Fluch des Quantifizierens. • Vom Umgang mit Formeln: Was steckt man hinein und was liest man heraus. • Mathematische Modelle der Wirklichkeit: Was sie leisten sollen und was sie leisten können. • Wie wahr ist Mathematik? • Historisches zur Entwicklung der Mathematik als Sprache der Naturwissenschaften. • Mathematik ist eine ganz besondere Sprache: Axiome, Definitionen, Beweise in der Mathematik und anderswo. • Abstraktheit der Mathematik als Voraussetzung ihrer universellen Anwendbarkeit. In der Übung werden zielgruppenabhängig für Studierende mit Studienfach Mathematik unter anderem auch fachmathematische Aspekte vertieft, an ihrer Stelle werden für Studierende ohne Studienfach Mathematik Grundlagen im Umgang mit der mathematischen Sprache eingegübt.
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind Studierende in der Lage: • für grundlegende mathematische Sachverhalte ein intuitives Verständnis aufzubauen, • mit Mathematik durchsetzte Texte verständig zu lesen und Formeln zu interpretieren, • die angesprochenen mathematischen Inhalte in den Naturwissenschaften erfolgreich • einzusetzen, • konkrete Fragestellungen aus den Naturwissenschaften zu mathematisieren und quantitative Beziehungen in Formeln zu fassen, • mathematische Modelle in anwendungsbezogenen Kontexten zu vergleichen, zu hinterfragen und kritisch zu bewerten, • Bezüge zwischen verschiedenen MINT-Fächern herzustellen, • im späteren Schulunterricht die Nachhaltigkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts durch fachübergreifende Vernetzung zu unterstützen,

	• die Bedeutung und Rolle der Mathematik für die Naturwissenschaften darzulegen, • das Verhältnis von abstrakter Mathematik und konkreter Anwendung an Beispielen zu erläutern, • auf wichtige ideengeschichtliche und wissenschaftstheoretische Konzepte zurückzugreifen, • Charakteristika der mathematischen Sprache zu benennen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** keine
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur. Die Form der Prüfung wird anhand der voraussichtlichen Teilnehmerzahl in den ersten beiden Veranstaltungswochen festgelegt.
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung (in der Regel erfolgt die Prüfung schriftlich durch eine Klausur, bei geringer Teilnehmerzahl gegebenenfalls mündlich) Bestehen der Studienleistung (Sonderform: in der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen)
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** LaG: Vernetzungsbereich (Pflicht)
9	**Literatur** Georg Glaeser: Der mathematische Werkzeugkasten. Anwendungen in Natur und Technik. Springer Spektrum. Tilo Arens et al.: Mathematik. Springer Spektrum.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Projekt Mathematische Unternehmensberatung					
Modul Nr. 04-14-0100	**Leistungspunkte** 2 CP	**Arbeitsaufwand** 60 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Jan Giesselmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-14-0100-pr	Projekt Mathematische Unternehmensberatung	0	Projekt	2

2 Lerninhalt

In einer Gruppe von etwa 5-10 Studierenden begleitet man ein ingenieurwissenschaftliches Projekt eines anderen Fachbereiches und berät die dort arbeitenden Studierendengruppen in mathematischen Fragen. Dazu versucht man mögliche mathematische Fragestellungen vorab zu erkennen und Lösungswege zu erarbeiten und den ingenieurwissenschaftlichen Gruppen gegebenenfalls bestimmte Vorgehensweisen zu empfehlen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden haben gelernt mathematische Fragestellungen in ingenieurwissenschaftlichen Problemen zu erkennen und vorab verschiedenen Lösungswege zu erarbeiten.
Sie können sich mit Studierenden anderer Fachrichtungen in deren Fachsprache austauschen und mathematische Vorgehensweisen plausibel begründen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Vorausgesetzt werden solide Kenntnisse in Lineare Algebra, Analysis, Numerik, Stochastik und ADM, wie sie im Bachelorstudiengang Mathematik erworben werden.
Hilfreich sind weiterführende Kenntnisse angewandter Mathematik

