TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FACHBEREICH MATHEMATIK

Modulhandbuch Mathematik

Für die Studiengänge Bachelor Mathematik, Master Mathematik, Master Mathematics nach den Prüfungsordnungen 2018

Stand Dezember 2019

Für Module aus älteren Studienordnungen siehe Gesamtmodulkatalog

Inhalt

1. Bachelor: Pflichtbereich

Modulbeschreibung

Modulname **Analysis I**					
Modul Nr. 04-10-0001/de	**Creditpoints** 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 (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
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** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Analysis I (englisch)</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0001/en</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
165 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. phil. nat. Ulrich Kohlenbach</td></tr>
</table>

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 (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
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** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

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

Analysis II</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0002/de</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 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. rer. nat. Matthias Hieber</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls
<table>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-00-0002-tt</td><td>Analysis II</td><td>0</td><td>Tutorium</td><td>1</td></tr>
<tr><td>04-00-0002-vu</td><td>Analysis II</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
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</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis 1</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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.</td></tr>
</table>

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** K. Königsberger: Analysis 1,2 , Springer O. Forster: Analysis I & II. Vieweg H. Heuser: Lehrbuch der Analysis 1, 2, Teubner. W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Analysis II (englisch)					
Modul Nr. 04-10-0002/en	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 165 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
04-00-0011-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 auf dem R^n, Differentialrechnung 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 R^n, Integralsätze von Gauß und Stokes

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** K. Königsberger: Analysis 1,2 , Springer O. Forster: Analysis I & II. Vieweg H. Heuser: Lehrbuch der Analysis 1, 2, Teubner. W. Rudin: Principles of Mathematical Analysis, McGraw-Hill
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 1. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Lineare Algebra I					
Modul Nr. 04-10-0004/de	**Creditpoints** 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 (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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	**Creditpoints** 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 (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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. 04-10-0005/de	**Creditpoints** 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

empfohlen: Linear Algebra 1

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

	Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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. 04-10-0005/en	**Creditpoints** 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

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Gewöhnliche Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0011/de	**Creditpoints** 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 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 (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik, B.Sc Physik
9	**Literatur** H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen, de Gruyter W.Walther: gew. DGL, Springer
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname

Einführung in die numerische Mathematik

Modul Nr.	Creditpoints	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

Kondition, lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, Ausgleichsrechnung, Interpolation, Integration und Differentiation, Differentialgleichungen, Differenzenverfahren, 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
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						
Integrationstheorie						
Modul Nr. 04-10-0015/de	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester	
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig			

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Einführung in die Algebra					
Modul Nr. 04-10-0018/de	**Creditpoints** 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 Studenten 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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

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

Einführung in die Stochastik</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0019/de</td><td colspan="2">Creditpoints
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</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**
	04-00-0004-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.

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.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Algorithmic Discrete Mathematics</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0020/en</td><td>Creditpoints
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
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch</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>04-00-0005-vu</td><td>Algorithmic Discrete Mathematics</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">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</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">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.</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, fakultativ, 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>
</table>

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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, B&T, 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					
Complex Analysis					
Modul Nr. 04-10-0226/en	**Creditpoints** 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
04-00-0225-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 (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

2. Bachelor: Seminar/Projekt

Modulbeschreibung

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

Projekt in Mathematik (Bachelor)</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0053/de</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
150 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</td></tr>
</table>

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 Creditpoints** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Project in Mathematics (Bachelor)</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0053/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
150 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</td></tr>
</table>

<table>
<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 Creditpoints
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik</td></tr>
</table>

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

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Mathematisches Seminar (alg), Bachelor</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0139/de</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
120 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. rer. nat. Martin Kiehl</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>04-10-0350-se</td><td colspan="2">Mathematisches Seminar (alg), Bachelor</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
themenabhängig</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: themenabhängig</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Bausteinbegleitende Prüfung:
[04-10-0350-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Bausteinbegleitende Prüfung:
[04-10-0350-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik</td></tr>
</table>

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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Seminar in Mathematics (alg), Bachelor</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0139/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
120 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. Martin Kiehl</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>04-10-0351-se</td><td>Seminar in Mathematics (alg), 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:
• [04-10-0351-se] (Studienleistung, Sonderform, 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 Creditpoints
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Bausteinbegleitende Prüfung:
• [04-10-0351-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik</td></tr>
</table>

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0352-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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.	**Creditpoints**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0140/en	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

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

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
04-10-0353-se	Seminar in Mathematics (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:

- [04-10-0353-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0353-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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					
Mathematisches Seminar (geo), Bachelor					
Modul Nr. 04-10-0141/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0354-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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. 04-10-0141/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0355-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0356-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0357-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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. 04-10-0143/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0358-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Seminar in Mathematics (num), Bachelor</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0143/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
120 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</td></tr>
</table>

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints** Bestehen der Studienleistung				
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [04-10-0359-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)				
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. 04-10-0144/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0360-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Seminar in Mathematics (opt), Bachelor</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0144/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
120 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Jedes 2. Semester</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</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>04-10-0361-se</td><td colspan="2">Seminar in Mathematics (opt), Bachelor</td><td>0</td><td>Seminar</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
themenabhängig</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: themenabhängig</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Bausteinbegleitende Prüfung:
[04-10-0361-se] (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Bausteinbegleitende Prüfung:
[04-10-0361-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc. Mathematik</td></tr>
</table>

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0362-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-10-0363-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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)

3. Bachelor: Wahlpflichtbereich

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to Mathematical Logic					
Modul Nr. 04-10-0028/en	**Creditpoints** 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
04-00-0148-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 (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Algebra</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0029/de</td><td>Creditpoints
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="3">Sprache
Deutsch</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
04-00-0080-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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 **Funktionalanalysis**					
Modul Nr. 04-10-0036/de	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Einführung in die Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0040/de	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (opt), Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Introduction to Optimization					
Modul Nr. 04-10-0040/en	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0023-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 Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

	• Modulprüfung (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 0%)
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					
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen - Anfangswertprobleme					
Modul Nr. 04-10-0042/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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
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. 04-10-0043/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. 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 (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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)
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. 04-10-0043/en	**Creditpoints** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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. 04-10-0043/en	**Creditpoints** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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					
Wahrscheinlichkeitstheorie					
Modul Nr. 04-10-0045/de	**Creditpoints** 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 (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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	**Creditpoints** 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 (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Einführung in die Finanzmathematik</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0047/de</td><td>Creditpoints
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
Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler</td></tr>
</table>

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

Bestandteile der Prämie, Ausgleich im Kollektiv, Berechnung des Schwankungszuschlags im kollektiven Modell, Schätzung des mittleren Schadens, Schadenreservierung bei lang andauernder Schadenabwicklung, Risikoteilung.

