

ERNST-MORITZ-ARNDT-UNIVERSITÄT GREIFSWALD
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT
Institut für Mathematik und Informatik

Modulkatalog

Bachelor of Science

Mathematik

Inhaltsverzeichnis

Pflichtmodule	4
P1: Analysis	5
P2: Lineare Algebra und Analytische Geometrie	6
P3: Algorithmen und Programmierung / Computeralgebra	8
P4: Optimierung	10
P5: Stochastik	11
P6: Gewöhnliche Differentialgleichungen	12
P7: Algebra I	13
P8: Numerik I	14
P9: Maß- und Integrationstheorie	15
Bachelorarbeit	16
BA: Bachelorarbeit	17
Wahlmodule	18
A1: Algebra II	19
A2: Numerik Grundpraktikum	20
A3: Optimale Steuerung / Variationsrechnung	21
A4: Differentialgeometrie	22
A5: Finanz- und Versicherungsmathematik	23
A6: Fourieranalysis / Distributionentheorie	24
A7: Funktionalanalysis	25
A8: Funktionentheorie	26
A9: Mathematische Logik	27
A10: Multivariate Statistik	28
A11: Nichtlineare Optimierung	29
A12: Numerik II	30
A13: Partielle Differentialgleichungen	31
A14: Statistik	32
A15: Spieltheorie	33
A16: Spezialvorlesung I	34
A17: Spezialvorlesung II	35
Seminare	36
S1: Proseminar	37
S2: Seminar	38
S3: Seminar mit Ausarbeitung	39
Theoretische Physik	40

T1: Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik	41
T2: Theoretische Physik 2: Elektrodynamik	42
T3: Theoretische Physik 3: Quantenmechanik	43
T4: Theoretische Physik 4: Thermodynamik und Statistische Physik	44
Experimentalphysik	45
E1: Experimentalphysik 1: Mechanik / Wärme	46
E2: Experimentalphysik 2: Elektrizität / Optik	47
E3: Experimentalphysik 3: Atome / Moleküle	48
E4: Experimentalphysik 4: Festkörper	49
Nebenfach Informatik	50
I1: Theoretische Informatik	51
I2: Praxis des Programmierens	52
I3: Datenstrukturen und effiziente Algorithmen	53
I4: Praktikum Softwaretechnik	54
I5: Computergrafik I	55
I6: Datenbanken	56
I7: Randomisierte Algorithmen	57
Betriebswirtschaftslehre	58
B1: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre	59
B2: Technik des betrieblichen Rechnungswesens (Buchhaltung)	60
B3: Güterwirtschaftliche Prozesse	61
B4: Betriebliche Entscheidungsprozesse	62
Volkswirtschaftslehre	63
V1: Einführung in die Volkswirtschaftslehre	64
V2: Mikroökonomik	65
V3: Makroökonomik	66
V4: Makroökonomische Steuerungsprozesse	67
V5: Soziale Marktwirtschaft	68
V6: Umwelt- und Ressourcenökonomik	69

Pflichtmodule

Modul P1: Analysis	
Verantwortlicher	Professur Analysis
Lehrformen	Vorlesung (8 SWS) und Übung (4 SWS)
Dauer/Turnus	2 Sem., jeweils 4+2 SWS im WS und SoSe, beginnend jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der Grundbegriffe der Analysis einer und mehrerer Veränderlicher als Fundament für die weiteren fachwissenschaftlichen Studien, insbesondere Befähigung zur sicheren Differentiation, zur Berechnung einfacher mehrdimensionaler Integrale sowie einfacher Kurven- und Flächenintegrale, • Beherrschung mathematischer Arbeitsweisen (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formale Begründung, mathematische Begriffsbildung, sichere Beherrschung verschiedener Beweistechniken), • grundlegendes Verständnis für die praktische Relevanz von mathematischen Modellen, • Befähigung zur Vermittlung elementarer mathematischer Sachverhalte sowie Schulung der Team- und Kommunikationsfähigkeit durch die Übungen. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Axiomatik der reellen Zahlen und elementaren Funktionen • Konvergenz von Folgen und Reihen • Metrische Räume, Banachscher Fixpunktsatz • Differential- und Integralrechnung von Funktionen in einer oder mehreren Variablen • Grundbegriffe der Vektoranalysis, Integrale über Kurven und Flächen, Satz von Stokes • analytische Behandlung von einfachen Modellen für physikalische und biologische Prozesse 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb von zwei unbenoteten Übungsscheinen. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	540 (Vorlesung: 120, Übung: 60, Selbststudium: 360)
Leistungspunkte	18
Modulart	Pflichtmodul

Modul P2: Lineare Algebra und Analytische Geometrie	
Verantwortlicher	Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis
Lehrformen	Vorlesung (8 SWS) und Übung (4 SWS)
Dauer/Turnus	2 Sem., jeweils 4+2 SWS im WS und SoSe, beginnend jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis und Beherrschung grundlegender Prinzipien algebraischer Strukturen und deren Anwendung auf einfache mathematische Fragestellungen, • Beherrschung von mathematischem Basiswissen als Grundlage des gesamten weiteren Studiums, • Befähigung zu mathematischen Arbeitsweisen (Entwicklung mathematischer Intuition, Aneignung der Fähigkeit, formal und verständlich zu begründen, Schulung des Abstraktionsvermögens, Einsicht in den axiomatischen Aufbau mathematischer Fachgebiete anhand durchsichtiger Strukturen), • Kenntnisse über den strukturellen Aufbau der Mathematik, • Befähigung zur Erkennung der Zusammenhänge zwischen abstrakten mathematischen Theorien und konkreten Beispielen, • Befähigung zur Anwendung des Erlernten für praktische Fragestellungen, • Bereitschaft zur Diskussion und zum gemeinsamen Erarbeiten von Ergebnissen und Kommunikationsfähigkeit durch freie Rede vor einem Publikum. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Gruppen und Körper, Vektorräume, lineare Abbildungen, Matrizen, lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, Basis und Dimension, Determinanten, Skalarprodukte, euklidische und unitäre Vektorräume, Länge von Vektoren, Winkel, Orthogonalität, Diagonalisierbarkeit, charakteristisches Polynom, Minimalpolynom, Eigenwerte, symmetrische und hermitesche Matrizen, Satz von der Hauptachsentransformation, nilpotente Matrizen, Jordansche Normalform, normale Matrizen, Normalform orthogonaler Matrizen, Exponential einer Matrix, Anwendungen Markov-Ketten, lineare Differentialgleichungen, affine Geometrie, affine und euklidische Punkträume, Kegelschnitte, Tensorprodukte von Vektorräumen, Kodierungstheorie, Satz von Perron-Frobenius 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb von zwei unbenoteten Übungsscheinen. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	540 (Vorlesung: 120, Übung: 60, Selbststudium: 360)
Leistungspunkte	18