S

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Studienleistung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** MSc.Math.: im Studium Generale.
9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik					
Modul Nr. 04-30-0087	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 **Kurse des Moduls**

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0107-ps	Fachdidaktisches Proseminar	0	Proseminar	0
04-00-0179-vu	Lehren und Lernen von Mathematik	0	Vorlesung und Übung	4

2	**Lerninhalt** Modelle zur Behandlung typischer Unterrichtssituationen, Umgang mit Heterogenität, Aufgabentheorie, Ziele und Inhalte des Mathematikunterrichts mit Begründungen, Wege zum langfristigen Kompetenzaufbau
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können unterschiedliche theoretische Konzepte und Gestaltungsmodelle für typische mathematische Lehr- und Lernsituationen in heterogenen Lerngruppen beschreiben und umsetzen, Aufgaben auswählen und gestalten mit einem definierten Kompetenzprofil und sie können die Ziele und Inhalte mathematischer Lernumgebungen begründen
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften und Analysis und Lineare

	Algebra oder vergleichbare Vorkenntnisse (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistungen: In der Vorlesung: Sonderform (In der Regel erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen zur Vorlesung und aktive Mitarbeit in den Übungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Im Proseminar aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen, Führen eines E-Portfolios, ein Kurzvortrag und eine darauf bezogene schriftliche Ausarbeitung).
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an den Lehrveranstaltungen [04-00-0107-ps / Fachdidaktisches Proseminar; 04-00-0179-vu / Übung zu Lehren und Lernen von Mathematik]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z.B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B. Weigand, H.-G. (Hrsg.) (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer Berlin Heidelberg. Bruder, R., Büchter, A. Leuders, T. (2008). Mathematikunterricht entwickeln. Bausteine für kompetenzorientiertes Unterrichten. Cornelsen Scriptor.

10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Mathematisches Seminar (alg), Master, für FB Informatik**					
Modul Nr. 04-30-0139/de	**Leistungspunkte** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0203-se	Mathematisches Seminar (alg), Master	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Spezielle Themen aus dem Bereich Algebra, Geometrie, Funktionalanalysis

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren.
Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Vertiefungsmodule nach Angabe

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0203-se] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0203-se] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Seminar (geo), Master, für FB Informatik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-30-0141/de	6 CP	180 h	150 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0205-se	Mathematisches Seminar (geo), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Spezielle Themen aus dem Bereich Geometrie und Approximation
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages, führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0205-se] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0205-se] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Mathematisches Seminar (log), Master, für FB Informatik

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-30-0142/de	6 CP	180 h	150 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0206-se	Mathematisches Seminar (log), Master	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Spezielle Themen aus dem Bereich Logik
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden können sich eigenständig anspruchsvolle mathematische Sachverhalte aneignen und in einem ansprechenden Fachvortrag erläutern und präsentieren, sowie gegebenfalls schriftlich dokumentieren. Sie können eine faire Diskussion über Inhalte und Darstellung des Vortrages,

	führen.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Vertiefungsmodule nach Angabe
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0206-se] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Standard)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten**
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-00-0206-se] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich (Studienleistung)
9	**Literatur** Wird je nach Thema angegeben. Zusätzlich: Manfred Lehn: Wie halte ich einen Seminarvortrag? http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/downloads/ManfredLehn_WieHalteIchEinenSeminarvortrag.pdf
10	**Kommentar** Verantwortlich: Studiendekan

Modulbeschreibung

Modulname

Einführung in die Algebra und Algebra in der Schule

Modul Nr.	Leistungspunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-30-0520/de	8 CP	240 h	135 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0006-vu	Einführung in die Algebra	0	Vorlesung und Übung	3