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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)
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="6">Modulname

Nichtglatte Optimierung</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0202</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner</td></tr>
</table>

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, 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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

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

Seitenkanalangriffe gegen IT-Systeme</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0218/de</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Apl. Prof. Dr. rer. nat. Werner Schindler</td></tr>
</table>

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, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Complex Analysis II</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0227/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</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
04-00-0226-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 (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 Creditpoints

	Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)
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 **Fourieranalysis**					
Modul Nr. 04-10-0263/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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 (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Operatoralgebraische Wahrscheinlichkeitstheorie					
Modul Nr. 04-10-0581	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-10-0581-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, fakultativ, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

Modulname					
Algebraische Kurven					
Modul Nr. 04-10-0388/de	**Creditpoints** 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
04-10-0388-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

Grundkenntnisse über Polynomringe, wie sie in der Vorlesung Algebra bereitgestellt werden, sind hilfreich, können ggf. aber auch nachgearbeitet werden.

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

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

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc.-Math: Vertiefungsbereich
M.Sc.-Math: Ergänzungsbereich

9 Literatur

W. Fulton, Algebraic curves, http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/CurveBook.pdf
R. Hartshorne, Algebraic geometry, Springer
E. Kunz, Introduction to plane algebraic curves, Birkhäuser

10 Kommentar

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0393/de</td><td>Creditpoints
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</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. techn. Herbert Egger</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>04-00-0138-vu</td><td colspan="2">Numerik Gewöhnlicher Differentialgleichungen</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Anfangswertprobleme: Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, Konvergenzanalyse, Stabilitätsbegriffe
Randwertprobleme: Schießverfahren, Finite-Differenzen-Verfahren; Stabilität und Konvergenz;
Partielle Differentialgleichungen: Finite Differenzenverfahren, Konvergenzanalyse;</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Einführung in die Numerik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ing.</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints</td></tr>
</table>

	Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Differentialgeometrie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0507/de</td><td>Creditpoints
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</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann</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>04-10-0507-vu</td><td colspan="2">Differentialgeometrie</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">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. Themen der diskreten Differentialgeometrie: z.B. Krümmungsbegriffe für polygonale Kurven und polyedrische Flächen; Bézierkurven und -flächen.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Studierende
- beherrschen das differentialgeometrische Kalkül
- können zwischen intrinsischen und extrinsischen Begriffen unterscheiden
- besitzen geometrische Intuition für Krümmung
- können geometrische Begriffe auf den diskreten Fall übertragen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints</td></tr>
</table>

	Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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

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

Differential Geometry</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0507/en</td><td colspan="2">Creditpoints
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
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann</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>04-10-0507-vu</td><td colspan="2">Differentialgeometrie</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">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. Themen der diskreten Differentialgeometrie: z.B. Krümmungsbegriffe für polygonale Kurven und polyedrische Flächen; Bézierkurven und -flächen.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Studierende
- beherrschen das differentialgeometrische Kalkül
- können zwischen intrinsischen und extrinsischen Begriffen unterscheiden
- besitzen geometrische Intuition für Krümmung
- können geometrische Begriffe auf den diskreten Fall übertragen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis, gew. Differentialgleichungen, Lineare Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints</td></tr>
</table>

	Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Distributionen					
Modul Nr. 04-10-0556/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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. 04-10-0556/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Introduction to Representation Theory					
Modul Nr. 04-10-0562/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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. 04-10-0559/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Einführung in die Theorie der Lie-Algebren					
Modul Nr. 04-10-0551/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** 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 Studenten 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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 Lie Algebras					
Modul Nr. 04-10-0561/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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 Studenten 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Modulformen					
Modul Nr. 04-10-0563/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)				
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

Modular Forms

Modul Nr.	**Creditpoints**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-10-0563/en	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Englisch	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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Real and complex manifolds					
Modul Nr. 04-10-0565/en	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Komplexitätstheorie					
Modul Nr. 04-10-0579	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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

Lineare Algebra, „mathematische Reife“ (Teilnahme ohne Nachweis möglich)

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard)

Fachprüfung: Prüfung kann abhängig von Teilnehmerzahl und didaktischen Überlegungen mündlich oder schriftlich (Klausur) erfolgen

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Topologie					
Modul Nr. 04-11-0031/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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. 04-11-0031/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**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 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 0%)

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	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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

Kombinatorik, erzeugende Funktionen, Lösungen von Rekursionen, partiell geordnete Mengen, Verbände, Triangulierungen konvexer Polygone, planare Graphen, Polya-Theorie, Designs

3 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.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Algorithmic Discrete Mathematics

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics, LaG Mathematik
9	**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. 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					
Kombinatorische Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0588	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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 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) 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 Creditpoints**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%)				

8	**Verwendbarkeit des Moduls** M.Sc.Mathematatilk und Mathematics : Ergänzungsbereich oder Vertiefungsbereich B.Sc.Math: Wahlpflichtbereich
9	**Literatur** Korte, Vygen. Kombinatorische Optimierung. Springer, 2012.
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Formale Grundlagen der Informatik					
Modul Nr. 04-11-0233/de	**Creditpoints** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

	Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Topologische Gruppen					
Modul Nr. 04-11-0302/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Andreas Mars		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0302-vu	Topologische Gruppen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Homogene Räume, (normale) Untergruppen und Faktorgruppen, Umgebungsfilter der 1, Trennungsaxiome, Zusammenhangskomponente der 1, Sätze der offenen Abbildungen, lokalkompakte Gruppen, Haar-Maß lokalkompakter Gruppen, ggf. Pontryagin-Dualität kompakter bzw. diskreter 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 Theorie der topologischen Gruppen. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis, Einführung in die Algebra, Topologie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Philip J. Higgins: An introduction to topological groups, Cambridge University Press, 1974; Dikran N. Dikranjan, Ivan R. Prodanov, Luchezae N. Stoyanov: Topological groups, Dekker 1989; MacCarty, George: Topology, an indrotuction with application to topological groups, New York: McGraw-Hill, 1976; N. Boubaki, Groupes topologiques, Hermann, 1960
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname					
Topological Groups					
Modul Nr. 04-11-0302/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr. rer. nat. Andreas Mars		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0302-vu	Topologische Gruppen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Homogene Räume, (normale) Untergruppen und Faktorgruppen, Umgebungsfilter der 1, Trennungsaxiome, Zusammenhangskomponente der 1, Sätze der offenen Abbildungen, lokalkompakte Gruppen, Haar-Maß lokalkompakter Gruppen, ggf. Pontryagin-Dualität kompakter bzw. diskreter 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 Theorie der topologischen Gruppen. Sie sind in der Lage, die vermittelten Konzepte in verschiedenen Bereichen der Mathematik wiederzuerkennen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis, Einführung in die Algebra, Topologie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, M.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Philip J. Higgins: An introduction to topological groups, Cambridge University Press, 1974; Dikran N. Dikranjan, Ivan R. Prodanov, Luchezae N. Stoyanov: Topological groups, Dekker 1989; MacCarty, George: Topology, an introduction with application to topological groups, New York: McGraw-Hill, 1976; N. Boubaki, Groupes topologiques, Hermann, 1960
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr (alg)

Modulbeschreibung

Modulname					
Spieltheorie					
Modul Nr. 04-11-0312/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Sobolev Spaces					
Modul Nr. 04-11-0514/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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)

4. Bachelor: Überfachlicher Bereich

Modulbeschreibung

Modulname					
Logik und Grundlagen					
Modul Nr. 04-10-0024/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. 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 Creditpoints** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)
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	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 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
04-00-0047-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. Jeder Teilnehmer präsentiert in einem wenigstens einstündigen Vortrag das Thema dem gesamten Seminar. Der Vortrag wird im Seminar hinsichtlich der verwendeten Präsentationstechniken reflektiert. Jeder Teilnehmer arbeitet seinen Vortrag 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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

	B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname

Proseminar

Modul Nr.	Creditpoints	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0025/en	3 CP	90 h	60 h	1 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
04-00-0147-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. Jeder Teilnehmer präsentiert in einem wenigstens einstündigen Vortrag das Thema dem gesamten Seminar. Der Vortrag wird im Seminar hinsichtlich der verwendeten Präsentationstechniken reflektiert. Jeder Teilnehmer arbeitet seinen Vortrag 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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

	B.Sc. Mathematik
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

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

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	04-00-0140-vu	Einführung in die Mathematische Modellierung	0	Vorlesung und Übung	4
2	**Lerninhalt** Grundlagen, statische lineare, nicht-lineare und diskrete Systeme, dynamische Systeme in ein und mehreren Dimensionen, Systeme mit Gegner, Zufall.				
3	**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.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** empfohlen: Analysis und Lineare Algebra				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints**				

	Bestehen der Fachprüfung; Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%) • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, LaG Mathematik
9	**Literatur** Skript
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr, Lehramt

Modulbeschreibung

Modulname					
Externes Praktikum					
Modul Nr. 04-10-0051/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc. Mathematik (nur PO 2011!), M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur**
10	**Kommentar** 4 Wochen / 150 Stunden Praktikum empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr oder Master

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Externes Praktikum (Studium Generale)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0590/de</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
150 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</td></tr>
<tr><td rowspan="2">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>2</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Standard)
Studienleistung: Bericht und/oder Vortrag bei mitbetreuender Dozentin/mitbetreuendem Dozenten des Fachbereichs</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6">Verwendbarkeit des Moduls
Bachelor Mathematik PO 2018, nur im Studium Generale, nicht für die Master-Studiengänge Mathematik!</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="6">Literatur</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="6">Kommentar</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname **Lehren und Lernen von Mathematik**					
Modul Nr. 04-10-0086/de	**Creditpoints** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 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
04-00-0179-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;
Bestehen der Studienleistung als Zulassungsvoraussetzung zur Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 0%)
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					
Interdisziplinäres Projekt					
Modul Nr. 04-10-0398/de	**Creditpoints** 2 CP	**Arbeitsaufwand** 60 h	**Selbststudium** 45 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik
9	**Literatur**
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Bachelor 2. Jahr

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in die Programmierung 1					
Modul Nr. 04-10-0554/de	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

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 und können diese durch sicheren und vertrauten Umgang mit der Sprache zur Umsetzung vorgelegter Algorithmen anwenden. Sie können einfache mathematische Algorithmen korrekt, übersichtlich, klar strukturiert und dokumentiert implementieren.

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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Einführung in die Programmierung 2</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0555/de</td><td>Creditpoints
3 CP</td><td>Arbeitsaufwand
90 h</td><td>Selbststudium
30 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. techn. Herbert Egger</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="5">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>04-10-0555-vu</td><td>Einführung in die Programmierung 2</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>4</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">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).</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Aufbauend auf EP1 können die Studierenden grundlegende Techniken des objektorientierten Programmierens anhand der Programmiersprache C++ wiedergeben und beschreiben und durch sicheren und vertrauten Umgang mit der Sprache zur Umsetzung einfacher Klassen anwenden. Die Studierenden können existierende Programmbiliotheken in ihre Programme einbinden. Die Studenten können, aufbauend auf ihren erlangten Programmierfähigkeiten, die Programmierumgebung Matlab sicher zur Umsetzung einfacher mathematischer Algorithmen nutzen.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Einführung in die Programmierung 1</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="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.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Studienleistung</td></tr>
</table>

