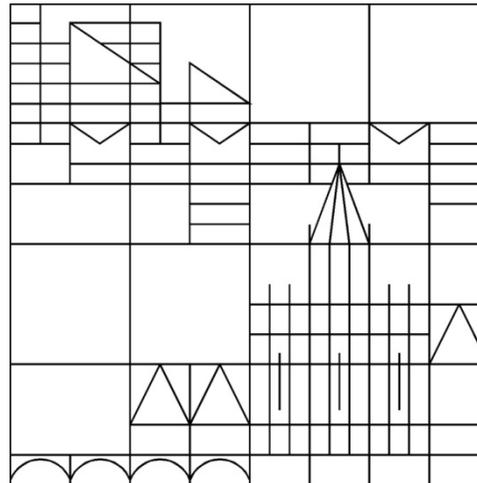


Universität Konstanz

**Mathematisch Naturwissenschaftliche Sektion
Fachbereich Mathematik und Statistik**



Modulhandbuch

Bachelor-Studiengang Mathematik

Stand: 7. 4. 2014

Inhalt

Qualifikationsziele	1
Analysis und Numerik	2
Basismodul: Analysis	2
Analysis I	2
Analysis II	3
Aufbaumodul: Analysis	4
Analysis III	5
Basismodul: Praktische Mathematik	6
Modellierung	6
Computereinsatz in der Mathematik	7
Numerik I	8
Ergänzungsmodul: Funktionalanalysis	9
Funktionalanalysis	9
Ergänzungsmodul: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	11
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	12
Ergänzungsmodul: Funktionentheorie	13
Funktionentheorie	13
Ergänzungsmodul: Lineare und nichtlineare Wellen	14
Lineare und nichtlineare Wellen	14
Vertiefungsmodul: Analysis und Numerik	15
Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	15
Ergänzungsmodul: Optimierung	17
Optimierung	17
Geometrie und Algebra	19
Basismodul: Lineare Algebra	19
Lineare Algebra I	19

Lineare Algebra II	20
Aufbaumodul: Algebra	21
Einführung in die Algebra	21
Ergänzungsmodul: Zahlentheorie	22
Zahlentheorie	22
Vertiefungsmodul: Geometrie und Algebra	24
Algorithmische algebraische Geometrie	24
Vertiefungsmodul: Mengenlehre	25
Mengenlehre	26
Differentialgeometrie und Topologie	27
Ergänzungsmodul: Einführung in die Topologie	27
Mengentheoretische Topologie	27
Ergänzungsmodul: Algebraische Topologie	28
Algebraische Topologie.....	28
Ergänzungsmodul: Differentialtopologie	29
Differentialtopologie.....	29
Ergänzungsmodul: Mannigfaltigkeiten	30
Mannigfaltigkeiten	30
Vertiefungsmodul: Theorie partieller Differentialgleichungen und Differentialgeometrie	31
Theorie partieller Differentialgleichungen	31
Differentialgeometrie.....	32
Stochastik	33
Aufbaumodul: Stochastik	33
Stochastik I	33
Vertiefungsmodul: Stochastik	35
Stochastik II – Stochastische Prozesse I	35
Mathematische Statistik.....	36
Allgemeiner Teil	38

Proseminar	38
Proseminar	38
Fachseminar	39
Fachseminar	39
Berichtseminar	40
Berichtseminar	40
Bachelor-Arbeit	41
Bachelorarbeit	41

Qualifikationsziele

Das Mathematikstudium ist eine wissenschaftliche Ausbildung, die die Grundlage für eine spätere Berufstätigkeit in vielfältigen Zweigen der Wirtschaft, Industrie oder Forschung bildet. Das Hauptaugenmerk dieser Ausbildung dient dem Erlernen mathematischer Theorien und Methoden, der praktischen Umsetzung und Anwendung dieser Methoden sowie der Fähigkeit, dieses Wissen zu kommunizieren.

Neben der Vermittlung von speziellem mathematischem Wissen werden dabei spezifische Denk- und Arbeitsformen erworben, die sich durch Abstraktionsvermögen, Rigorosität, Kreativität und Hartnäckigkeit auszeichnen. Da diese Fähigkeiten in weiten Bereichen von Industrie und Wirtschaft sowie an Schulen und Hochschulen gefragt sind und darüber hinaus von gesellschaftlicher Relevanz sind, stellen sie ein wichtiges Ziel dar, das auf dem Weg der Beschäftigung mit Mathematik automatisch vermittelt wird.

Durch die intensive aktive Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten erfahren die Studierenden eine Flexibilität und Offenheit des Denkens, gepaart mit Strenge und Selbstkritik, die auch auf andere Bereiche des professionellen und öffentlichen Lebens ausdehnbar ist. Durch den aktiven Erwerb fundierter mathematischer Erkenntnisse erhalten die Studierenden die Befähigung zum Erkennen von Analogien und Grundmustern sowie die Fähigkeit zum Erkennen, Formulieren und Lösen von komplexen Problemen. Sie üben das konzeptionelle, analytische und logische Denken ein und entwickeln Lernstrategien für lebenslanges Lernen.

Der Bachelor-Studiengang Mathematik hat das Ziel einer mathematischen Grundausbildung. Die Absolventen sind in der Lage, mathematische Modelle in Wissenschaft und Wirtschaft zu verstehen und anzuwenden. Über die rein fachliche Ausbildung hinaus werden im Studium auch die Fähigkeit zur Analyse und Lösung von Problemen, die Kommunikation und das Durchhaltevermögen gestärkt. Studierende, die nach dem Bachelor-Abschluss den Übergang ins Berufsleben anstreben, können ihr Studium so ausrichten, dass sie grundlegende mathematische Aspekte des angestrebten Berufsfeldes kennen lernen. Auf der anderen Seite ist es natürlich auch möglich, im Hinblick auf die anschließenden Masterstudiengänge eine stärkere wissen-

schaftliche Ausrichtung des Studiums vorzunehmen. Das erfolgreich abgeschlossene Bachelor-Studium soll unter anderem befähigen

- zur Mitarbeit in einem Team aus Mathematikern, Informatikern, Naturwissenschaftlern, Ingenieuren oder Wirtschaftswissenschaftlern in Industrie und Wirtschaft,
- zur Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich Entwicklung, Applikation und Vertrieb,
- zur Weiterqualifikation in Weiterbildungsprogrammen und
- bei qualifiziertem Abschluss zum Masterstudium.

Analysis und Numerik

Modultitel Basismodul: Analysis	Credits 18	Dauer 2 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Klausur über Analysis I/II		
Modul-Einheiten - Analysis I - Analysis II		
Lernziele - Unabdingbare Grundvoraussetzung für das weitere Studium. - vermittelt Grundlegendes wie Beweistechniken, Kenntnisse über Stetigkeit, Konvergenz, Differenzierbarkeit, Integrale, etc.		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Analysis, - verstehen Beweistechniken, - erkennen den Begriff des Grenzwerts als fundamental für die Analysis, - können einschätzen, welche analytischen Hilfsmittel für welche Problemstellungen zielführend sind, - sind in der Lage, selbständig Sätze anzuwenden und kleinere Ergänzungen eigenständig zu beweisen, - verfügen über einen in den Übungen erworbenen sicheren, präzisen und selbständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden der Analysis, - erkennen und nutzen Querverbindungen zu den anderen beiden Basismodulen, - haben die Fähigkeit vervollkommenet, sich durch Selbststudium Wissen anzueignen und - verfügen über gesteigerte Kompetenzen im Bereich des Präsentierens und Kommunizierens durch das Vortragen der eigenen Lösungen in den Übungen.		