	04-00-0039-pj	Fachdidaktisches Projekt: Algebra in der Schule	0	Projekt	4
2	**Lerninhalt** Elementare Gruppentheorie, Gruppenwirkungen, Ringe, Teilbarkeit, Polynomringe, Moduln. Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen und Termen in den beiden Sekundarstufen, Rechnen können, Technologieeinsatz, Teilbarkeitsuntersuchungen; typische Schülerfehler, Aufbau von Grundvorstellungen, Möglichkeiten der Nutzung von Strategien, Prinzipien und Modellen für die Entwicklung eines Spiralcurriculums bis zur Sekundarstufe II.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden verstehen die grundlegenden Begriffe und Methoden der Theorie der Gruppen, Ringe und Moduln. Sie können diese auf typische Fragestellungen anwenden. Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in schulrelevanten Aspekten der Algebra und Zahlentheorie. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Algebra in der Schule zu veranschaulichen, sprachsensibel und binnendifferenzierend zu gestalten. ...praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben und Begabtenförderung und entwickeln ihre diagnostische Kompetenz				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Lineare Algebra, Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (In der Vorlesung in der Regel eine erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung. Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0039-se Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule].				

	Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z.B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** S. Lang: Algebra, Addison-Wesley; N. Jacobson: Basic Algebra 1, Freeman S. Bosch: Algebra, Springer Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Malle, G. (1993). Didaktische Probleme der elementaren Algebra. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden. Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Funktionentheorie und Analysis in der Schule**					
Modul Nr. 04-30-0521/de	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 165 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0159-se	Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule	0	Seminar	2

	04-00-0225-vu	Complex Analysis	0	Vorlesung und Übung	3

2	**Lerninhalt** Cauchy-Riemann Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel, Potenzreihen, Satz von Liouville und Hauptsatz der Algebra, Umlaufzahl Laurentreihen und isolierte Singularitäten, Residuensatz Funktionspropädeutik, Funktionsuntersuchungen, Lokale Änderungsrate und Grenzwertbegriff, Riemannscher Integralbegriff, Anwendungen der Infinitisemalrechnung in der Schule, Fehlvorstellungen von Schülern; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung, Technologieeinsatz
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Nach dem Besuch des Moduls - sind sie mit den Cauchy-Riemannschen DGL vertraut - können sie Kurvenintegrale analysieren und berechnen - sind sie mit dem Cauchyschen Integralsatz und der Cauchyschen Integralformel vertraut und können deren Implikationen aufzeigen - sind sie mit der Bedeutung der Potenzreihen in der Funktionen-theorie vertraut - können sie den Satz von Liouville und den Hauptsatz der Algebra erklären - können sie Laurentreihen analysieren - können sie isolierte Singularitäten anhand konkreter Beispiele erklären -sind mit dem Residuensatz und dessen Implikationen vertraut Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in besonders schulrelevanten Aspekten der Analysis und können verschiedene Zugänge und Schwerpunktsetzungen gegeneinander abwägen. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Analysis in der Schule zu veranschaulichen - auch mit Technologieeinsatz. ...praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben, Diagnose und Förderung.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Analysis, Lineare Algebra, Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 45 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (In der Vorlesung in der Regel eine erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen

	oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0159-se Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z.B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Freitag: Funktionentheorie I, Springer. Remmert: Funktionentheorie I Conway: Functions of one complex variable, Springer Tietze, U.-P., Klika,M., Wolpers, H.-H.: Mathematikunterricht in der SII, Bd. 1, Fachdidaktische Grundfragen, Didaktik der Analysis. Vieweg 2000, Büchter, A., Henn, H.-W.: Elementare Analysis: Von der Anschauung zur Theorie. Spektrum 2010. Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Kratz, Henrik (2011). Wege zu einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht – Ein Studien- und Praxisbuch für die Sekundarstufe. Kallmeyer – Klett, Seelze Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Gewöhnliche Differentialgleichungen und Medien in der Schule**					
Modul Nr.	**Leistungspun**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**