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)
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					
Mathematik im Kontext					
Modul Nr. 04-11-0023/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 4. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** 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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)
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					
English for Mathematicians					
Modul Nr. 41-21-0382	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
41-21-0380-ku	English for Mathematicians	0	Kurs	2

2 Lerninhalt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [41-21-0380-ku] (Studienleistung, Studienleistung, Dauer 90 Min, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [41-21-0380-ku] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
English Paternoster for Mathematicians					
Modul Nr. 41-21-0922	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
41-21-0920-ku	English Paternoster for Mathematicians	0	Kurs	2

2 Lerninhalt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [41-21-0920-ku] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [41-21-0920-ku] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

10 Kommentar

5. Master: Vertiefungsmodule

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Vertiefungsmodul Algebra</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-13-0003/de</td><td>Creditpoints
18 CP</td><td>Arbeitsaufwand
540 h</td><td>Selbststudium
540 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</td></tr>
<tr><td rowspan="2">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>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Je nach Veranstalter werden folgende Themenbereiche behandelt: Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Geometrie, Automorphe Formen, Spektraltheorie, Operatoralgebren, Unendlich-dimensionale Lie-Algebren, Vertex- Algebren</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Nach dem Besuch des Moduls verstehen die Studenten die Grundkonzepte der jeweiligen Vertiefung und können diese auf typische Fragestellungen anwenden.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
je nach Schwerpunktsetzung: Topologie, Algebra,Funktionalanalysis</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6">Verwendbarkeit des Moduls
Vertiefungsbereich Master Mathematik</td></tr>
</table>

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**

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Course in Algebra					
Modul Nr. 04-13-0103/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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="7">Modulname

Vertiefungsmodul Geometrie und Approximation</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-13-0005/de</td><td>Creditpoints
18 CP</td><td>Arbeitsaufwand
540 h</td><td>Selbststudium
540 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</td></tr>
<tr><td rowspan="2">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>2</td><td colspan="6">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)</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
Differentialgeometrie</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)</td></tr>
</table>

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**

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Course in Geometry and Approximation					
Modul Nr. 04-13-0105/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 6. Semester
Sprache Englisch			**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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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.	**Creditpoints**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-13-0007/de	18 CP	540 h	540 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch	

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/ 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/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 Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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**

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Course in Mathematical Logic					
Modul Nr. 04-13-0107/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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. 04-13-0009/de	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

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 Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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**

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Course in Numerical Analysis					
Modul Nr. 04-13-0109/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Integralgleichungen und Differential- Algebraische Gleichungen; 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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

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

Vertiefungsmodul Analysis</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-13-0011/de</td><td>Creditpoints
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="4">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person</td></tr>
</table>

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 Creditpoints**
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)
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**

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Course in Analysis					
Modul Nr. 04-13-0111/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 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
04-13-1101-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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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. 04-13-0013/de	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**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				
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** Einführung in die Optimierung				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsmodul				
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 in Optimization					
Modul Nr. 04-13-0113/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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. 04-13-0015/de	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
2	**Lerninhalt** eine Auswahl aus folgenden Themengebieten: Mathematische Statistik, statistische Entscheidungstheorie, stochastische Analysis, Analyse und Modellierung stochastischer (partieller) Differentlialgleichungen, Finanzmathematik in stetiger Zeit				
3	**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.				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme** Module Wahrscheinlichkeitstheorie und ggf. Einführung in die Finanzmathematik				
5	**Prüfungsform** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints**				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, Fachprüfung, Gewichtung: 100%)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls** Vertiefungsbereich Master Mathematik				
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

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Course in Stochastics					
Modul Nr. 04-13-0115/en	**Creditpoints** 18 CP	**Arbeitsaufwand** 540 h	**Selbststudium** 540 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 6. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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.

6. Master: Seminar

Modulbeschreibung

Modulname					
Mathematisches Seminar (alg), Master					
Modul Nr. 04-13-0139	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, Sonderform, Bestanden/Nicht bestanden)

Studienleistung: Vortrag, ggf. Ausarbeitung, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0203-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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.	**Creditpoints**	**Arbeitsaufwand**	**Selbststudium**	**Moduldauer**	**Angebotsturnus**
04-13-0140	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jedes 2. Semester

Sprache	**Modulverantwortliche Person**
Deutsch und Englisch	Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl

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, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0204-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0205-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0206-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

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, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0207-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0208-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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, aktive Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [04-00-0209-se] (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

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)

7. Master: Mathematischer Ergänzungsbereich

Modulbeschreibung

Modulname					
Advanced Applied Proof Theory					
Modul Nr. 04-10-0324/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Algebraische Geometrie					
Modul Nr. 04-10-0222	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0221-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Algebraische Gruppen					
Modul Nr. 04-10-0552	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Algebraische Zahlentheorie					
Modul Nr. 04-10-0149	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0181-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

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

Angewandte Geometrie</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-11-0375</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td colspan="2">Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif</td></tr>
</table>

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Applied Proof Theory					
Modul Nr. 04-10-0058/en	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Approximationstheorie					
Modul Nr. 04-11-0376	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Arakelov-Geometrie					
Modul Nr. 04-10-0506	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Arithmetische Geometrie I					
Modul Nr. 04-10-0560	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Arithmetische Geometrie II					
Modul Nr. 04-10-0564	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Asymptotik linearer Evolutionsgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0319	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)				
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					
Ausgewählte Themen der Algebra					
Modul Nr. 04-10-0580	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0580-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, fakultativ, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Ausgewählte Themen der Algebra					
Modul Nr. 04-10-0591	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0590-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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

M. Sc. Mathematik, M. Sc. Mathematics, LAG Mathematik

9	**Literatur** Wird zu Beginn der Veranstaltung angegeben
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname					
Ausgewählte Themen der Analysis					
Modul Nr. 04-10-0518	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0518-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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 Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0566	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Ausgewählte Themen der Stochastik					
Modul Nr. 04-10-0519	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Ausgewählte Themen der Geometrie					
Modul Nr. 04-10-0582	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0582-vu	Ausgewählte Themen der Geometrie	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

3 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.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Analysis und Lineare Algebra

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung;