Moduleinheit Analysis I	
Übermodul Basismodul Analysis	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte - Einführung in die Grundlagen der Analysis - Methoden der Differential- und Integralrechnung	
- Voraussetzung Keine	Credits 9
Empfohlenes Semester Erstes Semester	Häufigkeit des Angebots Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur über Analysis I/II - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15-20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für - gesamte Mathematik - Aufbaumodul Analysis	

Moduleinheit Analysis II	
Übermodul Basismodul Analysis	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte - Einführung in die Grundlagen der Analysis - Methoden der Differential- und Integralrechnung	
Voraussetzung Analysis I	Credits 9
Empfohlenes Semester Zweites Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur über Analysis I/II - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15-20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für - gesamte Mathematik - Aufbaumodul Analysis	

Modultitel Aufbaumodul: Analysis	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit – Bachelor Mathematik		
Modulnote – Klausur über Analysis III		
Modul-Einheiten – Analysis III		
Lernziele – Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse in der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen sowie in der allgemeinen Maß- und Integrationstheorie. – Der Studierende soll einen Einblick in die Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen gewinnen, Lösungsmethoden und abstrakte Ansätze zur Lösbarkeit kennenlernen und umsetzen, sowie einen modernen Zugang zur Maß- und Integrationstheorie (allgemeines Lebesgue-Integral) lernen und anwenden können. – Dieses Modul stellt grundlegende Kenntnisse für die anschließenden Vertiefungsmodule bereit und ist insbesondere für weiterführende Vorlesungen in den Bereichen Funktionalanalysis, Theorie partieller Differentialgleichungen, Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen, Stochastische Prozesse wesentlich. – Gewöhnliche Differentialgleichungen treten in vielen Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik wie auch in der Finanzmathematik und Volkswirtschaftslehre auf. Für eine berufliche Tätigkeit in diesen Bereichen sind die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse notwendig.		
Kompetenzen Die Studierenden – kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen, – verfügen über weiterentwickelte Fähigkeiten im präzisen Formulieren mathematischer Sachverhalte und im logisch korrekten Begründen von fachlichen Zusammenhängen, – können Ergebnisse der Analysis und Linearen Algebra einsetzen, um Probleme aus der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen zu lösen, – haben die Bedeutung von gewöhnlichen Differentialgleichungen für		

verschiedene Anwendungskontexte verstanden,
– sind in der Lage, verschiedene Lösungsmethoden einzusetzen und das qualitative Verhalten von Lösungen zu untersuchen und zu begründen.

Die Studierenden

- kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der modernen Maß- und Integrationstheorie,
- verfügen über weiterentwickelte Fähigkeiten im präzisen Formulieren mathematischer Sachverhalte und im logisch korrekten Begründen von fachlichen Zusammenhängen,
- können die zentralen Ergebnisse der Integrationstheorie als Werkzeuge bei der Lösung von Problemen der Analysis einsetzen.

Moduleinheit Analysis III	
Übermodul Aufbaumodul Analysis und Numerik	
Dozenten Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte Abschnitt Gewöhnliche Differentialgleichungen: <ul style="list-style-type: none"> - klassische Existenz- und Eindeutigkeitsätze - spezielle Lösungsmethoden: spezielle Gleichungen, lineare Systeme - qualitative Aspekte: Stabilität, Phasenporträts - Rand- und Eigenwertaufgaben: Existenz und Eindeutigkeit, Greensche Funktion, Eigenwertaufgaben Abschnitt Maß- und Integrationstheorie: <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die allgemeine Maßtheorie: Maßräume, messbare Funktionen - Das Lebesgue-Integral: Einführung, Konvergenzsätze, Produktmaß und Transformationssatz 	
Voraussetzung Kenntnisse aus dem Basismodul Analysis und aus Linearer Algebra I	Credits 9
Empfohlenes Semester drittes Semester	Häufigkeit des Angebots Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS 	Prüfungsleistung <ul style="list-style-type: none"> - Klausur über Analysis III - 50% in den Übungsblättern

Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h
Betreuung der Studenten: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15 Studenten
Vorlesung legt Grundlagen für <ul style="list-style-type: none"> - Moduleinheit Numerik II (Aufbaumodul Analysis und Numerik) - Vertiefungsmodul Analysis und Numerik - Ergänzungsmodul Funktionalanalysis - Aufbaumodul Stochastik

Modultitel Basismodul: Praktische Mathematik	Credits 18	Dauer 2 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Pflicht im Bachelor Mathematik		
Modulnote - schriftliche oder mündliche Prüfungen		
Modul-Einheiten - Modellierung - Computereinsatz in der Mathematik - Numerik 1		
Lernziele Einführung in die Grundlagen des numerischen Rechnens. Die Studierenden lernen die Entwicklung von Algorithmen (für Grundaufgaben der Analysis und Linearen Algebra) sowie deren Umsetzung am Computer. Sie erwerben die Fähigkeit, Fragen aus verschiedenen Wissensgebieten daraufhin zu untersuchen, ob sie mathematischen Methoden zugänglich sind, gegebenenfalls mathematische Modelle zu entwickeln und diese mit Hilfe numerischer Methoden am Computer zu lösen.		
Kompetenzen Die Studierenden - verfügen über Kenntnisse wichtiger Programmpakete wie Matlab, Maple und Latex. Sie kennen elementare Algorithmen für die Grundaufgaben der Numerik und die Ideen der mathematischen Modellierung, - erkennen die Zusammenhänge zwischen Modellen, der Entwicklung von Lösungsalgorithmen und deren Umsetzung am Computer, - sind in der Lage, mathematische Modelle zu Fragestellungen aus verschiedenen Wissensgebieten mit Hilfe numerischer Lösungsmethoden am Computer zu simulieren, - können verschiedene Algorithmen zu einer Problemlösung analysieren und hinsichtlich des Rechenaufwandes (Komplexität) und der Rundungsfehlereinflüsse (Stabilität) beurteilen, - erwerben die Fähigkeit, Fragen aus verschiedenen Wissensgebieten daraufhin zu untersuchen, ob sie mathematischen Methoden zugänglich sind. Sie stellen gegebenenfalls mathematische Modelle auf, entwickeln		

sachgerechte Lösungsalgorithmen, können diese am Computer implementieren und Vorhersagen für das Modell berechnen,
- sind in der Lage, numerische Algorithmen (für mathematische Modelle) zu beurteilen und können diese am Computer umsetzen, die Ergebnisse fachgerecht darstellen und deren Qualität bewerten.

Moduleinheit Modellierung	
Übermodul Praktische Mathematik	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte - Nutzung mathematischer Objekte (Mengen, Strukturen, Funktionen, etc.) zur Zustandsbeschreibung von Systemen in Natur, Technik, Wirtschaft. - Anwendungsbeispiele, die zu typischen mathematischen Problemstellungen führen (lineare und nichtlineare Gleichungen und Ungleichungen, Eigenwertprobleme, Differentialgleichungen, Integralgleichungen, Optimierungsprobleme, etc.) - Bilanz- und Erhaltungsprinzipien, klassische physikalische Modelle	
Voraussetzung Lineare Algebra I und Analysis I, paralleler Besuch von Analysis II	Credits 5
Empfohlenes Semester Zweites Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS	Prüfungsleistung mündliche Prüfung oder Hausarbeit

Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung (21 h +10,5 h) - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (30 h) - Übungsaufgaben (49,5 h) - Hausarbeit oder Prüfungsvorbereitung (30 h)
Betreuung der Studenten: 1 Dozent, Tutoren mit Gruppengröße von 15-20 Studierenden
Vorlesung legt Grundlagen für weitere Veranstaltungen des Bachelorstudiums, da Hintergründe und Motivation zum Studium mathematischer Fragestellungen vermittelt werden.

Moduleinheit Computereinsatz in der Mathematik	
Übermodul Basismodul Praktische Mathematik	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> - Numerisches Rechnen (Zahlensysteme, Rundungsfehler, Komplexität) - Einführung in Mathematik-Software wie z.B. Matlab, Octave, Maple, - Einführung in LaTeX 	
Voraussetzung Kenntnisse aus Analysis I und Lineare Algebra I	Credits 3
Empfohlenes Semester Zweites Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 1 SWS - Übung am Computer 2 SWS 	Prüfungsleistung <ul style="list-style-type: none"> - Klausur - erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - insgesamt: 90 h 	
Betreuung der Studenten: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent - 1 Tutor (studentische Hilfskraft) auf ca. 16 Studenten 	
Vorlesung legt Grundlagen für Numerik I	

Moduleinheit Numerik I	
Übermodul Basismodul Praktische Mathematik	
Dozenten: - Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte Interpolation, Nullstellenverfahren (ein- und mehrdimensional), lineare Gleichungssysteme (direkte und indirekte Verfahren), linearer Ausgleich, lineare Optimierung, Minimierung, Eigenwertaufgaben, numerische Integration, explizite Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen, Stabilitäts- und Störungsfragen.	
Voraussetzung - Basismodul Analysis, - Lineare Algebra I, Computereinsatz - in der Mathematik	Credits 10
Empfohlenes Semester Drittes Semester	Häufigkeit des Angebots Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur - erfolgreiche Teilnahme an der Übungen
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - insgesamt : 300 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (studentische Hilfskraft) auf ca. 16 Studenten	

Vorlesung legt Grundlagen für
Aufbaumodul Praktische Mathematik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Optimierung