Modulart

Pflichtmodul

Modul P3: Algorithmen und Programmierung / Computeralgebra	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (4 SWS)
Dauer/Turnus	2 Sem., jährlich, Vorlesung/Übung Algorithmen und Programmierung im WS, Übung Computeralgebrasysteme im SoSe
Qualifikationsziele	
<p>Algorithmen und Programmierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegendes Verständnis für den Begriff des Algorithmus, • Kompetenzen in der Bewertung von Algorithmen hinsichtlich Ihrer Leistungsfähigkeit, • Befähigung zum Entwurf einfacher Algorithmen, • Befähigung zur Erstellung einfacher Programme in JAVA. <p>Computeralgebrasysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Befähigung zur Lösung von Standardaufgaben (Faktorisierung, Nullstellenberechnung, Termvereinfachung, Differentiation/Integration) mit Hilfe von Computeralgebrasystemen, • Befähigung zur Erstellung von einfachen Programmen in Computeralgebrasystemen, • Befähigung zur Analyse und Bearbeitung komplexer, praktischer Aufgabenstellungen. 	
Inhalt	
<p>Algorithmen und Programmierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende algorithmische Probleme (Suchen, Sortieren) • elementare Datenstrukturen (Listen, Stacks, Queues, Suchbäume) • Entwurfstrategien für Algorithmen (Teile und Herrsche, Greedy) • Analyse von Algorithmen (O-Notation, Laufzeit, Speicherbedarf) • grundlegende Aspekte der objektorientierten Programmierung in JAVA <p>Computeralgebrasysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Computeralgebrasystemen zur Lösung von Standardaufgaben wie: Faktorisierung, Nullstellenbestimmung, Termvereinfachung, Differenzieren/Integrieren • Erstellung einfacher Programme in einem Computeralgebrasystem 	
Vorkenntnisse	Algorithmen und Programmierung: Abitur Computeralgebrasysteme: Analysis, Lineare Algebra und analytische Geometrie

Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (90 min) oder einer mündlichen Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten zum Stoff der Vorlesung Algorithmen und Programmierung und dem Erwerb von zwei unbenoteten Übungsscheinen. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines zu Computeralgebrasystemen legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	330 (Vorlesung: 60, Übung: 60, Selbststudium: 210)
Leistungspunkte	11
Modulart	Pflichtmodul

Modul P4: Optimierung	
Verantwortlicher	Professur Angewandte Mathematik, Professur Numerische Mathematik und Optimierung
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über die Bedeutung und Herkunft linearer Optimierungsprobleme, • Kompetenzen zur Lösung linearer Optimierungsprobleme, • Befähigung zur konkreten Umsetzung der entsprechenden Lösungsmethoden, • Befähigung zur Weitergabe und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse, • Kompetenzen zur mathematischen Modellierung von komplexen Prozessen. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der linearen Optimierung • Dualitätstheorie • Simplexverfahren • duales Simplexverfahren • Innere-Punkte-Methoden • Anwendungsprobleme: Transportprobleme, Zuordnungsprobleme 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II; Lineare Algebra I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Pflichtmodul

Modul P5: Stochastik	
Verantwortlicher	Juniorprofessur Stochastik/Statistik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • grundlegendes sicheres Verständnis für stochastische Konzepte und Fragestellungen, • Befähigung zur Einordnung und adäquaten Lösung von einfachen stochastischen Problemen, • Verständnis für grundlegende Fakten und Zusammenhänge der Stochastik, • Befähigung zur Formulierung stochastischer Modelle und zu deren Anwendung in vielfältigen, auch gesellschaftlichen, Zusammenhängen, • Beherrschung der Grundlagen für die Module Statistik und Randomisierte Algorithmen sowie für verschiedene Wahlpflichtmodule (Finanz- und Versicherungsmathematik, Spieltheorie, multivariate Statistik). 	
Inhalt	
<p>Grundlegende Konzepte und Denkweisen der Stochastik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wahrscheinlichkeitsraum, Ereignisse und Zufallsgrößen • Verteilung, Verteilungsfunktion und Dichtefunktion, Erwartungswert und Streuung, Quantile • bedingte Wahrscheinlichkeit, Unabhängigkeit, Korrelation, Regression • Gesetz der großen Zahlen, Binomial-, Normal- und Poissonverteilung <p>Weiterführende Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faltung von Zufallsgrößen, Zentraler Grenzwertsatz, Einführung in Markov-Ketten, Grundideen der Statistik, Poisson-Prozess 	
Vorkenntnisse	Analysis I, Lineare Algebra I
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Pflichtmodul

Modul P6: Gewöhnliche Differentialgleichungen	
Verantwortlicher	Professur Analysis
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über die Lösbarkeit gewöhnlicher Differentialgleichungen, • Befähigung zur Lösung spezieller Typen von Differentialgleichungen, • Beherrschung von einfachen Problemen aus der Physik, Biologie und Technik, die sich durch gewöhnliche Differentialgleichungen beschreiben lassen, • Befähigung zur Analyse von dynamischen Prozessen und Verständnis für deren praktische Bedeutung, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe, Definition, Anfangswertproblem, autonome Differentialgleichungen • Lösungstheorie: Existenz- und Eindeutigkeit einer Lösung, Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen • lineare Differentialgleichungssysteme: Grundlagen, Beziehung zwischen homogener und inhomogener Gleichung, Exponential von Matrizen, Wronski-Determinante • Differentialgleichungs-Modelle von dynamischen Prozessen aus Physik und Biologie 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	150 (Vorlesung: 30, Übung: 15, Selbststudium: 105)
Leistungspunkte	5
Modulart	Pflichtmodul