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik, 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 in Geometrie und Approximation					
Modul Nr. 04-10-0567	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Reif		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0567-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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, 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	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (geo)

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Ausgewählte Themen der Numerik</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0550/de</td><td>Creditpoints
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="4">Sprache
Deutsch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. techn. Herbert Egger</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="6">Kurse des Moduls
<table>
<tr><td>Kurs Nr.</td><td>Kursname</td><td>Arbeitsaufwand (CP)</td><td>Lehrform</td><td>SWS</td></tr>
<tr><td>04-10-0550-vu</td><td>Ausgewählte Themen der Numerik</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Themenabhängig, Beispiele umfassen:
- Analyse und Numerik singulär gestörter Probleme</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
(Teilnahme ohne Nachweis möglich)</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 Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung (fakultativ: in der Regel erfolgt die Prüfung mündlich, bei großer Teilnehmerzahl gegebenenfalls durch eine Klausur)</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6">Verwendbarkeit des Moduls
empfohlen für: Mathematik: Master (num)</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="6">Literatur
Themenabhängig</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="6">Kommentar</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname					
Ausgewählte Themen der Numerik 2					
Modul Nr. 04-10-0583	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

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, fakultativ, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

empfohlen für: Mathematik: Master (num)

9 Literatur

Themenabhängig

10 Kommentar

Modulbeschreibung

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Computational Electromagnetics</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0587</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. techn. Herbert Egger</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>04-10-0587</td><td>Computational Electromagnetics</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Formulierungen von Problemen des Elektromagnetismus (Poissongleichung, Helmholtzgleichung, Wirbelstrommodell, Maxwellgleichungen), variationelle Formulierung in Hilberträumen und Lösungstheorie, Galerkin-Diskretisierungen und Numerische Analysis</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Grundlagen in Numerik, Grundkenntnisse partieller Differentialgleichungen</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard)
Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)</td></tr>
</table>

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					
Automorphe Formen					
Modul Nr. 04-10-0509	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Algebraic Topology</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0585</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn</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>04-10-0585</td><td>Algebraic Topology</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Grundlagen der algebrischen Topologie: Homotopie, Fundamentalgruppoid, Homologie, Kohomologie, Faserungen</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studierenden lernen mit Grundbegriffen der algebraischen Topologie umzugehen</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
Empfohlen: Lineare Algebra, Analysis, Einführung in die Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard)
Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung.</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc Mathematik, M. Sc. Mathematics, LAG Mathematik</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Literatur
P. May: Concise Algebraic Topology; tom Dieck: Algebraic Topology</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="5">Kommentar</td></tr>
</table>

Modulbeschreibung

Modulname					
Algebraische Geometrie II					
Modul Nr. 04-10-0589	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0589-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 Creditpoints

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%)
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					
Banach- und C*-Algebren					
Modul Nr. 04-10-0280	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Banachalgebren und Numerische Analysis					
Modul Nr. 04-10-0290	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Apl. Prof. Dr. rer. nat. Steffen Roch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0285-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Basic Applied Proof Theory					
Modul Nr. 04-10-0225/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Categorical Logic					
Modul Nr. 04-10-0193/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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. 04-10-0194/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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 **Classical and Non-Classical Model Theory**					
Modul Nr. 04-10-0311/en	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Computability in Analysis					
Modul Nr. 04-10-0325/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Discontinuous Galerkin Methoden					
Modul Nr. 04-10-0395	**Creditpoints** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Christoph Erath		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Diskrete Optimierung					
Modul Nr. 04-11-0073	**Creditpoints** 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. 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, 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Finite Model Theory					
Modul Nr. 04-10-0231/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Funktionalanalysis II					
Modul Nr. 04-10-0515	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, 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					
Gemischt-Ganzzahlige Nichtlineare Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0390	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

Geometric Combinatorics

Modul Nr.	Creditpoints	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0327	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Geometrische Variationsprobleme					
Modul Nr. 04-10-0511	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Karsten Große-Brauckmann		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0511-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Harmonische Analyse abelscher Gruppen</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0502</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Mads Kyed</td></tr>
</table>

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Harmonische Analysis					
Modul Nr. 04-10-0342	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Incompleteness of Formal Systems					
Modul Nr. 04-10-0238/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Innere Punkte Verfahren der konvexen Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0203	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
International Internet Seminar</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-00-0239</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td colspan="2">Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Dr. rer. nat. Robert Haller-Dintelmann</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>04-00-0237-vu</td><td>International Internet Seminar</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">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,</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Funktionalanalysis</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
</table>

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Interpolationstheorie					
Modul Nr. 04-10-0234	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung				
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)				
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					
Introduction to Computability Theory					
Modul Nr. 04-10-0059/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Klassenkörpertheorie					
Modul Nr. 04-10-0569	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Kurvenschätzung</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0243/de</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</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
04-00-0241-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Lie-Algebren</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0147</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer</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>04-00-0022-vu</td><td>Lie-Algebren</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">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</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Qualifikationsziele / Lernergebnisse
Die Studenten sind mit der Strukturtheorie und Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren vertraut.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics</td></tr>
</table>

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					
Lineare Algebraische Gruppen					
Modul Nr. 04-10-0570	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Torsten Burkhard Wedhorn		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0570-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Mathematical Foundations of Functional Programming 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0247/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher</td></tr>
</table>

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Mathematical Foundations of Functional Programming 2					
Modul Nr. 04-10-0248/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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 Modellierung chemisch reagierender Strömungen					
Modul Nr. 04-10-0335	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

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

Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen I</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0291</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe</td></tr>
</table>

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Mathematische Modellierung fluider Grenzflächen II					
Modul Nr. 04-10-0309	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Dieter Bothe		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0309-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Mathematische Statistik					
Modul Nr. 04-10-0199/de	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Michael Kohler		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Modal Logics					
Modul Nr. 04-10-0061/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Model Theory					
Modul Nr. 04-10-0212/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Otto		