04-30-0522/de	**kte** 8 CP	240 h	165 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache Deutsch	**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0054-vu	Gewöhnliche Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3
04-00-0249-se	Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule	0	Seminar	2

2 Lerninhalt

Trennung der Variablen, Sätze von Picard-Lindelöf und Peano, lokale und globale Theorie, lineare Systeme erster und höherer Ordnung, Variation-der-Konstanten-Formel, Prinzip linearisierter Stabilität, Lyapunov-Stabilität.
Technische Möglichkeiten, didaktische Konzepte und Anwendungsbeispiele zu Tabellenkalkulationsprogrammen, dynamischer Geometriesoftware, Computer-Algebra-Systemen, Programmierung und didaktischer Hardware

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach dem Besuch des Moduls
- können sie die Methode der Trennung der Variablen
- sind sie mit den Sätzen von Picard-Lindelöf und Peano vertraut
- sind sie mit der lokalen und globalen Existenztheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen vertraut
- können sie lineare Systeme erster und höherer Ordnung analysieren
- können sie die Variation der konstanten Formel entwickeln
- können sie das Prinzip linearisierter Stabilität formulieren und anwenden
- sollten sie den Begriff der Lyapunov Stabilität erklären und auf konkrete Beispiele anwenden können.

Die Studierenden...
...erlangen Grundkenntnisse in den gängigsten Mathematikprogramm-kategorien, im Umgang mit Taschenrechnern, Tablets und interaktiven Whiteboards und im Programmieren.
...können Medienanwendungen mit unterschiedlichen didaktischen Konzepten begründen und entwickeln.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Analysis und Lineare Algebra und Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Mediendidaktik (Vernetzungsbereich).
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 45 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (In der Vorlesung in der Regel eine erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung. Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung (04-00-0249-se / Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule). Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z.B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter W.Walther: gew. DGL, Springer Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (2005): Computer, Internet Co. im Mathematik-Unterricht. Cornelsen Verlag Scriptor. Artikel aus „mathematik lehren“ und gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Elementare Zahlentheorie und Algebra in der Schule					
Modul Nr. 04-30-0523/de	**Leistungspunkte** 8 CP	**Arbeitsaufwand** 240 h	**Selbststudium** 135 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0039-pj	Fachdidaktisches Projekt: Algebra in der Schule	0	Projekt	4
04-10-0389-vu	Elementare Zahlentheorie (für das Lehramt)	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Primzahlen, Primfaktorzerlegung, Kongruenzen, Fermats kleiner Satz, RSA-Kryptosystem, Legendre-Symbol, quadratische Reziprozität.
Ausblick in Gaußsche ganze Zahlen, den Dirichletschen Primzahlsatz oder das Fermatsche Problem.
Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen und Termen in den beiden Sekundarstufen, Rechnen können, Technologieeinsatz, Teilbarkeitsuntersuchungen; typische Schülerfehler, Aufbau von Grundvorstellungen, Möglichkeiten der Nutzung von Strategien, Prinzipien und Modellen für die Entwicklung eines Spiralcurriculums bis zur Oberstufe.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Einführung in die elementare Zahlentheorie und Behandlung einiger klassischer Probleme
Die Studierenden...
...erlangen fachliche Sicherheit in schulrelevanten Aspekten der Algebra und Zahlentheorie.
...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Algebra in der Schule zu veranschaulichen, sprachsensibel und binnendifferenzierend zu gestalten.
...können anhand der in den Übungen praktizierten zahlreichen Beispiele Kriterien für intelligentes Üben und Begabtenförderung erläutern und entwickeln ihre diagnostische Kompetenz