Modul P7: Algebra I	
Verantwortlicher	Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis grundlegender Prinzipien algebraischer Strukturen, • Verständnis für die Anwendbarkeit und den Nutzen algebraischer Strukturen in vielen Bereichen der Mathematik, • vertieftes Verständnis und Befähigung zur Verwendung der algebraischen Konzepte Gruppen, Ringe, Körper und der Begriffe wie Faktorisierung und Teilbarkeit im abstrakten Kontext, • Beherrschung von Methoden des axiomatischen Vorgehens, • Befähigung zu mathematischen Arbeitsweisen und Beweistechniken in der Algebra (z. B. Klassifikation, Diagramme, universelle Eigenschaften, Darstellungen), • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Gruppen: Satz von Lagrange, Normalteiler und Faktorgruppen, Isomorphiesätze, zyklische Gruppen, endliche abelsche Gruppen, Permutationsgruppen, Sylowsche Sätze • Ringe : Ideale und Faktorringe, Polynomringe, euklidische Ringe, Hauptidealringe, Teilbarkeit, Quotientenkörper, faktorielle Ringe • Körper: Körpererweiterungen 	
Vorkenntnisse	Lineare Algebra I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Pflichtmodul

Modul P8: Numerik I	
Verantwortlicher	Professur Angewandte Mathematik, Professur Numerische Mathematik und Optimierung
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse zur Interpretation numerischer Resultate, • Kenntnisse zur Anwendbarkeit numerischer Approximationsverfahren, • Kompetenzen beim Einsatz numerischer Software, • Kompetenzen bei der Entwicklung numerischer Software, • Befähigung zur Lösung spezieller Grundaufgaben der Numerik, • Befähigung zur Weitergabe und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Gleitpunktarithmetik • Fehleranalyse • Verfahren zur Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungssystemen und Ausgleichsproblemen • Interpolation (Polynome und Splines) und Quadratur (Newton-Cotes und Gauß) 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II, Lineare Algebra I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Pflichtmodul

Modul P9: Maß- und Integrationstheorie	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Biomathematik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Stärken und Anwendungen eines abstrakten Maß- und Integrationsbegriffs als Grundlage für ein fortgeschrittenes Studium der Stochastik und Analysis, • Beherrschung der typischen analytischen und stochastischen Begriffsbildungen und Verständnis ihrer Zusammenhänge, • Beherrschung fortgeschrittener Beweistechniken, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
<p>Grundlagen der Maß- und Integrationstheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion von Maßen • Lebesguesche Integrationstheorie • Produktmaße, Satz von Fubini • Darstellungssätze (Riesz, Radon-Nikodym) • L_p-Räume <p>Weiterführende Themen, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lebesgue-Integral auf Untermannigfaltigkeiten des \mathbb{R}^n, Differentialformen und der Satz von Stokes • Desintegration und bedingte Erwartungswerte 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Pflichtmodul

Bachelorarbeit

Modul BA: Bachelorarbeit	
Verantwortlicher	Betreuender Hochschullehrer
Lehrformen	Schriftliche Abschlussarbeit
Dauer/Turnus	6 Monate, jederzeit
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Befähigung zur Bearbeitung einer mathematischen, forschungsorientierten Fragestellung unter Anleitung durch einen Hochschullehrer in begrenzter Zeit • Kompetenzen zur Niederschrift der erzielten Ergebnisse in Form einer wissenschaftlichen Arbeit 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • je nach Themenstellung 	
Vorkenntnisse	je nach Themenstellung
Prüfung	Schriftliche Arbeit mit Begutachtung
Note	Gemittelte Note der Gutachter
Aufwand in h	360 (Selbststudium: 360)
Leistungspunkte	12
Modulart	Pflichtmodul

Wahlmodule

Modul A1: Algebra II	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im SoSe ungerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Algebraisierung eines fundamentalen Symmetriebegriffes, • Kenntnis über das Zusammenwirken geometrischer und algebraischer Methoden, • Beherrschung des grundlegenden Begriffs der Darstellung und seiner Anwendungen in vielen Gebieten der Mathematik und Naturwissenschaften (Algebra, Operatoralgebren, Physik, Chemie), • Fähigkeit zur eigenständigen Entwicklung komplexer mathematischer Modelle, • souveräne Beherrschung mathematischer Arbeitsweisen (mathematisch einwandfreie Formulierung von eigenen Resultaten, axiomatischer Aufbau einer Theorie), • Kommunikationsfähigkeit in wissenschaftlicher Diskussion (Übung). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Lie-Algebren: Nilpotente und auflösbare Lie-Algebren, Satz von Engel, Satz von Lie, Kriterium von Cartan, Halbeinfache Lie-Gruppen, Kriterium für Halbeinfachheit, Klassifikation und Darstellungstheorie halbeinfacher Lie-Algebren oder • Darstellungstheorie: Darstellungstheorie endlicher Gruppen, vollständige Reduzibilität; Schursches Lemma, Charaktere, irreduzible Darstellungen der symmetrischen Gruppen, Young-Tableaux, Darstellungstheorie der klassischen Matrix-Gruppen, Klassische Gruppen, irreduzible Darstellungen der klassischen Gruppen 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II, Algebra I
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Wahlmodul