Modultitel Ergänzungsmodul: Funktionalanalysis	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik - Als Wahlmodul im Master Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - Klausur über Funktionalanalysis 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Funktionalanalysis 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Das Ziel ist es, grundlegende Kenntnisse in der Theorie von Abbildungen zwischen allgemeinen metrischen und normierten Räumen zu erwerben, welche insbesondere für Studien in Analysis und Numerik wesentlich sind. - Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse sind fundamental für Vorlesungen in den Bereichen Analysis und Numerik, insbesondere für Vorlesungen über partielle Differentialgleichungen in Bachelor und Master. - Funktionalanalytische Methoden sollen kennengelernt und angewendet werden, wobei abstrakte Zugänge zu konkreten Fragestellungen (etwa Differentialgleichungen) im Vordergrund stehen. Als Metaziel soll die Abstraktion als entscheidendes Werkzeug zur Vereinfachung und Durchsichtigkeit erkannt werden. - Abstraktionsvermögen ist eine entscheidende Fähigkeit eines Mathematikers im Beruf und zeichnet ihn aus. Daher ist dieses Modul sehr berufsrelevant, wobei mehr die Methodik als die konkreten Kenntnisse wichtig ist. 		
Kompetenzen		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> - kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Funktionalanalysis, - erkennen die Bedeutung der Funktionalanalysis für Studien in Analysis und Numerik, - sind mit abstrakten Zugängen zu allgemeinen Fragestellungen vertraut. In den Basismodulen <i>Analysis</i> und <i>Lineare Algebra</i> erworbene 		

Kenntnisse (wie z.B. zur Theorie der Fourierreihen und zum Spektralsatz für Matrizen) werden jetzt von einem abstrakteren und allgemeineren Standpunkt erneut betrachtet.

- erkennen die Abstraktion als entscheidendes Werkzeug zur Vereinfachung und Durchsichtigkeit, was außerdem eine herausragende berufsrelevante Kompetenz darstellt.

Moduleinheit Funktionalanalysis	
Übermodul Ergänzungsmodul Funktionalanalysis	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> - Normierte Räume, lineare Abbildungen in normierten Räumen - Hilberträume, Orthogonalität - Dualraum und Reflexivität, schwache Konvergenz - Distributionen und Sobolevräume - Satz von Baire und Folgerungen - abgeschlossene Operatoren - Spektrum von Operatoren, Spektralsatz für selbstadjungierte Abbildungen 	
Voraussetzung	Credits
<ul style="list-style-type: none"> - alle drei Basismodule - Aufbaumodul Analysis - Funktionentheorie günstig 	9
Empfohlenes Semester 4. Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS	Prüfungsleistung
<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> - Klausur über Funktionalanalysis - 50% in den Übungsblättern

Arbeitsaufwand

- Präsenzstudium in Vorlesung und Übung
- Vor- und Nachbereitung der Vorlesung
- Übungsaufgaben
- Klausurvorbereitung
- 270 h

Betreuung der Studenten:

- 1 Dozent
- 1 Tutoren (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15 Studenten

Vorlesung legt Grundlagen für

- Vertiefungsmodul Analysis und Numerik (Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen)
- Module im Bereich "Analysis und Numerik" im Master Mathematik
- Vertiefungsmodul Stochastik

Modultitel Ergänzungsmodul: Numerik gewöhnlicher Differential- gleichungen	Credits 5	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik - alternativ als Aufbaumodul: Praktische Mathematik - Als Wahlmodul im Master Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - Klausur oder mündliche Prüfung 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Die kurze Einführung in die Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen aus der Vorlesung Numerik I wird fortgeführt und vertieft. Neben theoretischen Fragen bezüglich Konsistenz und Stabilität der Näherungsverfahren werden im praktischen Bereich die Algorithmen und damit auch die Programmieraufgaben umfangreicher. Für die weiteren Vorlesungen zur Numerik von Differentialgleichungen im Schwerpunkt "Analysis und Numerik" ist diese Veranstaltung grundlegend. Da gewöhnliche Differentialgleichungen eine wichtige Rolle in der Modellierung von dynamischen Prozessen in Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft spielen, ist ein Verständnis von entsprechenden numerischen Lösungsverfahren in vielen Berufsfeldern wichtig. 		
Kompetenzen		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen und können die Begriffe Stabilität, Konsistenz und Konvergenz einordnen, - sind in der Lage, die erlernten Methoden zu klassifizieren und entsprechend verschiedener Anfangs- und Randwertprobleme das jeweils geeignete Verfahren auszuwählen, - können die hergeleitete Methode am Computer implementieren, die ausgeführten Schritte dokumentieren sowie die Korrektheit des Algorithmus verifizieren, 		

- sind in der Lage, die numerischen Ergebnisse bezüglich der gegebenen Anfangs- oder Randwertaufgabe zu beurteilen und anhand dieser die theoretischen Eigenschaften wie z.B. Stabilität, Konsistenz und Konvergenz illustrieren,
- sind in der Lage, den gewählten Lösungsweg anhand der theoretischen und numerischen Ergebnisse zu rechtfertigen.

Moduleinheit Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Übermodul Ergänzungsmodul Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Dozenten: Dozenten der Numerik	
Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die numerische Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen - Konsistenz, Stabilität und Konvergenz - praktische Umsetzung anhand von Programmierübungen 	
Voraussetzung <ul style="list-style-type: none"> - Basismodule Analysis, Lineare Algebra und Praktische Mathematik 	Credits 5
Empfohlenes Semester Viertes Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS 	Prüfungsleistung <ul style="list-style-type: none"> - mündl. oder schriftl. Prüfung - erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter
Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Programmierübungen - Prüfungsvorbereitung - 150 h 	
Betreuung der Studenten: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent für die Vorlesung - 3 Tutoren (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten 	

Modultitel Ergänzungsmodul: Funktionentheorie	Credits 5	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Klausur/mündliche Prüfung		
Modul-Einheiten - Funktionentheorie		
Lernziele - Das Ziel ist es, charakteristische Eigenschaften von Funktionen einer komplexen Veränderlichen kennenzulernen und spezielle Methoden als Werkzeuge einzusetzen. - Dieses Modul ist grundlegend für viele Bereiche der Mathematik und daher verpflichtend.		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Funktionentheorie, - verfügen über weiterentwickelte Fähigkeiten im präzisen Formulieren mathematischer Sachverhalte und im logisch korrekten Begründen von fachlichen Zusammenhängen, - verstehen, wie die Funktionentheorie ein vertieftes Verständnis von Resultaten der reellen Analysis ermöglicht und zu zentralen Ergebnissen der Algebra beiträgt.		

Moduleinheit Funktionentheorie	
Übermodul Ergänzungsmodul Funktionentheorie	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte Einführung in die Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen	
Voraussetzung Basismodule, Analysis III	Credits 5
Empfohlenes Semester Viertes Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 2 SWS - Übung 1SWS	Prüfungsleistung - Klausur/mündliche Prüfung - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Prüfungsvorbereitung - 150 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15-20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Vertiefungsmodule	

Modultitel Ergänzungsmodul: Lineare und nichtlineare Wellen	Credits 5	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Klausur/mündliche Prüfung		
Modul-Einheiten - Lineare und Nichtlineare Wellen		
Lernziele - Dieser Modul ist eine Einführung in die Angewandte Höhere Analysis - am Beispiel der mathematischen Darstellung und Behandlung von Wellen. - Tiefere Lernziele beziehen sich auf die Kombination von Methoden aus verschiedenen Bereichen (gewöhnliche Differentialgleichungen, partielle Differentialgleichungen, lineare Algebra) und den Transfer zwischen Mathematik und einem Anwendungsgebiet.		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen und verstehen grundlegende Vorgehensweisen zur mathematischen Darstellung von Wellen, - können Methoden der Analysis, insbesondere der Gewöhnlichen Differentialgleichungen und der Fourieranalysis, auf einige einfache Modelle für Wellen anwenden, - erkennen den Zusammenhang zwischen Theorie und Modellierung und die Bedeutung der Thematik für die außermathematische Anwendung.		

Moduleinheit Lineare und nichtlineare Wellen	
Übermodul Lineare und nichtlineare Wellen	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik"	
Lehrinhalte Existenz und Eigenschaften linearer und nichtlinearer Wellen in Differentialgleichungsmodellen der Naturwissenschaften, planare und nichtplanare Wellen, Dispersionsrelationen, Fronten, Pulse, Wellenzüge, Modulation, Persistenz	
Voraussetzung Kenntnisse aus dem Basis- und aus dem Aufbaumodul Analysis	Credits 5
Empfohlenes Semester Viertes oder sechstes Semester	Häufigkeit des Angebots Je nach Gesamtangebot in der Analysis
Pflicht/Wahlpflicht Ergänzungsmodul	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS	Prüfungsleistung - Mündliche Prüfung - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Prüfungsvorbereitung - 150 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf bis zu 20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Abgerundete Spezialisierung, Verständnis des Umfeldes einer Bachelor-Arbeit.	