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Lineare Algebra und Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 45 Min, Standard) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (In der Vorlesung in der Regel eine erfolgreiche Bearbeitung eines Teils der Hausübungen. Die Anzahl sowie das Bewertungsschema der Hausübungen als Studienleistung wird während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben. Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung. Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung (04-00-0039-se / Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule). Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z.B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Hausübungen, Arbeitsblätter, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** A. Beck, M.N. Bleicher, D.W. Crowe: Excursions into Mathematics. Worth Publishers, Inc.1969. B.M.Steward: Theory of Numbers 2nd ed. The Macmillian Company. New York 1964 Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Malle, G. (1993). Didaktische Probleme der elementaren Algebra. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden. Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule					
Modul Nr. 04-30-0530/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0039-se	Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** Zahlbereichserweiterungen und Behandlung von Gleichungen und Termen in den beiden Sekundarstufen, Rechnenkönnen, Technologieeinsatz, Teilbarkeitsuntersuchungen; typische Schülerfehler, Aufbau von Grundvorstellungen, Möglichkeiten der Nutzung von Strategien, Prinzipien und Modellen für die Entwicklung eines Spiralcurriculums bis zur Sekundarstufe II.				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in schulrelevanten Aspekten der Algebra und Zahlentheorie. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Algebra in der Schule zu veranschaulichen, sprachsensibel und binnendifferenzierend zu gestalten. ......können anhand der in den Übungen praktizierten zahlreichen Beispiele Kriterien für intelligentes Üben erläutern und entwickeln ihre diagnostische Kompetenz				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 15 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen				

	oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [04-00-0039-se Fachdidaktisches Seminar: Algebra in der Schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z. B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**
9	**Literatur** Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Malle, G. (1993). Didaktische Probleme der elementaren Algebra. Vieweg, Weigand, H.G, Schüler-Meyer, A. und Pinkernell, G. (2022): Didaktik der Algebra. Springer Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname

Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-30-0531/de</td><td>Leistungspunkte
3 CP</td><td>Arbeitsaufwand
90 h</td><td>Selbststudium
60 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Kurse des Moduls</td></tr>
</table>

	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	04-00-0159-se	Fachdidaktisches Seminar: Analysis in der Schule	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Funktionspropädeutik, Funktionsuntersuchungen, Lokale Änderungsrate und Grenzwertbegriff, Riemannscher Integralbegriff, Anwendungen der Infinitisemalrechnung in der Schule, Fehlvorstellungen von Schüler*innen; Oberstufencurriculum, Unterrichtsgestaltung, Technologieeinsatz
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden... ...erlangen fachliche Sicherheit in besonders schulrelevanten Aspekten der Analysis und können verschiedene Zugänge und Schwerpunktsetzungen gegeneinander abwägen. ...beherrschen Darstellungen und Konzepte, um Themengebiete der Analysis in der Schule zu veranschaulichen - auch mit Technologieeinsatz. ...praktizieren in den Übungen zahlreiche Beispiele für intelligentes Üben, Diagnose und Förderung.
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 15 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzungzur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0160-se fachdidaktisches seminar: stochastik in der schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z. B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung**

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H. S., Ulm, V., Weigand, H. G.: Didaktik der Analysis. Wiesbaden: Springer-Verlag (2016). Tietze, U.-P., Klika,M., Wolpers, H.-H.: Mathematikunterricht in der SII, Bd. 1, Fachdidaktische Grundfragen, Didaktik der Analysis. Vieweg 2000, Büchter, A., Henn, H.-W.: Elementare Analysis: Von der Anschauung zur Theorie. Spektrum 2010. Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule**					
Modul Nr. 04-30-0532/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 9. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0160-se	Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule	0	Seminar	2
2	**Lerninhalt** Didaktische Analysen der Grundbegriffe der Stochastik; Repräsentationen von Daten; statistical literacy; Datenanalyse und Simulationen mit digitalen Werkzeugen, Wahrscheinlichkeitsmodelle und Standardverteilungen, Zufallsgrößen und ihre Momente, Satz von Bayes und Anwendungen, Schätzen (inkl.-Konfidenzintervalle) und Testen				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden…				