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, back&forth, 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Modellierung und Simulation dynamischer Systeme					
Modul Nr. 04-10-0334	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0334-vu	Modellierung und Simulation dynamischer Systeme	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Exemplarische Anwendungsgebiete: Reaktionskinetik, elektrische Schaltkreise, Mehrkörpersysteme. Modellierungstechniken: Explizite und implizite Erhaltungsgrößen, automatische Modellgeneratoren, Projektionsmethoden. Simulationstechniken: Automatisches Differenzieren, Sensitivitätsanalyse, differentialalgebraischen Gleichungen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden können für dynamische Systeme der ausgewählten Anwendungsgebiete mathematische Modelle in Form von Differentialalgleichungen und differentialalgebraischen Gleichungen aufstellen. Sie kennen wesentliche Ursachen für hohen Rechenaufwand und Simulationeschwierigkeiten und können sie durch geeignete Modellierung beseitigen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Skript
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname

Modulformen mehrerer Veränderlicher

Modul Nr.	Creditpoints	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0517	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit

Sprache	Modulverantwortliche Person
Deutsch und Englisch	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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Nichtglatte Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0202	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, 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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Nichtlineare Funktionalanalysis</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-11-0381</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Farwig</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>04-11-0381-vu</td><td>Nichtlineare Funktionalanalysis</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6">Lerninhalt
Fixpunktsätze; Analysis in Banachräumen; Abbildungsgrad; Verzweigungstheorie; monotone Operatoren</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Funktionalanalysis</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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="6">Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6">Benotung
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6">Verwendbarkeit des Moduls</td></tr>
</table>

	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 **Nichtlineare Optimierung**					
Modul Nr. 04-11-0074	**Creditpoints** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Numerik der Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0368	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0505</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl</td></tr>
</table>

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0505-vu	Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Beispiele technischer Anwendungsgebiete, die auf differentialalgebraische Gleichungen führen, z.B.: Reaktionskinetik, Elektrische Schaltkreise, Mehrkörpersysteme. Lösbarkeit, Indexkonzepte: Differentiationssindex, Störungsindex, uniformer Index. Konstruktionsmethoden für Index-1-Probleme, Ein - und Mehrschrittverfahren. Numerische Methoden für Probleme mit höherem Index und Indexreduktionsmethoden.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Die Studierenden kennen die Bedeutung und Unterschiede der verschiedenen Indexkonzepte zur Klassifikation differentialalgebraischer Gleichungen. Sie können Beispiele angeben und verstehen die Lösungskonzepte. Sie können die wesentlichen Konstruktionsprinzipien numerischer Lösungsverfahren für differentialalgebraische Differentialgleichungen beschreiben, erklären und anwenden. Sie sollen die Verfahren und Prinzipien analysieren, beurteilen und vergleichen können.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** K.E. Brenan, S.L. Campbell, L.R.Petold: Numerical Solution of Initial-Value Problems in Differential-Algebraic Equations. K. Strehmel. R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen. E.Hairer, G.Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II.
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerik inverser Probleme					
Modul Nr. 04-11-0386	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-11-0386-vu	Numerik inverser Probleme	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Beispiele inverser Probleme, Begriff der Schlechtgestelltheit, Regularisierungstheorie, Tikhonov Regularisierung, Iterative Verfahren, Konvergenzanalyse

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 Schlechtgestelltheit sowie von Regularisierungsmethoden. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet selbstständig zu erweitern.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Numerische Mathematik

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

	B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Engl, Hanke, Neubauer - Regularization of Inverse Problems, Springer Alfred K. Louis - Inverse und schlecht gestellte Probleme, Teubner Curtis R. Vogel - Computational Methods for Inverse Problems, SIAM
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerik partieller Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0391	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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 von Hyperbolischen Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0071	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Numerik von Integralgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0392	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0392-vu	Numerik von Integralgleichungen	0	Vorlesung und Übung	4

2 Lerninhalt

Theorie von Integraloperatoren; Nystöm Methode; Kollokation; Galerkin Verfahren für Randintegralgleichungen; Randelementmethode; a posteriori Fehlerschätzer

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden Integralgleichungen klassifizieren und auf Lösbarkeit untersuchen. Sie kennen verschiedene Techniken zur numerischen Approximation und können diese analysieren, vergleichen und beurteilen.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Numerische Mathematik oder vergleichbare Kenntnisse etwa aus einem Zyklus Mathematik für Ingenieure; Hilfreich sind Kenntnisse zu partiellen Differentialgleichungen und deren numerischer Lösung

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** R. Kress: Linear Integral equations (Springer) S. Sauter, C. Schwab: Randelementmethoden: Analyse, Numerik und Implementierung schneller Algorithmen
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (num)

Modulbeschreibung

Modulname					
Numerische Strömungsdynamik					
Modul Nr. 04-10-0384	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. techn. Herbert Egger		

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 Transporttheorem; 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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Online-Optimierung					
Modul Nr. 04-10-0513	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Operatoralgebren und nichtkommutative Wahrscheinlichkeitstheorie</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0258</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Kümmerer</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>04-00-0252-vu</td><td>Operatoralgebren und nichtkommutative Wahrscheinlichkeitstheorie</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">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.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Funktionenanalysis, grundlegende Kenntnisse aus der Spektraltheorie und der Quantenmechanik sind hilfreich</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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>
</table>

6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="7">Modulname
Optimierung in Transport und Verkehr</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0330</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td colspan="2">Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch</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>04-10-0330-vu</td><td>Optimierung in Transport und Verkehr</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">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.)</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Einführung in die Optimierung, nach Möglichkeit: Diskrete Optimierung</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:
Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints</td></tr>
</table>

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

Modulbeschreibung

Modulname					
Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0279	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen					
Modul Nr. 04-10-0512	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Marc Pfetsch		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0512-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

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.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Einführung in die Optimierung
Nützlich: Diskrete Optimierung oder Nichtlineare Optimierung

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Partielle Differentialgleichungen I					
Modul Nr. 04-10-0037	**Creditpoints** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

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

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

Partielle Differentialgleichungen II</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0038</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</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**
	04-00-0065-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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-Strokes Equations
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (ana)

Modulbeschreibung

Modulname					
PDGL II.A Komplexe Fluide					
Modul Nr. 04-10-0339	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0339-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
PDGL II.B Navier-Stokes-Gleichungen					
Modul Nr. 04-10-0213	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0213-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

Navier-Stokes Gleichungen II

Modul Nr.	Creditpoints	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
04-10-0254	9 CP	270 h	180 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
04-00-0248-vu	Navier-Stokes-Gleichungen II	0	Vorlesung und Übung	6

2 Lerninhalt

Die linearen Stokes Gleichungen in Gebieten des Rn. Fixpunktsätze. Lokale und globale Existenz und Eindeutigkeit starker Lösungen der Navier-Stokes Gleichungen mittels Kato Iteration oder Maximaler Regularität. Asymptotik und Stabilität stationärer Lösungen. Boundary layers. Strömungen um sich bewegende oder rotierende Objekte. Die Euler Gleichungen.