Modultitel Vertiefungsmodul: Analysis und Numerik	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik - Als Wahlmodul im Master Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - Schriftliche oder mündliche Prüfung 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen - (der Theorieteil nimmt die erste Semesterhälfte und der Numerikteil die zweite Semesterhälfte ein) 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Die Vorlesung gibt einen Überblick über theoretische und praktische Aspekte partieller Differentialgleichungen. Dabei stehen die Klassifikation der wichtigsten Typen und ihre Behandlung mit analytisch-theoretischen und numerischen Methoden und ihre jeweilige Anwendungsrelevanz im Vordergrund. Die Studierenden vertiefen ihre Programmierkenntnisse und lernen Programmpakete aus dem Bereich der finiten Elemente kennen. 		
Kompetenzen		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> - kennen und verstehen grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden in der Theorie und Numerik Partieller Differential-gleichungen, - können Methoden der Analysis, insbesondere der Funktionalanalysis, auf Probleme Partieller Differentialgleichungen anwenden, - erkennen den Zusammenhang zwischen Theorie und Numerik und die Bedeutung der Thematik für die Anwendung. 		

Moduleinheit Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen
Übermodul
<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefungsmodul Analysis und Numerik

Dozenten:	
<ul style="list-style-type: none"> - Dozenten des Schwerpunktes "Analysis und Numerik" 	
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> - Lineare partielle Differentialgleichungen (PDG) erster Ordnung - Typeinteilung für PDG zweiter Ordnung - elliptische PDG (Perronsche Methode), hyperbolische PDG (Separationsansatz), parabolische PDG (klassische Lösungen, Maximumprinzip) - Hilbertraummethode für elliptische, hyperbolische und parabolische PDG - Finite Differenzenverfahren für elliptische Randwertprobleme - Differenzenverfahren für parabolische Probleme, Linienmethode - konservative Verfahren für hyperbolische Erhaltungsgleichungen - Einführung in die Finite Elemente Methode - Konsistenz, Stabilität, Konvergenz 	
Voraussetzung	Credits
Die drei Basismodule, Aufbau-modul Analysis, Modul Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Modul Funktionalanalysis	9
Empfohlenes Semester	Häufigkeit des Angebots
Fünftes Semester	Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht	Sprache
Wahlveranstaltung im Vertiefungsbereich	Deutsch
Lehrform/SWS	Prüfungsleistung
<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS 	schriftliche oder mündliche Prüfung
Arbeitsaufwand	
<ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung (45+22,5 Stunden) - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (90 h) - Übungsaufgaben (67,5 h) - Prüfungsvorbereitung (45 h) 	
Betreuung der Studenten:	
<ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent, - Tutoren um Gruppengröße von 15-20 Studierenden zu gewährleisten 	

Vorlesung legt Grundlagen für
Bachelorarbeit in der Vertiefungsrichtung "Analysis und Numerik"

Modultitel Ergänzungsmodul: Optimierung	Credits 5	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik: Ergänzungsmodul - Alternativ als Aufbaumodul: Praktische Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - schriftliche oder mündliche Prüfung 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Optimierung 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Das Hauptziel der Vorlesung ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse über die Theorie nichtlinearer Optimierungsprobleme, über numerische Verfahren und deren praktische Umsetzung an Anwendungsbeispielen am Rechner. Metaziel: Die Erkenntnis, dass oft nicht die Bestimmung des exakten Optimums entscheidend ist, sondern eine hinreichend gute Lösung in angemessener Zeit gefragt ist. 		
Kompetenzen		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende numerische Verfahren zur unrestringierten Optimierung und können Begriffe wie z.B. Liniensuch-, Trust-Region- und (Quasi-)Newton-Methode einordnen, - sind in der Lage, die erlernten Methoden zu klassifizieren und entsprechend des gestellten Optimierungsproblems das jeweils geeignete Verfahren auszuwählen, - können die hergeleitete Methode am Computer implementieren, die ausgeführten Schritte dokumentieren sowie die Korrektheit des Algorithmus verifizieren, - können anhand von Optimalitätsbedingungen prüfen, ob eine optimale numerische Lösung vorliegt und die theoretischen Konvergenzeigenschaften der Optimierungsverfahren anhand der numerischen Ergebnisse illustrieren, - sind in der Lage, den gewählten Lösungsweg anhand der theoretischen und numerischen Ergebnisse zu rechtfertigen. - können interdisziplinäre Anwendungsbereiche für betrachtete Optimierungsprobleme beschreiben. 		

Moduleinheit Optimierung	
Übermodul Ergänzungsmodul Optimierung	
Dozenten: Dozenten aus der Numerik	
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> - notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen - Abstiegsverfahren, Liniensuchalgorithmen, Konvergenzuntersuchungen - Newton- und Quasi-Newton-Verfahren - Optimalitätsbedingungen für restringierte Probleme 	
Voraussetzung Basismodule Analysis, Lineare Algebra und Praktische Mathematik	Credits 5
Empfohlenes Semester Sechstes Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS	Prüfungsleistung
<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> - mündl. oder schriftl. Prüfung - erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter
Arbeitsaufwand	
<ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Programmierübungen - Prüfungsvorbereitung - 150 h 	
Betreuung der Studenten:	
<ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent für die Vorlesung - 3 Tutoren (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten (SoSe 09/10) 	

Vorlesung legt Grundlagen für
Master-Spezialisierungsmodule Optimale Steuerung elliptische / parabolischer Differentialgleichungen

Geometrie und Algebra

Modultitel Basismodul: Lineare Algebra	Credits 18	Dauer 2 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Klausur über Lineare Algebra I/II		
Modul-Einheiten - Lineare Algebra I - Lineare Algebra II		
Lernziele - Ziele des Moduls sind die Vertrautheit mit den theoretischen und praktischen Grundlagen und den grundlegenden Algorithmen der linearen Algebra. Auf diesen Techniken bauen nahezu alle Teile der Mathematik und ihrer Anwendungen auf. Deshalb steht dieses Modul am Beginn des Studiums.		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen grundlegende abstrakte mengentheoretische und algebraische Strukturen und Konstruktionen, - verstehen die axiomatische Methode und die Prinzipien der mathematischen Strenge, - sind in der Lage, abstrakte Sätze und Methoden auf konkrete mathematische Probleme anzuwenden, - analysieren lineare geometrische Sachverhalte mit abstrakten algebraischen und konkreten rechnerischen Methoden, - können einfachere Aussagen aus der linearen Algebra selbstständig beweisen, - sind in der Lage, die Richtigkeit komplexerer Aussagen aus der linearen Algebra zu rechtfertigen.		

Moduleinheit Lineare Algebra I	
Übermodul Basismodul Lineare Algebra	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Reelle Geometrie und Algebra" und der Differentialgeometrie	
Lehrinhalte - Theoretische und praktische Grundlagen der linearen Algebra - Mengen und Abbildungen, Gruppen, Ringe, Körper, Vektorräume, Matrizenkalkül, Determinante, Eigenwerte, charakteristisches Polynom, Skalarprodukte	
Voraussetzung Keine	Credits 9
Empfohlenes Semester erstes Semester	Häufigkeit des Angebots jährlich (Wintersemester)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur über Lin. Algebra I/II - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15-20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für gesamte Mathematik	

Moduleinheit Lineare Algebra II	
Übermodul Basismodul Lineare Algebra	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Reelle Geometrie und Algebra" und der Differentialgeometrie	
Lehrinhalte Jordansche Normalform, bilineare und multilineare Abbildungen, quadratische und alternierende Formen, Sylvestersignatur, Orthonormalisierung, orthogonale und unitäre Abbildungen, selbstadjungierte und normale Abbildungen, Spektralsatz	
Voraussetzung Lineare Algebra I	Credits 9
Empfohlenes Semester zweites Semester	Häufigkeit des Angebots jährlich (Sommersemester)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur über Lin. Algebra I/II - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15-20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für - gesamte Mathematik - Aufbaumodul Algebra	

Modultitel Aufbaumodul: Algebra	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Klausur		
Modul-Einheiten - Einführung in die Algebra		
Lernziele - Ziel ist die Vertrautheit mit den algebraischen Grundstrukturen Gruppen, Ringe, Körper. Auf diesen bauen die algebraisierbaren Teile der Mathematik auf. Der Inhalt des Moduls wird in allen höheren algebraischen oder geometrischen Vorlesungen gebraucht, ebenso in modernen Anwendungen (z.B. Codierungstheorie, Kryptographie) oder in der theoretischen Physik.		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen grundlegende abstrakte gruppen-, modul- und körpertheoretische Strukturen und Modelle, - verstehen die Theorie der Moduln über einen Ring als Verallgemeinerung der Theorie der Vektorräume über einen Körper, - wenden abstrakte Sätze und Methoden der Gruppen-, Modul- und Körpertheorie auf konkrete mathematische Probleme an, - sind in der Lage, polynomiale geometrische Sachverhalte mit abstrakten algebraischen und algorithmischen Methoden zu analysieren, - können die Hauptaussagen der Gruppen-, Modul- und Körpertheorie selbständig beweisen, - sind in der Lage, die Richtigkeit einer Aussage mit einem Beweis zu rechtfertigen oder mit Gegenbeispielen zu widerlegen.		