	… haben tiefgründige Kenntnisse zu Entwicklung und Aspekten zentraler Begriffe der der Stochastik und beschreiben typische Verständnisschwierigkeiten beim Umgang mit ihnen … beschreiben zu den zentralen Themenfeldern der Stochastik paradigmatische Beispiele, Grundvorstellungen und begriffliche Vernetzungen, u.a. durch fundamentale Ideen, typische Präkonzepte und Verstehenshürden, … kennen wesentliche Elemente von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in den genannten Themenfeldern und nutzen diese zur zielgerichteten Konstruktion von Lerngelegenheiten in heterogenen Gruppen …bewerten Bildungsstandards, Lehrpläne und Unterrichtsmedien (z.B. Schulbücher, Software) und nutzen sie reflektiert für die Unterrichtsgestaltung
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Einführung in die Stochastik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 15 Min, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0160-se Fachdidaktisches Seminar: Stochastik in der Schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z. B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls**

	Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** R. Biehler, J. Engel: Stochastik: Leitidee Daten und Zufall. In R. Bruder, L. HefendehlHebeker, B. Schmidt-Thieme, G.-G. Weigand (Hrsg.): Handbuch der Mathematikdidaktik, Springer Sprektrum 2015, S. 221 -251. U.-P. Tietze, M. Klika, H. Wolpers: Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II. Band 3: Didaktik der Stochastik. Vieweg 2002. K. Krüger, H.D. Sill und C. Sikora: Didaktik der Stochastik in der Sek I. Springer 2015
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule**					
Modul Nr. 04-30-0533/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0533-se	Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Leitideen Raum und Form, Messen, Geometrie als Tätigkeitsfeld für zeichnerisches Experimentieren und Gestalten, für analysierendes und begründendes Vorgehen in der Mathematik, für innermathematisches und anwendungsbezogenes Problemlösen und Aspekte geometrischen Denkens: Raumvorstellung und räumliches Strukturieren, Begriffsbildung, Verwendung von Darstellungen; Sprachliche Hürden in Mathematik, Vergleich von Aufgaben und Unterrichtsbausteinen in Bezug auf sprachliche Anforderungen
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden sind in der Lage… … geometrische Figuren plastisch sowie durch Zeichnungen und Konstruktionen darzustellen … geometrische Problemstellungen zu bearbeiten und verwendete Strategien zu reflektieren … Produkte von Lernenden in Bezug auf Schwierigkeiten und Kompetenzen zu analysieren und fachliche Unterstützungsangebote zu erarbeiten

	… Aufgaben- und Fachtexte in Bezug auf sprachliche Anforderungen zu analysieren … binnendifferenzierende Unterrichtsbausteine zu geometrischen Themen der SI und SII zu gestalten und zu präsentieren
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 15 Min, Standard) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in denSeminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-10-0533-se Fachdidaktisches Seminar: Geometrie in der Schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z. B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Hattermann/Kadunz/Rezat/Sträßer: Leitidee Raum und Form. In Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Praxis der Mathematik in der Schule (Heft 45): Ausgesprochen Mathe – Sprachen fördern ml 196: Problemlösen lernen in der Geometrie, Seelze Friedrich (2016) Leisen, Josef (2010): Handbuch Sprachförderung im Fach. Varus Verlag

	Wessel, L.(2015). Fach- und sprachintegrierte Förderung durch Darstellungsvernetzung und Scaffolding. Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts Band 19 (Hrsg. Hußmann; Nührenbörger; Prediger; Selter). SpringerSpektrum
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule					
Modul Nr. 04-30-0534/de	**Leistungspunkte** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-00-0249-se	Fachdidaktisches Seminar: Medien in der Schule	0	Seminar	2