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
- verschiedene für die Navier-Stokes Gleichungen relevante Lösungsbegriffe nennen
- mehrere Methoden zur Lösung der Navier-Stokes Gleichungen beschreiben und insbesondere die Unterschiede der Kato Iteration und der Methode der maximalen Regularitaet skizzieren
- das Problem der Stabilität stationärer Lösungen erklären und Ergebnisse hierzu wiedergeben
- weitere Modelle der Strömungsmechanik auflisten

4 Voraussetzung für die Teilnahme

Funktionalanalysis, Die Navier-Stokes Gleichungen I oder vergleichbare Vorkenntnisse

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

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

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

MSc.Math, M.Sc.WiMa.: Vertiefungsbereich

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**

Modulbeschreibung

Modulname					
PDGL II.D Evolutionsgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0369	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
PDGL II.E Stochastische Partielle Differentialgleichungen					
Modul Nr. 04-10-0331	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Hieber		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0331-vu	PDGL II.E Stochastische Partielle Differentialgleichungen	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Stochastische Integration in Hilbert-Räumen, Ito-Integral, Wiener Prozess, Behandlung stochastischer partieller Differenzgleichungen via Evolutionsgleichungsmethoden

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 stochastischen 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: Partielle Differentialgleichungen I, Grundlagen in Wahrscheinlichkeitstheorie

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Da Prato, Giuseppe and Zabczyk, Jerzy: Stochastic equations in infinite dimensions.Encyclopedia of Mathematics and Its Applications 44. Cambridge. Cambridge University Press, 2008. Prévôt, Claudia; Röckner, Michael: A concise course on stochastic partial differential equations. Lecture Notes in Mathematics 1905. Berlin, Springer, 2007.
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					
PDGL II.F: Analysis von Reaktions-Diffusions-Systemen					
Modul Nr. 04-00-0271	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Realizability					
Modul Nr. 04-10-0261/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0263-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

empfohlen: Introduction to Mathematical Logic

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Reduzierte-Basis-Methoden					
Modul Nr. 04-10-0516	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr.rer.nat Sebastian Ullmann		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Riemannsche Geometrie					
Modul Nr. 04-10-0288	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="6">Modulname
Schadenversicherungsmathematik</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0200/de</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</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**
	04-00-0197-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.

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.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Probability theory, Mathematische Statistik

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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					
Selected Topics in Computational Logic					
Modul Nr. 04-10-0571/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. phil. nat. Ulrich Kohlenbach		

1 Kurse des Moduls

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** themenabhängig
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (log)

Modulbeschreibung

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

Selected Topics in Logic and Complexity</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0572/en</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</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
04-10-0572-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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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. 04-10-0573/en	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Thomas Streicher		

	Kurse des Moduls				
1	**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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Formoptimierung					
Modul Nr. 04-10-0399	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer.nat. Winnifried Wollner		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-10-0399-vu	Formoptimierung	0	Vorlesung und Übung	3

2 Lerninhalt

Mathematische Formulierung von Formoptimierungsproblemen; Formdifferenzierbarkeit und Hadamar-Formel; Optimalitätsbedingungen; Lösungsverfahren

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach dem Besuch des Moduls können die Studierenden
-Formoptimierungsprobleme modellieren und numerisch lösen
-Formableitungen berechnen

4 Voraussetzung für die Teilnahme

empfohlen: Nichtlineare Optimierung, Analysis und Numerik partieller Differentialgleichungen

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8 Verwendbarkeit des Moduls

B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** J. Sokolowski, J.-P. Zolesio: Introduction to Shape Optimization M. C. Delfour, J.-P. Zolesio: Shapes and Geometries J. Haslinger, R. A. E. Mäkinen: Introduction to Shape Optimization
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (opt)

Modulbeschreibung

Modulname					
Shimura-Varietäten					
Modul Nr. 04-10-0510	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 105 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Spektraltheorie und Operatoralgebren					
Modul Nr. 04-10-0344	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Stochastische Finite Elemente					
Modul Nr. 04-10-0504	**Creditpoints** 6 CP	**Arbeitsaufwand** 180 h	**Selbststudium** 120 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** Dr.rer.nat Sebastian Ullmann		

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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

<table>
<tr><td colspan="8">Modulname

Stochastische Prozesse I</td></tr>
<tr><td colspan="2">Modul Nr.
04-10-0372</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td colspan="2">Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="4">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Volker Martin Betz</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>04-10-0372-vu</td><td colspan="2">Stochastische Prozesse I</td><td colspan="2">0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>6</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="7">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</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="7">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="7">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis sind sehr hilfreich.</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="7">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:

• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="7">Benotung
Modulabschlussprüfung:</td></tr>
</table>

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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. 04-10-0373	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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					
Statistik stochastischer Prozesse					
Modul Nr. 04-10-0574	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics
9	**Literatur** Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie Billingsley, Converngence of probability measures
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master (sto)

Modulbeschreibung

Modulname					
Stochastische Prozesse IIB					
Modul Nr. 04-10-0575	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
Sprache Deutsch und Englisch			**Modulverantwortliche Person** 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, fakultativ, 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 Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

	• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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

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

Mathematical Statistical Mechanics</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0586</td><td>Creditpoints
9 CP</td><td>Arbeitsaufwand
270 h</td><td>Selbststudium
180 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Englisch</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
04-10-0586	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, fakultativ, Standard)

Fachprüfung: In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine mündliche Prüfung.