Modul A2: Numerik Grundpraktikum	
Verantwortlicher	Professur Angewandte Mathematik, Professur Numerische Mathematik und Optimierung
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse zum Anwendungsbereich der gewöhnlichen Differentialgleichungen, • Befähigung zur kritischen Bewertung numerischer Ergebnisse, • Kompetenzen bei der Auswahl geeigneter Lösungsmethoden, • Kompetenzen zur Entwicklung numerischer Software für Anfangswertaufgaben, • Kompetenzen zur Weitergabe und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Methoden zur numerischen Lösung von Anfangswertproblemen bei gewöhnlichen Differentialgleichungen • effiziente Einschrittverfahren (Runge-Kutta Verfahren) mit Schrittweitensteuerung • effiziente Mehrschrittverfahren mit Schrittweiten- und Ordnungssteuerung • Konvergenztheorie • implizite Methoden für steife Probleme 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II; Lineare Algebra I, II; Numerik I
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 30, Übung: 30, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A3: Optimale Steuerung / Variationsrechnung	
Verantwortlicher	Professur Angewandte Mathematik, Professur Numerische Mathematik und Optimierung
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im SoSe ungerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der grundlegenden Methoden der Variationsrechnung in einem systematischen Aufbau, • Kenntnis der notwendigen Bedingungen im Falle von Nebenbedingungen, • Beherrschung der numerischen Verfahren zur Lösung der resultierenden Randwertprobleme, • Verständnis der Übereinstimmungen mit und Unterschiede zu Optimierungsproblemen im endlich-dimensionalen Raum, • Befähigung zur Bearbeitung anwendungsorientierter Fragestellungen mit entsprechender Software, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation und fachlichen Diskussion. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Variationsprobleme ohne Nebenbedingungen - Notwendige Bedingungen 1. Ordnung • Nebenbedingungen in Integralform, in Form von Differentialgleichungen und in Form von Ungleichungen • Optimalsteuerungsprobleme und Lösung von Mehrpunkt-Randwertproblemen • Notwendige Bedingungen 2. Ordnung • Hinreichende Bedingung von Weierstraß. 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A4: Differentialgeometrie	
Verantwortlicher	Professur Analysis
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im SoSe ungerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über Mannigfaltigkeiten und Untermannigfaltigkeiten, • Kompetenzen im analytischen Umgang mit gekrümmten Objekten, • Befähigung zur koordinatenfreien Erfassung und Beschreibung von mathematischen Eigenschaften von Mannigfaltigkeiten, • Kenntnisse über den Zusammenhang geometrischer Extremaleigenschaften mit physikalischen Variationsprinzipien, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Klassische Kurven- und Flächentheorie, Theorema egregium • Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Vektorbündel, Tensorkalkül • (Pseudo-)Riemannsche Mannigfaltigkeiten • Zusammenhänge auf Vektorbündeln, Levi-Civita-Zusammenhang, Torsion und Krümmung • physikalische Anwendungen der Differentialgeometrie, z. B. in spezieller oder allgemeiner Relativitätstheorie 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A5: Finanz- und Versicherungsmathematik	
Verantwortlicher	Juniorprofessur Stochastik/Statistik
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS ungerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die mathematische Modellierung ökonomischer Probleme und für finanzpolitische Fragen, • Kompetenzen zur selbständigen und sicheren Bewältigung von Problemen der Finanzmathematik, • Beherrschung der Prinzipien der Lebens- und Sachversicherung und der zugehörigen Konzepte der Stochastik. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Konzepte der Finanzmathematik: Zins, Barwert, Kurse, Renten, Kredite, Effektivzins • Lebensversicherung: Äquivalenzprinzip, Bevölkerungsstatistik und Sterbetafeln, Deckungskapital • Sachversicherung und Risikomanagement: Risiko-Parameter, Portfolios, individuelles und kollektives Modell, Gesetz der großen Zahlen und Satz von Wald, Schadenszahl- und Schadenshöhe-Verteilungen • Risikoprozess und Ruin-Problem, Satz von Lundberg • Kapitalmarkt: Marktpreise, Hedging, Finanzderivate 	
Vorkenntnisse	Analysis I,II, Lineare Algebra I, Stochastik, Statistik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A6: Fourieranalysis / Distributionentheorie	
Verantwortlicher	Professur Analysis
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im SoSe gerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • fundierte Kenntnisse über die Fouriertransformation und Sicherheit im Umgang mit dem Distributionenkalkül, • Kompetenz in den für zahlreiche Anwendungen grundlegenden Techniken der Harmonischen Analysis, • Befähigung zur Beschreibung von Phänomenen im Zeit- und Frequenzbereich, • Kenntnisse über Querverbindungen und den Erfolg des Zusammenwirkens von Methoden aus unterschiedlichen Bereichen (etwa der Analysis, Funktionentheorie und Funktionalanalysis). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Konvergenz von Fourierreihen • Faltungsprodukte • Fourierinversionsformel, Satz von Plancherel • Testfunktionsräume und Distributionen • Schwartzraum, temperierte Distributionen und deren Fouriertransformation • Sobolevräume, das Konzept schwacher Ableitungen, Einbettungssätze, Hilbertraummethoden • Anwendungen der Theorie auf partielle Differentialgleichungen, insbesondere solcher aus der mathematischen Physik, Fundamentallösungen • Anwendungen in der Variationsrechnung, Formulierung von Randwertproblemen 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II; Maß- und Integrationstheorie
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A7: Funktionalanalysis	
Verantwortlicher	Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im SoSe gerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • fundierte Kenntnisse der typischen Probleme der unendlich dimensionalen Theorie und deren Anwendungen, • Wissen über die enge Verzahnung von Reiner und Angewandter Mathematik (mathematische Physik, Signaltheorie), • Einsicht in die funktionalanalytischen Prinzipien, Zusammenführung von Methoden der Analysis und der Algebra, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Banachräume, Folgenräume, Dualräume, Hilberträume • Prinzipien der Funktionalanalysis • kompakte Operatoren • Spektraltheorie beschränkter Operatoren • Resolventen • symmetrische Operatoren • Funktionalkalkül • unbeschränkte Operatoren 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II; Lineare Algebra und Analytische Geometrie I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Wahlmodul