Moduleinheit Einführung in die Algebra	
Übermodul Aufbaumodul Algebra	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Reelle Geometrie und Algebra" und der Differentialgeometrie	
Lehrinhalte Grundlagen der kommutativen Ringe, der Gruppentheorie, der Körpertheorie und der Galoistheorie	
Voraussetzung Basismodul Lineare Algebra	Credits 9
Empfohlenes Semester Drittes Semester	Häufigkeit des Angebots jährlich (Wintersemester)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 15-20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für - Ergänzungsmodul Zahlentheorie - Vertiefungsmodul Algorithmische algebraische Geometrie	

Modultitel Ergänzungsmodul: Zahlentheorie	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik - Wahlmodul im Master Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - Klausur oder mündliche Prüfung 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Zahlentheorie 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden sind mit der Arithmetik ganzer Zahlen (auch in einfachen Integritätsbereichen algebraischer Zahlkörper) vertraut, kennen die Problematik diophantischer Gleichungen, haben Einblicke in die Primzahltheorie und kennen Anwendungen dieser Themen. 		
Kompetenzen		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> - kennen die Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie und können elementare Definitionen wiedergeben, - sind in der Lage, Beweise der zentralen zahlentheoretischen Sätze (z.B. Endlichkeit der Klassenzahl, Dirichletscher Einheitsatz) zu skizzieren, indem sie Methoden und Theorien aus der kommutativen Algebra (z.B. Dedekindringe) und der Geometrie (Minkowskitheorie) kombinieren, - können konkrete elementare zahlentheoretische Fragestellungen im Ring der ganzen Zahlen analysieren und diese in geeignete Fragestellungen über algebraische Zahlkörper umformulieren, welche dann mit abstrakten Sätzen und Methoden der algebraischen Zahlentheorie beantwortet werden können, - sind in der Lage, fundamentale numerische Invarianten eines Zahlkörpers wie Diskriminante und Klassenzahl in einfachen Beispielen explizit zu berechnen und daraus Voraussagen über die Arithmetik des Zahlkörpers zu treffen. 		

Moduleinheit Zahlentheorie	
Übermodul Ergänzungsmodul Zahlentheorie	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes „Reelle Geometrie und Algebra“	
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> - Algebraische Vorbereitungen: Noethersche Ringe und Moduln, Ganzheit, Norm und Spur - Ganze algebraische Zahlen, Dedekindringe, eindeutige Faktorzerlegung in Primideale, Klassengruppe - Minkowski-Theorie, Gitterpunktsatz, Abschätzungen für Norm und Diskriminante, Endlichkeit der Klassenzahl, Dirichletscher Einheitsatz - Zerlegungstheorie von Primidealen in Erweiterungen, quadratische Zahlkörper, Kreisteilungskörper, quadratisches Reziprozitätsgesetz - Anwendung auf die Fermatsche Vermutung 	
Voraussetzung Analysis I, Basis- und Aufbaumodul Algebra	Credits 9
Empfohlenes Semester Viertes Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS	Prüfungsleistung
<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS 	<ul style="list-style-type: none"> - Klausur - 50% in den Übungsblättern
Arbeitsaufwand	
<ul style="list-style-type: none"> - Präsenz in Vorlesung (45 Stunden) und Übung (22,5 Stunden) - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung (60 Stunden) - Übungsaufgaben (120 Stunden) - Klausurvorbereitung (22,5 Stunden) 	

Betreuung der Studenten:

- 1 Dozent für die Vorlesung
- 2 Tutoren (meist ein wissenschaftlicher Mitarbeiter und eine studentische Hilfskraft) für zwei Übungsgruppen zu je ca. 15 Teilnehmern

Vorlesung legt Grundlagen für
Vertiefungsmodul Geometrie und Algebra

Modultitel Vertiefungsmodul: Geometrie und Algebra	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik - Wahlmodul im Master Mathematik		
Modulnote - Klausur oder mündliche Prüfung		
Modul-Einheiten - Algorithmische algebraische Geometrie		
Lernziele - Ziel ist die Vertrautheit mit den Grundlagen von kommutativer Algebra und algebraischer Geometrie, sowie mit den theoretischen und praktischen Grundlagen ihrer Behandlung mit Hilfe von Computeralgebra Systemen. Für eine Vertiefung (BA-Arbeit, eventuell anschließendes MA-Studium) im Bereich des Schwerpunkts "Reelle Geometrie und Algebra" ist dieses Modul eine notwendige Grundlage. Die Algorithmik hat in der algebraischen Geometrie heute große Bedeutung für Theorie und Anwendungen. Die Grundlagen dafür sollen in diesem Modul vermittelt werden.		
Kompetenzen Die Studierenden kennen die Grundlagen der kommutativen Algebra und der algebraischen Geometrie und sind in der Lage, diese auf grundlegende Fragen anzuwenden, die im Bereich der Computeralgebra entstehen.		

Moduleinheit Algorithmische algebraische Geometrie
Übermodul Vertiefungsmodul Geometrie und Algebra
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Reelle Geometrie und Algebra"

Lehrinhalte - Grundlagen der kommutativen Algebra, Idealtheorie, Ganzheit. Affine und projektive Varietäten, Zariskitopologie, Korrespondenz zwischen Varietäten und Idealen, reguläre Funktionen, Morphismen, Eliminationstheorie. - Algorithmische Behandlung der grundlegenden Ring- und Idealoperationen, Gröbnerbasen, Buchberger Algorithmus, Arbeit mit einem geeigneten Computeralgebra System	
Voraussetzung Aufbaumodul Algebra	Credits 9
Empfohlenes Semester Fünftes Semester	Häufigkeit des Angebots jährlich (Wintersemester)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlmodul	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur oder mündliche Prüfung - Aktive Beteiligung an den Übungen
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (studentischer/ wissenschaftlicher Mitarbeiter) auf 10-15 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Bachelorarbeit im Bereich Geometrie und Algebra	

Modultitel Vertiefungsmodul: Mengenlehre	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik - Wahlmodul im Master Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - Klausur oder mündliche Prüfung 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Mengenlehre 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Ziel ist die Vertrautheit mit den Grundlagen von axiomatischer und deskriptiver Mengenlehre, sowie mit ihrer Relevanz und Anwendungen in anderen Gebieten der Mathematik (Analysis und Algebra). Für eine Vertiefung (BA-Arbeit, eventuell anschließendes MA-Studium) in Algebra und Modelltheorie ist dieses Modul eine notwendige Grundlage. Mengenlehre hat in der Algebra heute große Bedeutung für Theorie und Anwendungen. Die Grundlagen dafür sollen in diesem Modul vermittelt werden. 		
Kompetenzen		
Die Studierenden		
<ul style="list-style-type: none"> - können die Rückführung mathematischer Begriffe auf Konzepte der formalen Mengenlehre nachvollziehen sowie eigenständige Formalisierungen einfacher mathematischer Begriffe durchführen, - sind in der Lage die Axiome der Zermelo-Fraenkelschen Mengenlehre zu benennen sowie ihre Motivation und ihre systematische Stellung im Axiomensystem ZFC zu erläutern, - können die Bedeutung einzelner Axiome für ein adäquates Modellieren mathematischer Argumente und Begriffe selbstständig einschätzen, - sind in der Lage, die Übertragung mathematischer Beweise in Beweise aus den mengentheoretischen Axiomen nachzuvollziehen und solche Übertragungen in einem einfachen Rahmen selbst durchzuführen, - können grundlegende transfinite Beweis- und Konstruktionsmethoden wie transfinite Induktion und Rekursion beschreiben und selbst anwenden, - sind in der Lage, einfache Tatsachen der Kombinatorik unendlicher Mengen erklären und beweisen, 		

- können Grundlagen der Arithmetik unendlicher ordinal- und Kardinalzahlen wiedergeben.