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Fachprüfung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

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

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

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

Vertex-Algebren</td></tr>
<tr><td>Modul Nr.
04-10-0345</td><td>Creditpoints
5 CP</td><td>Arbeitsaufwand
150 h</td><td>Selbststudium
105 h</td><td>Moduldauer
1 Semester</td><td>Angebotsturnus
Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sprache
Deutsch und Englisch</td><td colspan="3">Modulverantwortliche Person
Prof. Dr. rer. nat. Nils Scheithauer</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>04-10-0345-vu</td><td>Vertex-Algebren</td><td>0</td><td>Vorlesung und Übung</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Lerninhalt
Definition und Eigenschaften von Vertex-Algebren, Gitter-Vertex-Algebren, affine Vertex-Algebren, Einführung in die Darstellungstheorie, ggf. Orbifold-Theorie und Monstrous Moonshine</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">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.</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Voraussetzung für die Teilnahme
empfohlen: Algebra</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Prüfungsform
Modulabschlussprüfung:

• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, 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 Creditpoints
Bestehen der Fachprüfung</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Benotung
Modulabschlussprüfung:

• Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Verwendbarkeit des Moduls
B.Sc Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics</td></tr>
</table>

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					
von-Neumann-Algebren					
Modul Nr. 04-10-0379	**Creditpoints** 9 CP	**Arbeitsaufwand** 270 h	**Selbststudium** 180 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Im Wechsel mit Modulen derselben Verwendbarkeit
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 Neumann 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, fakultativ, 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 Creditpoints** Bestehen der Fachprüfung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)
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)

8. Master: Überfachlicher Bereich

Modulbeschreibung

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

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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur**
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master

Modulbeschreibung

Modulname					
Halten einer Übungsgruppe (engl.)					
Modul Nr. 04-00-0078	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 90 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
04-00-0049-ku	Halten einer Übungsgruppe	0	Kurs	0

2 Lerninhalt

Teilnahme an Übungsgruppenleiterschulung
Vorbereiten und Halten einer Übungsgruppe
Korrektur schriftlicher Übungen
Teilnahme an Vorbesprechungen

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Mathematik vermitteln und Verständnisprobleme erkennen, vor einer größeren Gruppe frei sprechen können, auf Fragen eingehen und die Gruppe moderieren, selbständiges Durchdringen von Vorlesungsinhalten.

4 Voraussetzung für die Teilnahme

die nötige fachliche und didaktische Kompetenz

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Standardkategorie (nicht mehr verwenden), Studienleistung, Bestanden/Nicht bestanden)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Standardkategorie (nicht mehr verwenden), Studienleistung, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

Studium Generale Master Mathematik

9 Literatur

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname					
Externes Praktikum					
Modul Nr. 04-10-0051/de	**Creditpoints** 5 CP	**Arbeitsaufwand** 150 h	**Selbststudium** 150 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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 Creditpoints** Bestehen der Studienleistung
7	**Benotung** Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)
8	**Verwendbarkeit des Moduls** B.Sc. Mathematik (nur PO 2011!), M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur**	
10	**Kommentar** 4 Wochen / 150 Stunden Praktikum empfohlen für: Mathematik: Bachelor 3. Jahr oder Master	

Modulbeschreibung

Modulname					
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten					
Modul Nr. 04-10-0229	**Creditpoints** 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. 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 Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics

9	**Literatur** themenabhängige Forschungsliteratur
10	**Kommentar** empfohlen für: Mathematik: Master

Modulbeschreibung

Modulname					
Projekt Mathematische Unternehmensberatung					
Modul Nr. 04-14-0100	**Creditpoints** 2 CP	**Arbeitsaufwand** 60 h	**Selbststudium** 30 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes 2. Semester
Sprache Deutsch			**Modulverantwortliche Person** Prof. Dr. rer. nat. Martin Kiehl		

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 gegebenfalls 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

5 Prüfungsform

Modulabschlussprüfung:

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

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

Bestehen der Studienleistung

7 Benotung

Modulabschlussprüfung:

- Modulprüfung (Studienleistung, Sonderform, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

MSc.Math.: im Studium Generale.

9	**Literatur**
10	**Kommentar**

Modulbeschreibung

Modulname **English for Mathematicians**					
Modul Nr. 41-21-0382	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1 Kurse des Moduls

Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
41-21-0380-ku	English for Mathematicians	0	Kurs	2

2 Lerninhalt

3 Qualifikationsziele / Lernergebnisse

4 Voraussetzung für die Teilnahme

5 Prüfungsform

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [41-21-0380-ku] (Studienleistung, Studienleistung, Dauer 90 Min, Standard)

6 Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints

7 Benotung

Bausteinbegleitende Prüfung:

- [41-21-0380-ku] (Studienleistung, Studienleistung, Gewichtung: 100%)

8 Verwendbarkeit des Moduls

9 Literatur

10 Kommentar

Modulbeschreibung

Modulname **English Paternoster for Mathematicians**					
Modul Nr. 41-21-0922	**Creditpoints** 3 CP	**Arbeitsaufwand** 90 h	**Selbststudium** 60 h	**Moduldauer** 1 Semester	**Angebotsturnus** Jedes Semester
Sprache Englisch			**Modulverantwortliche Person**		

1	**Kurse des Moduls**				
	Kurs Nr.	**Kursname**	**Arbeitsaufwand (CP)**	**Lehrform**	**SWS**
	41-21-0920-ku	English Paternoster for Mathematicians	0	Kurs	2
2	**Lerninhalt**				
3	**Qualifikationsziele / Lernergebnisse**				
4	**Voraussetzung für die Teilnahme**				
5	**Prüfungsform** Bausteinbegleitende Prüfung: • [41-21-0920-ku] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Dauer 90 Min, Standard)				
6	**Voraussetzung für die Vergabe von Creditpoints**				
7	**Benotung** Bausteinbegleitende Prüfung: • [41-21-0920-ku] (Studienleistung, mündliche / schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%)				
8	**Verwendbarkeit des Moduls**				
9	**Literatur**				
10	**Kommentar**				