Modul A8: Funktionentheorie	
Verantwortlicher	Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS gerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung einer eleganten mathematischen Theorie, • Kenntnisse über die Anwendung komplex-analytischer Methoden zur Lösung von Problemen der reellen Analysis, • vertieftes Verständnis für die elementaren Funktionen durch die Sicht der komplexen Analysis, • erweitertes Verständnis für den Aufbau und die Methodik der Mathematik, anhand der geschichtlichen Entwicklung dieses mathematischen Gebietes, • Beherrschung mathematischer Arbeitsweisen (Entwicklung mathematischer Intuition und deren formale Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung), • Befähigung zur mündlichen Kommunikation und wissenschaftlichen Diskussion. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemannsches Differentialgleichungen, holomorphe Funktionen • Potenzreihen, analytische Funktionen • komplexe Kurvenintegrale, Cauchyscher Integralsatz, Cauchysche Integralformel • Potenzreihenentwicklung, Singularitäten, Laurententwicklung, meromorphe Funktionen • Residuensatz und seine Anwendungen • Weierstraßscher Produktsatz, Satz von Mittag-Leffler • elliptische Funktionen 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II; Lineare Algebra und Analytische Geometrie I, II
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A9: Mathematische Logik	
Verantwortlicher	Leiter der AG Berechenbarkeitstheorie über algebraischen Strukturen
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS ungerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • vertieftes Verständnis für die mathematischen Grundlagen des logischen Denkens und Schließens, • vertieftes Verständnis für die Unterscheidung zwischen der inhaltlichen Bedeutung von Sätzen einer Satzmenge und ihrer syntaktischen Herleitbarkeit, • Befähigung zur Anwendung formaler Sprachen, insbesondere Befähigung zur Präzisierung von Begriffen, zur Formalisierung von Problemen und zum Führen von formalen Beweisen, • Verständnis für die Grenzen der Ausdrucksmöglichkeit formaler Konzepte und Befähigung zur kritischen Auseinandersetzung mit den Anwendungsmöglichkeiten formaler Werkzeuge. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Aussagenlogik und der Prädikatenlogik erster Stufe • Logische Deduktionssysteme und Semantik prädikatenlogischer Sprachen • Kompaktheitssatz • Gödelscher Vollständigkeitssatz <p>Weiterführende Themen (z.B.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolutionsmethode und logische Programmierung • Axiomatische Mengenlehre (ZFC, Ordinalzahlen und Kardinalzahlen) • Prädikatenlogik zweiter Stufe und Henkin-Interpretation 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra und analytische Geometrie
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A10: Multivariate Statistik	
Verantwortlicher	Professur Biomathematik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS ungerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • umfassende Kenntnisse zu Modellen und Methoden der Multivariaten Statistik, • Kompetenzen zur selbstständigen Auswahl von adäquaten Modellen und Methoden für reale Daten und Befähigung zur Interpretation der Ergebnisse, • erweiterte Fähigkeiten in der Datenanalyse (Übung). 	
Inhalt	
Grundlagen der Multivariaten Statistik: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Lineare Modelle • Generalisierte Lineare Modelle • Hauptkomponentenanalyse • Latentstrukturanalyse • Diskriminanzanalyse • Clusteranalyse • Multidimensionale Skalierung 	
Vorkenntnisse	Stochastik, Statistik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Wahlmodul

Modul A11: Nichtlineare Optimierung	
Verantwortlicher	Professur Angewandte Mathematik, Professur Numerische Mathematik und Optimierung
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Kenntnisse der Optimierungstheorie, • Fähigkeiten zur numerischen Lösung von Optimierungsproblemen, • Verständnis für die Relevanz von Optimierungsaufgaben für zahlreiche praktische Fragestellungen, • Kompetenzen in der Klassifikation konkreter Aufgaben und der geeigneten Methodenwahl. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Notwendige und hinreichende Bedingungen zur Lösung von unbeschränkten und beschränkten, nichtlinearen Optimierungsproblemen (Karush-Kuhn-Tucker Theorie) • Methoden zur numerischen Lösung von entsprechenden, glatten Problemen • Abstiegsverfahren • Trust-Region-Verfahren • Penalty-Verfahren • Aktive-Mengen-Strategie und SQP-Verfahren 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II; Lineare Algebra I, II; Optimierung
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A12: Numerik II	
Verantwortlicher	Professur Angewandte Mathematik, Professur Numerische Mathematik und Optimierung
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der grundlegenden Methoden zur numerischen Lösung von partiellen Differentialgleichungen, • Kompetenzen in der Auswahl geeigneter Verfahren für konkrete Aufgabenstellungen, • Beherrschung der Konvergenztheorie und der Methoden der Fehlerkontrolle, • Kompetenz in der Umsetzung von numerischen Verfahren in effiziente Software (große Gleichungssysteme), • Kenntnis der Querverbindungen zu anderen Bereichen wie Analysis, Algebra, Geometrie u.v.m., • Beherrschung der wichtigsten Methoden zur Berechnung von Eigenwerten, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und wissenschaftliche Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Numerik partieller Differentialgleichungen • Methoden für elliptische, parabolische und hyperbolische Probleme • Iterative Lösung großer Gleichungssysteme • Numerik von Eigenwertaufgaben 	
Vorkenntnisse	Numerik I
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Wahlmodul