Moduleinheit Mengenlehre	
Übermodul Vertiefungsmodul Mengenlehre	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes "Reelle Geometrie und Algebra"	
Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der axiomatischen Mengenlehre, Kardinal- und Ordinalzahlen, Kardinal- und Ordinalzahlarithmetik, die Axiome der Zermelo – Fraenkelschen Mengenlehre, transfinite Induktion, Allgemeine Kontinuumshypothese, Gödel's Unvollständigkeitssatz, - Kapitel aus der deskriptiven Mengenlehre; topologische und metrische Räume, Borel Teilmengen der reellen Zahlen. 	
Voraussetzung Aufbaumodul Algebra	Credits 9
Empfohlenes Semester fünftes Semester	Häufigkeit des Angebots regelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht Wahlmodul	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS 	Prüfungsleistung <ul style="list-style-type: none"> - Klausur oder mündliche Prüfung - Aktive Beteiligung an den Übungen
Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h 	
Betreuung der Studenten: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 10-15 Studenten 	
Vorlesung legt Grundlagen für Bachelorarbeit in Vertiefungsrichtung „Reelle Geometrie und Algebra“ mit Ausrichtung Modelltheorie und Algebra	

Differentialgeometrie und Topologie

Modultitel Ergänzungsmodul: Einführung in die Topologie	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Schriftliche und mündliche Prüfungen		
Modul-Einheiten - Mengentheoretische Topologie		
Lernziele - Vertiefung des Studiums topologischer Räume aus den Grundvorlesungen		
Kompetenzen Die Studierenden - verfügen über topologische Grundkenntnisse und können aus metrischen Räumen vertraute Begriffe wie Offenheit, Konvergenz oder Stetigkeit auf topologische Räume verallgemeinern und aus topologischer Sicht verstehen, - sind in der Lage, Räume anhand von Begriffen wie Kompaktheit oder Trennungseigenschaften zu vergleichen, - kennen den Raum der geschlossenen Kurven und können darauf aufbauend Räume durch einfache algebraische Invarianten im Umfeld der Fundamentalgruppe unterscheiden.		

Moduleinheit Mengentheoretische Topologie
Übermodul Einführung in die Topologie
Dozenten: Dozenten des Fachbereichs

Lehrinhalte - Übergeordnetes Ziel: Räume verstehen - Ziele: Übertragung von Konzepten für den euklidischen Raum auf topologische Räume; Unterscheidung von topologischen Räumen; topologische Grundkenntnisse - Inhalte: topologische Räume, Fundamentalgruppen	
Voraussetzung Basismodul Analysis, Lineare Algebra I	Credits 9
Empfohlenes Semester Ab dem 3. Semester	Häufigkeit des Angebots unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung Schriftliche bzw. mündliche Prüfung
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Fundamentalgruppen, Differentialtopologie, Differentialgeometrie, Funktionalanalysis, algebraische Topologie	

Modultitel Ergänzungsmodul: Algebraische Topologie	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Schriftliche und mündliche Prüfungen		
Modul-Einheiten - Algebraische Topologie		
Lernziele - Unterscheidung topologischer Räume		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen unterschiedliche Homologietheorien sowie deren jeweilige Vor- und Nachteile und können diese auf nachstehende Sachverhalte anwenden, - können damit algebraische Invarianten berechnen und unterschiedliche Räume klassifizieren, sowie "Löcher" verschiedener Dimension identifizieren, - erkennen die Dimension als eine topologische Invariante und Offenheit als eine Eigenschaft von Homöomorphismen, - verstehen das Konzept des Abbildungsgrads und können Existenzsätze für Lösungen endlichdimensionaler Gleichungen mit topologischen Methoden erarbeiten.		

Moduleinheit Algebraische Topologie	
Übermodul Algebraische Topologie	
Dozenten: Dozenten des Fachbereichs	
Lehrinhalte - Übergeordnete Ziele: Unterscheidung topologischer Räume - Ziele: mit Hilfe von algebraischen Invarianten sollen topologische Räume unterschieden werden - Exemplarisch: Homologietheorien, lange exakte Sequenzen, Abbildungsgrad	
Voraussetzung Basismodul Analysis, Lineare Algebra I, Einführungen in Algebra und Topologie sind nützlich	Credits 9
Empfohlenes Semester ab dem 4. Semester	Häufigkeit des Angebots unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung Mündliche oder schriftliche Prüfung
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten	

Modultitel Ergänzungsmodul: Differentialtopologie	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Schriftliche oder mündliche Prüfung		
Modul-Einheiten - Differentialtopologie		
Lernziele - Topologische Beschreibung von Mannigfaltigkeiten mit einfachen Methoden der Analysis.		
Kompetenzen Die Studierenden - kennen grundlegende Strukturen und Konstruktionen im Bereich gekrümmter Räume und können durch Kombination analytischer und topologischer Methoden deren globalen Aufbau verstehen, - können analytisch formalisieren, wie Mannigfaltigkeiten aus elementaren Bausteinen durch Zusammenkleben aufgebaut werden, - sind in der Lage, mit differentialtopologischen Methoden Existenzsätze für analytische Probleme zu zeigen, - können die Bedeutung unterschiedlicher Lösungstypen (generisch oder degeneriert) endlichdimensionaler nichtlinearer Gleichungen einschätzen.		

Moduleinheit Differentialtopologie	
Übermodul Differentialtopologie	
Dozenten: Prof. Dr. Oliver Schnürer	
Lehrinhalte - Übergeordnete Ziele: mathematische Beschreibung gekrümmter Objekte - Ziele: Kenntnisse über abstrakte und eingebettete Mannigfaltigkeiten mit analytischen und topologischen Methoden erwerben - Exemplarisch: Mannigfaltigkeiten, Sardischer Satz, Homotopien, Abbildungsgrad, Morsetheorie, Chirurgie	
Voraussetzung Grundvorlesungen	Credits 9
Empfohlenes Semester 4. Semester	Häufigkeit des Angebots unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung Mündliche bzw. schriftliche Prüfung
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Vertrautheit mit dem hier behandelten Stoff ist für die Differentialgeometrie nützlich, aber nicht notwendig	

Modultitel Ergänzungsmodul: Mannigfaltigkeiten	Credits 5	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Schriftliche und mündliche Prüfungen		
Modul-Einheiten - Mannigfaltigkeiten		
Lernziele - Beschreibung gekrümmter Objekte		
Kompetenzen Die Studierenden - können abstrakte und eingebettete Mannigfaltigkeiten beschreiben und Krümmungsbegriffe verwenden, - sind in der Lage, Ausdrücke mit Metriken und zweiter Fundamentalform umzuformen und auf zahlreiche Beispiele anzuwenden, - können Ableitungsbegriffe auf Tensorbündel übertragen, - sind in der Lage, globale Eigenschaften über die Skalarkrümmung aus lokalen Bedingungen herzuleiten.		

Moduleinheit Mannigfaltigkeiten	
Übermodul Mannigfaltigkeiten	
Dozenten: Prof. Dr. Oliver Schnürer	
Lehrinhalte - Ziele: Kenntnisse über abstrakte und eingebettete Mannigfaltigkeiten - Exemplarisch: Untermannigfaltigkeiten, abstrakte Mannigfaltigkeiten, Tensoren, Krümmung, Metrik	
Voraussetzung Grundvorlesungen	Credits 5
Empfohlenes Semester Ab dem 4. Semester	Häufigkeit des Angebots unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS	Prüfungsleistung Schriftliche bzw. mündliche Prüfung
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 150 h	
Betreuung der Studenten: - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Moduleinheit Differentialgeometrie im Vertiefungsmodul Theorie partieller Differentialgleichungen und Differentialgeometrie	

Modultitel Vertiefungsmodul: Theorie partieller Differentialgleichungen und Differentialgeometrie	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit – Bachelor Mathematik – Im Master Mathematik als Wahlmodul		
Modulnote – Schriftliche oder mündliche Prüfung		
Modul-Einheiten Theorie partieller Differentialgleichungen Differentialgeometrie		
Lernziele – Überblick über theoretische Aspekte partieller Differentialgleichungen – mathematische Beschreibung gekrümmter Objekte		
Kompetenzen Theorie partieller Differentialgleichungen: Die Studierenden – kennen die Laplacegleichung und verstehen, wie die Wärmeleitungs- und Wellengleichung die zugehörigen physikalischen Phänomene beschreiben, – kennen grundlegende Techniken im Umgang mit partiellen Differentialgleichungen, wie etwa das Maximumprinzip, und können diese auf diverse Fragestellungen übertragen, wie beispielsweise stetige Abhängigkeit der Lösung von den Daten, – sind in der Lage, funktionalanalytische Sätze auf partielle Differentialgleichungen anzuwenden. Differentialgeometrie Die Studierenden – können kürzeste Kurven (Geodätische) beschreiben, – sind in der Lage, die Exponentialabbildung anzuwenden und mit deren Hilfe eine Mannigfaltigkeit auf Vollständigkeit zu überprüfen, – können Eigenschaften der intrinsischen und der extrinsischen Geometrie		

rie verknüpfen,
– sind in der Lage, aus lokalen Krümmungsbedingungen auf globale Eigenschaften von Mannigfaltigkeiten zu schließen.