2	**Lerninhalt** Technische Möglichkeiten, didaktische Konzepte und Anwendungsbeispiele zu Tabellenkalkulationsprogrammen, dynamischer Geometriesoftware, Computer-AlgebraSystemen, Programmierung und didaktischer Hardware
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse** Die Studierenden... ...erlangen Grundkenntnisse in den gängigsten Mathematikprogrammkategorien, im Umgang mit Taschenrechnern, Tablets, interaktiven Whiteboards und im Programmieren. ...können Medienanwendungen mit unterschiedlichen didaktischen Konzepten begründen und entwickeln
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Mediendidaktik (aus dem Vernetzungsbereich) (Teilnahme ohne Nachweis möglich)
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Dauer 15 Min, Standard)

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Fachprüfung: Sonderform (Mündliche Prüfung mit Portfolioanteilen) Studienleistung: Sonderform (Im Seminar in der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen und erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen wie z.B. Hausübungen oder ein Semesterprodukt. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung. Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0249-se fachdidaktisches seminar: medien in der schule]. Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z. B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzelnen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Sonderform, Gewichtung: 100%, Standard) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur** Relevante Beiträge aus Bruder et al (2015). Handbuch der Mathematikdidaktik. Springer. Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (2005): Computer, Internet Co. im MathematikUnterricht. Cornelsen Verlag Scriptor. Artikel aus „mathematik lehren“ und gängige Schulbücher
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen**					
Modul Nr. 04-30-	**Leistungspunkte**	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2.

0613	3 CP				Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	Prof. Dr. phil. nat. Katja Krüger

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0043-pj	Fachdidaktisches Projekt: Problemlösen lernen	0	Projekt	4

2 Lerninhalt

- Begriff und verschiedene Vorstellungen in unterschiedlichen Disziplinen zum Problemlösen lernen
- Überblick über einschlägige Forschungsergebnisse mit Unterrichtsbezug
- Lösen von Problemaufgaben und Reflexion von Heuristiken
- Anforderungen an unterrichtsgeeignete Problemlöseaufgaben und eigene Konstruktion sowie Reflexion entsprechender Aufgaben

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

- Entwicklung von Handlungskompetenz zur Planung von Mathematikunterricht, in dem mathematische Problemlösungskompetenz erworben werden kann
- Erarbeitung und eigene Erprobung eines Konzeptes zum Problemlösen lernen, z.B. eines Knobelwettbewerbs, einer Heurismenschulung o.ä.
- Gewinnen und Reflektieren eigener Problemlöseerfahrung und von Handlungswissen über Heurismen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Grundlagen des Lehrens und Lernens von Mathematik, Praxissemester
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:[list] Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Standard)[/list]
Fachprüfung: Hausarbeit
Studienleistung: Sonderform (In der Regel aktive Mitarbeit in den Seminarsitzungen, erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufträgen sowie eine unterrichtspraktische Erprobung mit Schüler*innen und kontinuierliche Reflexionen in einem E-Portfolio. Die Kriterien diesbezüglich werden während des ersten Veranstaltungstermins durch die Prüferin/den Prüfer bekannt gegeben.)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
Erfolgreiche Teilnahme zu 75%* an der Lehrveranstaltung [/04-00-0043-pj fachdidaktisches projekt: problemlösen lernen].
Die Anwesenheitspflicht ist für folgenden Kompetenzerwerb erforderlich: Fortwährende Diskussionen und Reflexionen z. B. von Erfahrungen mit Unterrichtsmethoden und -materialien sowie didaktischen Konzepten. Die Ziele der Lehrveranstaltung können vor allem durch die Interaktion mit den anderen Studierenden und den Lehrenden erreicht werden. Die eigene Anwesenheit sowie die Anwesenheit einer Mindestzahl von sich aktiv beteiligenden Teilnehmenden sind Voraussetzung für einen Kompetenzerwerb der Einzel-

	nen.
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Portfolio, Gewichtung: 0%, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, Hausarbeit, Gewichtung: 100%, Standard)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Mathematik: Lehramt
9	**Literatur**
10	**Kommentar**