Modul A13: Partielle Differentialgleichungen	
Verantwortlicher	Professur Analysis
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über die fundamentalen Typen von Differentialgleichungen (Laplace-Gleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung), • Befähigung, Probleme mathematisch mit Hilfe partieller Differentialgleichungen zu formulieren, • Beherrschung analytischer Lösungsmethoden, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion (Übungen). 	
Inhalt	
Partielle Differentialgleichungen 1. Ordnung: <ul style="list-style-type: none"> • Charakteristikenmethode • Vollständiges Integral • Hamilton-Jacobi-Theorie Partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung: <ul style="list-style-type: none"> • Laplace-Gleichung (Fundamentallösung, Darstellungsformeln, Greensche Funktion, Dirichlet-Problem für die Kugel, Maximumprinzip) • Wärmeleitungsgleichung (Fundamentallösung, Anfangs-Randwertproblem, Maximumprinzip) • Wellengleichung (Anfangswertproblem, Duhamelsches Prinzip) • Hilbertraummethode bei elliptischen Randwertproblemen (Einführung) 	
Vorkenntnisse	Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A14: Statistik	
Verantwortlicher	Professur Biomathematik, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Juniorprofessur Stochastik/Statistik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die grundlegenden Fragestellungen der Statistik, • Befähigung zur systematischen Formulierung, Einordnung und adäquaten Lösung von einfachen statistischen Problemen, • Beherrschung von Standardschätz- und Testverfahren und deren Anwendung mithilfe von Statistik-Software, • Verständnis für die Breite der statistischen Verfahren, • Kompetenz zur sicheren Beurteilung der Ergebnisse statistischer Standardmethoden, • Beherrschung des nötigen Grundwissens für fortgeschrittene Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Statistik. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Fragestellungen der deskriptiven und der schließenden Statistik • Statistische Modellierung und Verteilungsannahmen • Punktschätzer, Konfidenzbereiche, statistische Tests • Einfache Gütekriterien für Schätzer und Tests • Weiterführende Fragestellungen: Varianzanalyse, multiples Testen, robuste Verfahren, nichtparametrische Verfahren, Bootstrap • Verwendung von Statistik-Software (Übungen) 	
Vorkenntnisse	Analysis I, II, Lineare Algebra I, Stochastik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Wahlmodul

Modul A15: Spieltheorie	
Verantwortlicher	Professur Diskrete Biomathematik
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS gerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Befähigung zu strategischem Denken und zur Formulierung von Gegensätzen von Interessen, • Beherrschung der Lösungsansätze, • Verständnis für die Struktur von Konfliktsituationen und deren mathematische Modellierung anhand von Problemen aus Politik, Wirtschaft und Alltag, • Kenntnis der neueren Ansätze der evolutionären und dynamischen Spieltheorie im Zusammenhang und Gegensatz mit klassischen Lösungskonzepten, • Verständnis für die Komplexität und Vielfältigkeit der Varianten bei Mehrpersonenspielen, • Beherrschung einfacher Ansätze wie Kern und Shapley-Index, • Vertiefte Kenntnisse in Stochastik, Analysis und Optimierung durch neue Anwendungen. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Lösung kombinatorischer Spiele • Klassische Zwei-Personen Matrix-Spiele, reine und gemischte Strategien • Minimax-Lösung und Nash-Gleichgewicht, Existenzsätze • Evolutionäre Spieltheorie, evolutionär stabile Gleichgewichte • Dynamische Modellierung von Spielen • Mehrpersonenspiele, Koalitionsbildung, Kern, Shapley-Indizes 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra, Stochastik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Modul A16: Spezialvorlesung I	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Numerische Mathematik und Optimierung, Professur Angewandte Mathematik, Professuren Informatik, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis, Professur Diskrete Biomathematik
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS) und Vorlesung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., nach Bedarf
Qualifikationsziele	
Grundlegende Kenntnisse und fundierte Kompetenzen in zwei ausgewählten Spezialgebieten.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Themen aus der Mathematik 	
Vorkenntnisse	nach Bedarf
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	90 (Vorlesung: 30, Selbststudium: 60)
Leistungspunkte	3
Modulart	Wahlmodul

Modul A17: Spezialvorlesung II	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Numerische Mathematik und Optimierung, Professur Angewandte Mathematik, Professuren Informatik, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis, Professur Diskrete Biomathematik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., nach Bedarf
Qualifikationsziele	
Grundlegende Kenntnisse und fundierte Kompetenzen in einem ausgewählten Spezialgebiet.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Themen aus der Mathematik 	
Vorkenntnisse	nach Bedarf
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Wahlmodul

Seminare

Modul S1: Proseminar	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Numerische Mathematik und Optimierung, Professur Angewandte Mathematik, Professuren Informatik, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis, Professur Diskrete Biomathematik
Lehrformen	Proseminar (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., Proseminar: jährlich im SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Befähigung, mathematische Inhalte insbesondere durch Literaturstudium eigenständig zu erwerben und zu vertiefen, • Befähigung, einen strukturierten, effizienten und auf die Kompetenzen des Publikums zugeschnittenen Vortrag zu halten, • Kompetenzen in der Diskussionsführung. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • ergänzende Themen aus der Analysis und der linearen Algebra, aufbauend auf den Vorlesungen Analysis I und II und Lineare Algebra 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einem Referat (60 min) zu einem vereinbarten Thema. Außerdem wird eine aktive und regelmäßige Teilnahme an Proseminar erwartet.
Note	keine
Aufwand in h	60 (Proseminar: 30, Selbststudium: 30)
Leistungspunkte	2
Modulart	Seminarmodul

Modul S2: Seminar	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Numerische Mathematik und Optimierung, Professur Angewandte Mathematik, Professuren Informatik, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis, Professur Diskrete Biomathematik
Lehrformen	Seminar (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jedes Semester
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Literaturrecherche, zum Lesen, Verstehen, Einordnen und Bewerten von mathematischer Literatur, • Erweiterung der Fähigkeiten zur didaktischen Aufbereitung und Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags, • Kompetenzen in der Diskussionsführung, • Fähigkeit zur schriftlichen Ausarbeitung eines mathematischen Themas. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • ergänzende Themen aus dem Bereich Analysis/Optimierung, aus dem Bereich Diskrete Mathematik/Algorithmik/Algebra oder aus dem Bereich Stochastik/Statistik 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einem Referat (90 min) zu einem vereinbarten Thema. Außerdem wird eine aktive und regelmäßige Teilnahme am Seminar erwartet.
Note	keine
Aufwand in h	90 (Seminar: 30, Selbststudium: 60)
Leistungspunkte	3
Modulart	Seminar modul