Moduleinheit Theorie partieller Differentialgleichungen	
Übermodul Theorie partieller Differentialgleichungen und Differentialgeometrie	
Dozenten: Dozenten des Schwerpunktes “Analysis und Numerik”; es handelt sich um die erste Hälfte der Moduleinheit Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen aus dem Vertiefungsmodul Analysis und Numerik	
Lehrinhalte – Lineare partielle Differentialgleichungen (PDG) erster Ordnung – Typeinteilung für PDG zweiter Ordnung – elliptische PDG (Perronsche Methode) – hyperbolische PDG (Separationsansatz) – parabolische PDG (klassische Lösungen, Maximumprinzip) – Hilbertraummethoden für elliptische, hyperbolische und parabolische PDG	
Voraussetzung Die drei Basismodule, Aufbau- modul Analysis, Ergänzungsmodul Funktionalanalysis	Credits 5
Empfohlenes Semester Die drei Basismodule, Aufbau- modul Analysis, Ergänzungsmodul Funktionalanalysis	Häufigkeit des Angebots Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS – Vorlesung 2 SWS – Übung 1 SWS	Prüfungsleistung Schriftliche bzw. mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 120 h
Betreuung der Studenten: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent - Tutoren um Gruppengröße von 15-20 Studierenden zu gewährleisten
Vorlesung legt Grundlagen für Bachelorarbeit in der gelegentlich angebotenen Vertiefungsrichtung „Differentialgeometrie“

Moduleinheit Differentialgeometrie	
Übermodul Theorie partieller Differentialgleichungen und Differentialgeometrie	
Dozenten: Prof. Dr. Oliver Schnürer	
Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> - Ziele: Kenntnisse über abstrakte und eingebettete Mannigfaltigkeiten - Exemplarisch: Tensoren, Krümmung, Metrik, Zusammenhänge, Geodätische 	
Voraussetzung Mannigfaltigkeiten	Credits 4
Empfohlenes Semester ab dem 5. Semester	Häufigkeit des Angebots Gelegentlich (anschließend an Vorlesung Mannigfaltigkeiten)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS <ul style="list-style-type: none"> - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS 	Prüfungsleistung Schriftliche bzw. mündliche Prüfung
Arbeitsaufwand <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 120 h 	
Betreuung der Studenten: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten 	
Vorlesung legt Grundlagen für Differentialgeometrie II, Bachelor-Arbeit in Differentialgeometrie, Vertiefung im Bereich Geometrische Analysis	

Stochastik

Modultitel Aufbaumodul: Stochastik	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Klausur über Stochastik I		
Modul-Einheiten - Stochastik I		
Lernziele - Dem Zufall unterworfenen Phänomene sind allgegenwärtig. Das Modul stellt die grundlegenden mathematischen Werkzeuge zur Beschreibung zufälliger Vorgänge zur Verfügung und ermöglicht es somit, Gesetzmäßigkeiten zufälliger Prozesse zu beschreiben und aus Beobachtungen abzuleiten. - Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Deskriptive Statistik, Induktive Statistik, Theorie der stochastischen Prozesse - Die Veranstaltung vermittelt die mathematischen Fähigkeiten, die es den StudentInnen ermöglicht, stochastische dynamische Systeme zu modellieren und Aussagen aus diesen herzuleiten, um reale zufällige Systeme modellieren zu können und Aussagen daraus zu gewinnen. - Die erlernten Methoden werden in allen technischen Berufen und im Finanzwesen benutzt		
Kompetenzen Die Studierenden - können grundlegende mathematische Werkzeuge zur Beschreibung zufälliger Vorgänge anwenden sowie einige Gesetzmäßigkeiten zufälliger Prozesse beschreiben und aus Beobachtungen ableiten, - lernen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, der deskriptiven und induktiven Statistik sowie der Theorie der stochastischen Prozesse kennen und können diese differenziert anwenden, - sind in der Lage, unter Anwendung der gelernten stochastischen Konzepte Ergebnisse zu ermitteln und diese zu beurteilen.		

Moduleinheit Stochastik I	
Übermodul Aufbaumodul Stochastik	
Dozenten: Jan Beran (Teil II), Michael Kohlmann (Teil I)	
Lehrinhalte - Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie - Kolmogorovsche Axiome, Gesetze der großen Zahlen, Zentrale Grenzwertsätze - Einführung in die wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlage zur Behandlung stochastischer Prozesse und deren Anwendung in höheren Veranstaltungen - Deskriptive Statistik: Grafische, tabellarische und numerische Methoden der uni- und multivariaten Statistik - Induktive Statistik: wichtige Verteilungen, statistisches Schätzen, Vertrauensintervalle, Maximum Likelihood Schätzung, Statistisches Testen	
Voraussetzung Kenntnisse aus dem Basismodul Analysis und dem Aufbaumodul Analysis (Maßtheorie), Basismodul Lineare Algebra	Credits 9
Empfohlenes Semester 4. Semester	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur über Stochastik I - Erfolgreiche Teilnahme an den Tutorien ist teilweise Voraussetzung zur Zulassung zur Klausur, Übungsleistungen können in die Endnote mit eingehen

Arbeitsaufwand

- Präsenz in Vorlesungen und Übungen
- Selbststudium
- Vor- und Nachbereitung der Vorlesung
- Bearbeiten von Übungsaufgaben
- Klausurvorbereitung
- 270 Stunden

Betreuung der Studenten:

- 1 Dozent
- 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten (SoSe 09/10)

Vorlesung legt Grundlagen für
Vertiefungsmodul Stochastik

Modultitel Vertiefungsmodul: Stochastik	Credits 9	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Bachelor Mathematik - als Hauptmodul im Master Mathematik 		
Modulnote		
<ul style="list-style-type: none"> - Schriftliche oder mündliche Prüfung 		
Modul-Einheiten		
<ul style="list-style-type: none"> - Stochastik II - Stochastische Prozesse I oder - Mathematische Statistik 		
Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> - Stochastische Prozesse I: Einführung in die stochastische Analysis stetiger Semimartingale, insbesondere der Brownschen Bewegung. Die Kenntnisse ermöglichen die Modellierung stochastischer dynamischer Systeme zum Beispiel durch stochastische Differentialgleichungen und die Behandlung typischer Optimierungs- und Filterprobleme, die auch im mathematical finance auftreten. (siehe Aufbaumodul Stochastik) - Mathematische Statistik: Systematische Einführung in die mathematische Theorie statistischer Inferenz (Schätzen und Testen). Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Güte statistischer Verfahren zu beurteilen, sowie Fragen im Hinblick auf die Entwicklung optimaler Verfahren eigenständig zu analysieren und mit den Methoden der mathematischen Statistik zu beantworten. 		
Kompetenzen		
<p>Stochastische Prozesse I: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verfügen über Wissen im Bereich der stochastischen Analysis stetiger Semimartingale und sind in der Lage, Semimartingalzerlegungen zu identifizieren, - können stochastische Integrale konstruieren und die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten differenziert anwenden, - sind in der Lage, die gelernten Konzepte auf die Modellbildung mittels stochastischer Differentialgleichungen zu transferieren und damit insbesondere typische Optimierungs- und Filterprobleme im mathematical 		

<p>finance zu formulieren.</p> <p>Mathematische Statistik: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - sind in der Lage, verschiedene Maßstäbe zur Beurteilung einer Entscheidungsregel gegenüber zu stellen, - können die Güte statistischer Verfahren kategorisieren, evaluieren und kontrastieren, - sind in der Lage, Fragen im Hinblick auf die Entwicklung optimaler Verfahren eigenständig zu untersuchen und mit den Methoden der mathematischen Statistik zu beantworten.