Modul S3: Seminar mit Ausarbeitung	
Verantwortlicher	Professur Analysis, Professur Numerische Mathematik und Optimierung, Professur Angewandte Mathematik, Professuren Informatik, Professur Algebra und funktionalanalytische Anwendungen, Professur Algebraische Methoden der Analysis, Professur Diskrete Biomathematik
Lehrformen	Seminar (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jedes Semester
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Literaturrecherche, zum Lesen, Verstehen, Einordnen und Bewerten von mathematischer Literatur, • Erweiterung der Fähigkeiten zur didaktischen Aufbereitung und Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags, • Kompetenzen in der Diskussionsführung, • Fähigkeit zur schriftlichen Ausarbeitung eines mathematischen Themas. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • ergänzende Themen aus dem Bereich Analysis/Optimierung, aus dem Bereich Diskrete Mathematik/Algorithmik/Algebra oder aus dem Bereich Stochastik/Statistik 	
Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einem Referat (90 min) zu einem vereinbarten Thema und einer schriftlichen Ausarbeitung (10-15 Seiten) dieses Referates. Außerdem wird eine aktive und regelmäßige Teilnahme am Seminar erwartet.
Note	keine
Aufwand in h	180 (Seminar: 30, Ausarbeitung: 30, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Seminarmodul

Theoretische Physik

Modul T1: Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik	
Verantwortlicher	Professur Theorie dichter Plasmen
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Vertrautheit mit den Grundbegriffen der Klassischen Mechanik als geschlossene Physikalische Theorie • Fähigkeit, Probleme der klassischen theoretischen Mechanik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Newtonsche Mechanik mit Anwendungen (z. B. Bewegung im Zentralkraftfeld), Extremalprinzipien, Lagrange-Mechanik mit Anwendungen (z.B. Zwangskräfte, Normalschwingungen, Bewegung in Nichtinertialsystemen, starrer Körper) • Hamiltonsche Mechanik, (infinitesimale) Kanonische Transformation, Symmetrien und Erhaltungssätze, Hamilton-Jacobi Theorie, Phasenraumbeschreibung integrierbarer Systeme • Mathematische Ergänzungen • Je nach Dozent: deterministisches Chaos, nichtlineare Dynamik, Kontinuumsmechanik 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Modul T2: Theoretische Physik 2: Elektrodynamik	
Verantwortlicher	Professur Theorie dichter Plasmen
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Vertrautheit mit dem Feldbegriff • Intuitives Verständnis des Elektromagnetismus • Fähigkeit, Probleme der Elektrodynamik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Relativitätstheorie und relativistische Mechanik, geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld, Wirkungsintegral, Erhaltungssätze und Invarianten, Maxwellsche Gleichungen, Elektrostatik und Magnetfeld stationärer Ströme, Elektromagnetische Wellen und Strahlung, Elektrodynamik der Kontinua, Plasmen • Mathematische Ergänzungen 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Modul T3: Theoretische Physik 3: Quantenmechanik	
Verantwortlicher	Professur Komplexe Quantensysteme
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Vertrautheit mit den Konzepten und dem Formalismus der Quantentheorie • Verständnis elementarer quantenmechanischer Systeme • Fähigkeit, Probleme der Quantenmechanik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen und axiomatischer Aufbau der Quantentheorie, Messprozess, Quantendynamik (Bilder), harmonischer Oszillator (Besetzungszahldarstellung), Teilchen im elektromagnetischen Feld (Eichtransformation), Quantentheorie des Drehimpulses (Spin), Wasserstoffatom, Näherungsverfahren, Goldene Regel • Mathematische Ergänzungen 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Modul T4: Theoretische Physik 4: Thermodynamik und Statistische Physik	
Verantwortlicher	Professur Theorie kondensierter Materie
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Konzepte der Thermodynamik • Verständnis der Begründung der Thermodynamik in der Statistischen Physik • Vertrautheit mit einfachen Anwendungen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht • Fähigkeit, Probleme der Thermodynamik und Statistischen Physik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, Gleichgewichtsensembles mit Anwendungen (Gittergas, Liouville-Theorem, statistischer Operator, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Besetzungszahldarstellung), ideales Bose/Fermi-Gas, Spinsysteme, Strahlungsfeld, Elemente der Thermodynamik (Hauptsätze, Zustandsgleichungen), Reale Gase, • Phasenübergänge, Ising-Modell, Nichtgleichgewichtsphänomene (Brownsche Bewegung, Boltzmann-Gleichung, H-Theorem und Irreversibilität), • Mathematische Ergänzungen 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Experimentalphysik

Modul E1: Experimentalphysik 1: Mechanik / Wärme	
Verantwortlicher	Professur Niedertemperaturplasmaphysik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der grundlegenden Begriffe, Phänomene und Methoden der klassischen Mechanik und der Wärmelehre • Fähigkeit, Aufgaben der Mechanik und Wärmelehre selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Größen/Grundgrößen und Gleichungen, Kinematik des Massepunktes, Dynamik des Massepunktes (Kräfte, Inertialsysteme und beschleunigte Bezugssysteme), Arbeit, Leistung, Energie, Mechanische Schwingungen, Impuls und Drehimpuls, Drehbewegung starrer Körper, Erhaltungssätze, Elastische Eigenschaften fester Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik • Physikalische Größen der Wärmelehre, Thermische Ausdehnung und Temperaturskala, Wärme, Wärmetransport, Ideale und reale Gase, Hauptsätze der Wärmelehre, Kreisprozesse, Aggregatzustände und Phasenumwandlungen, Kinetische Wärmetheorie (Boltzmann-Theorem, mikroskopische Analyse des Gasdrucks, Boltzmannscher Gleichverteilungssatz) 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	240 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 150)
Leistungspunkte	8
Modulart	Nebenfachmodul

Modul E2: Experimentalphysik 2: Elektrizität / Optik	
Verantwortlicher	Professur Niedertemperaturplasmaphysik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der grundlegenden Begriffe, Phänomene und Methoden der klassischen Elektrizitätslehre und der Wellenphysik/Wellenoptik und geometrischen Optik • Fähigkeit, Aufgaben der Elektrizitätslehre und der Wellenphysik/Wellenoptik und geometrischen Optik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften elektrischer Ladungen und elektrostatischer Felder, Coulombsches Gesetz, Influenz, Feld der elektrischen Verschiebung, Kondensator, Nichtleiter im elektrischen Feld, Energie und Kraftwirkungen elektrischer Felder, stationärer Strom, Leitfähigkeit, Eigenschaften des Magnetfeldes stationärer Ströme, Magnetischer Fluss, Lorentzkraft, Induktionsgesetz und Lenzsche Regel, Magnetfelder in Materie, Energie und Kraftwirkungen magnetischer Felder, Wechselstrom und elektrische Schwingungen, Maxwell-Gleichungen • allgemeine Wellenlehre (Wellengleichung, ebene harmonische Welle, Welleneigenschaften), Interferenzen von Wellen (Beugung von Licht) Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Absorption und Polarisierung, Ausbreitung des Lichtes, Satz von Fermat, Abbildung durch Reflexion und Brechung, optische Instrumente 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	240 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 150)
Leistungspunkte	8
Modulart	Nebenfachmodul