Moduleinheit Stochastik II – Stochastische Prozesse I	
Übermodul Stochastik	
Dozenten Prof. Dr. Michael Kohlmann	
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> - Theorie der stochastischen Prozesse - Brownsche Bewegung, Semimartingale, Ito Integral, stochastische Differentialgleichungen, stochastische Kontrolltheorie, Beziehungen zu partiellen Differentialgleichungen, Anwendungen - Die Veranstaltung vermittelt die mathematischen Fähigkeiten, die es den StudentInnen ermöglicht, stochastische dynamische Systeme zu modellieren und Aussagen aus diesen herzuleiten 	
Voraussetzung Aufbaumodul Stochastik	Credits 9
Empfohlenes Semester 5. Semester	Häufigkeit des Angebots Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht	Sprache Englisch

Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Klausur über Stochastik II - Erfolgreiche Teilnahme an den Tutorien ist Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung - 270 Stunden	
Betreuung der Studenten - 1 Dozent - 1 Tutor (meist studentischer Mitarbeiter) auf 20 Studenten	
Vorlesung legt Grundlagen für Behandlung stochastischer dynamischer Systeme	

Moduleinheit Mathematische Statistik	
Übermodul Vertiefungsmodul Stochastik	
Dozenten: Jan Beran	
Lehrinhalte Entscheidungsprobleme, Konsistenz, Unverfälschtheit (Unbiasedness), Suffizienz, minimale Suffizienz, Faktorisierungssatz, exponentielle Familien, MVUE-Schätzer, Rao-Blackwell-Theorem, Vollständigkeit, Effizienz, asymptotische Effizienz, Fisher-Information, Cramer- Rao-Schranke, Maximum Likelihood Schätzung, Momentenmethode, Robustheit, Ancillarity, Bayesschätzung, Minimax-Prinzip, Zulässigkeit (Admissibility), Supereffizienz, Shrinkage-Estimators, Steinschätzer Testen: Uniformly Most Powerful Test, Neyman-Pearson Lemma, Unverfälschtheit (Unbiasedness), UMP unbiased tests, Invarianz, Most Powerful Invariant Tests, Likelihood Ratio Tests, asymptotische relative Effizienz, multiples Testen	
Voraussetzung Aufbaumodul Stochastik	Credits 9
Empfohlenes Semester 5. Bachelor-/ 1. Master-Semester	Häufigkeit des Angebots Wintersemester (jährlich)
Pflicht/Wahlpflicht Wahlpflicht BA/MA Mathematik	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS - Vorlesung 4 SWS - Übung 2 SWS	Prüfungsleistung - Abschlussklausur - Übungsleistungen können in die Endnote mit eingehen
Arbeitsaufwand - Präsenzstudium in Vorlesung und Übung 84 Stunden - Selbststudium 180 Stunden - Vor- und Nachbereitung der Vorlesung - Bearbeiten von Übungsaufgaben - Klausurvorbereitung	

Betreuung der Studenten:

- 1 Dozent
- 2 Tutoren/Übungsgruppenleiter, max. 15 Teilnehmer pro Übungsgruppe

Allgemeiner Teil

Modultitel Proseminar	Credits 3	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit – Bachelor Mathematik		
Modulnote – Unbenotet oder gemäß Bewertung des mündlichen Vortrags		
Modul-Einheiten – Proseminar		
Kompetenzen – Von den Teilnehmern eines Proseminars wird allgemein erwartet, dass sie relativ einfache mathematische Sachverhalte in einem Vortrag aus dem vollen Verständnis heraus darstellen können. In einem Vortrag werden erste Grundlagen der Informationskompetenz erworben. Dazu gehören die Präsentation selbstständig erarbeiteter mathematischer Sachverhalte und die Vermittlung derselben an einen studentischen Zuhörerkreis.		

Moduleinheit Proseminar	
Übermodul Proseminar	
Dozenten: Dozenten des Fachbereichs	
Lehrinhalte Nach Ankündigung des Veranstalters	
Voraussetzung Basismodule Analysis und Lineare Algebra	Credits 3
Empfohlenes Semester Drittes Semester	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS 2 SWS	Prüfungsleistung Mündlicher Vortrag, Präsenz, aktive Teilnahme und evtl. schriftliche Ausarbeitung
Arbeitsaufwand – 20 h Präsenzzeit – 70 h Selbststudium	
Betreuung der Studenten: 1 Dozent und/oder 1 Mitarbeiter	
Vorlesung legt Grundlagen für Informationskompetenz	

Modultitel Fachseminar	Credits - 4	Dauer - 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Unbenotet oder gemäß Bewertung des mündlichen Vortrags		
Modul-Einheiten - Fachseminar		
Kompetenzen - Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten am Beispiel eines klar umrissenen Themas. Die Teilnehmer sollen in die Lage versetzt werden, ein Thema zu erarbeiten, verständlich zu präsentieren und angemessen niederzuschreiben. Der sorgfältige Umgang mit Literatur, auch eigenständige und effiziente Recherche, Vortragstechnik unter Verwendung angemessener Präsentationsmedien und wissenschaftliches Schreiben werden vermittelt und weiter eingeübt.		

Moduleinheit Fachseminar	
Übermodul Fachseminar	
Dozenten: Dozenten des Fachbereichs	
Lehrinhalte Nach Ankündigung des Veranstalters	
Voraussetzung Die drei Basismodule, ein Proseminar und vertiefte Kenntnisse aus dem Umfeld des jeweiligen Themas	Credits 4
Empfohlenes Semester Fünftes Semester	Häufigkeit des Angebots Jährlich
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS 2 SWS	Prüfungsleistung Mündlicher Vortrag, Präsenz, aktive Teilnahme und evtl. schriftliche Ausarbeitung
Arbeitsaufwand - 20 h Präsenzzeit - 100 h Selbststudium	
Betreuung der Studenten: 1 Dozent und/oder 1 Mitarbeiter	
Vorlesung legt Grundlagen für - Berichtseminar und Bachelor-Arbeit	

Modultitel Berichtseminar	Credits 3	Dauer 1 Semester
Studienprogramm/ Verwendbarkeit - Bachelor Mathematik		
Modulnote - Unbenotet oder gemäß Bewertung des mündlichen Vortrags		
Modul-Einheiten - Berichtseminar		
Kompetenzen - Erwerb von Kommunikationskompetenz - Verarbeitung von Feedback zur laufenden Bachelor-Arbeit - Diskussion von Lösungsstrategien - gegebenenfalls Feinkontrolle des eingeschlagenen Weges		

Moduleinheit Berichtseminar	
Übermodul Berichtseminar	
Dozenten: Dozenten des Fachbereichs	
Lehrinhalte Richten sich nach den ausgegebenen Themen der Bachelor-Arbeit beim jeweiligen Dozenten	
- Voraussetzung Ein Vertiefungsmodul, aus dem die Bachelor-Arbeit hervorgeht	Credits 3
Empfohlenes Semester Sechstes Semester	Häufigkeit des Angebots Jährlich
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS 2 SWS	Prüfungsleistung Mündlicher Vortrag, aktive Teilnahme und evtl. schriftliche Ausarbeitung
Arbeitsaufwand - 20 h Präsenzzeit - 70 h Selbststudium	
Betreuung der Studenten: 1 Dozent und/oder 1 Mitarbeiter	
Vorlesung legt Grundlagen für Bachelor-Arbeit	

Modultitel Bachelor-Arbeit	Credits 12	Dauer 4 Monate
Studienprogramm/ Verwendbarkeit – Pflicht Bachelor Mathematik		
Modulnote – Gemäß Begutachtung der Arbeit durch zwei Professoren oder Privatdozenten, von denen mindestens einer aus dem Fachbereich sein muss.		
Modul-Einheiten – Bachelorarbeit		
Kompetenzen – Mit der Bachelor-Arbeit soll der Kandidat zeigen, dass er in der Lage ist, eine umfangreichere Aufgabe aus dem Gebiet der Mathematik fachgerecht zu bearbeiten und dabei mathematische Methoden adäquat anzuwenden.		

Moduleinheit Bachelorarbeit	
Übermodul Bachelor-Arbeit	
Dozenten: Professoren und Privatdozenten des Fachbereichs	
Lehrinhalte Richten sich nach der von den Dozenten ausgegebenen Themen	
– Voraussetzung Ein Vertiefungsmodul, aus dem die Arbeit hervorgehen soll	Credits 12
Empfohlenes Semester Sechstes Semester	Häufigkeit des Angebots Jährlich
Pflicht/Wahlpflicht Pflichtveranstaltung	Sprache Deutsch
Lehrform/SWS Persönliche Betreuung	Prüfungsleistung Bachelor-Arbeit
Arbeitsaufwand – 20 h persönliche Betreuung – 340 h Selbststudium	
Betreuung der Studenten: 1 Dozent	
Vorlesung legt Grundlagen für Beruf oder Master-Studium	