Modul E3: Experimentalphysik 3: Atome / Moleküle	
Verantwortlicher	Professur Grenz- und Oberflächenphysik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der grundlegenden Begriffe, Phänomene und Methoden der Atom- und Molekülphysik • Fähigkeit, Aufgaben der Atom- und Molekülphysik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grenzen der klassischen Physik: Photoelektrischer Effekt, Schwarzer Strahler und Strahlungsgesetze, Röntgenstrahlung, Radioaktivität, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus, Compton-Streuung • Quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms, Wellenfunktion (Radial- und Kugelflächenfunktionen), Quantisierung der Energie, Bahn-Drehimpuls, Magnetisches Moment, Spin des Elektrons, Spin-Bahn-Kopplung, Zeeman-Effekt, g- Faktor, Feinstruktur des Wasserstoffspektrums mit Auswahlregeln, Lamb-Verschiebung, Pauliprinzip, Periodensystem der Elemente, Hund-sche Regeln, Funktionsprinzip des Lasers, Chemische Bindungen, Wasserstoff-Molekül und -ion, Molekülorbitale, Elektronische Zustände, Rotation, Schwingung, Übergänge und Auswahlregeln 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	240 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 150)
Leistungspunkte	8
Modulart	Nebenfachmodul

Modul E4: Experimentalphysik 4: Festkörper	
Verantwortlicher	Professur Grenz- und Oberflächenphysik
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übung (1 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der grundlegenden Begriffe, Phänomene und Methoden der Festkörperphysik • Fähigkeit, Aufgaben der Festkörperphysik selbständig zu lösen 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Bindungskräfte im Festkörper (van der Waals, ionisch, kovalent, metallisch), Kristallstrukturen (Bravais- Gitter, primitive Einheitszelle, Wigner-Seitz-Zelle, Miller-Indizes, reziprokes Gitter), Messmethoden, Elastische Eigenschaften von Kristallen, akustische und optische Phononen, Dispersionsrelationen, Spezifische Wärme, Anharmonische Effekte • Freies Elektronengas in Metallen, Fast-freie Elektronen im Kristall (Blochsches Theorem, Energielücken, Fermi-Oberflächen und Brillouin- Zonen, Übergang zu Halbleitern und Isolatoren), Bandstrukturen, Ladungsträgerstatistik, Dotierung, pn-Übergang, Dielektrische Eigenschaften, Optische Anregungen in Metallen und Halbleitern, Plasmonen und Polaritonen, Magnetisierung, Dia-, Para-, Ferro- und Antiferromagnetismus, Supraleitung (Meißner- Effekt, London-Gleichung), Cooper-Paare, Flussquantisierung, Josephson-Effekt 	
Vorkenntnisse	keine
Prüfung	unbenoteter Übungsschein, mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) nach Maßgabe des Dozenten
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	210 (Vorlesung: 45, Übung: 15, Selbststudium: 150)
Leistungspunkte	7
Modulart	Nebenfachmodul

Nebenfach Informatik

Modul I1: Theoretische Informatik	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der grundlegenden Eigenschaften und Grenzen der Berechenbarkeit, • Verständnis der Bedeutung der Berechenbarkeit für die Informatik, • Verständnis für mathematische Modelle informationsverarbeitender Systeme und deren Anwendung, • Befähigung zum Vergleich von Typen formaler Sprachen und zugehöriger Akzeptortypen bezüglich ihrer Leistungsvermögen, • Verständnis und Beherrschung des Wechselspiels zwischen mathematischer Intuition und ihrer Präzisierung durch formale Systeme, • Befähigung zur mündlichen Kommunikation durch freie Rede und Diskussion in den Übungen. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Berechenbarkeits- und Algorithmentheorie: Intuitiver Algorithmus-Begriff und mathematische Präzisierungen der Berechenbarkeit (goto-, while-, aber auch loop-Programme, Turingmaschinen u.a.), Church-Turing-Hypothese, universelle Funktionen und unlösbare Probleme • Endliche Automaten und sequentielle Wortfunktionen, Boolesche Funktionen, Schaltalgebra • Formale Sprachen, die Klassen der Chomsky-Hierarchie und ihre Akzeptortypen 	
Vorkenntnisse	Lineare Algebra, Analysis, Algorithmen und Programmierung
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Modul I2: Praxis des Programmierens	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Befähigung zur selbständigen Planung komplexerer Anwendungen einschließlich graphischer Benutzerschnittstelle, • Beherrschung der Implementierung in einer objektorientierten Programmiersprache (Java oder C++), • Kenntnisse über gängige Werkzeuge zur Softwareentwicklung und deren Anwendung, • Fähigkeit, sich selbständig in neue Werkzeuge und Sprachen einzuarbeiten. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Werkzeuge zur Erstellung und Verwaltung komplexerer Softwareprojekte (integrierte Entwicklungsumgebungen, Versionsverwaltung und Programmieren im Team, Debugging, Profiling) • weiterführende Themen der Programmierung in einer objektorientierten Programmiersprache (GUI, Exceptions, Threads, Typvariablen) 	
Vorkenntnisse	Einführung in die EDV, Algorithmen und Programmierung
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	unbenotet
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Modul I3: Datenstrukturen und effiziente Algorithmen	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Überblick über wichtige komplexere algorithmische Probleme und Datenstrukturen, • Fähigkeit zur Analyse ihrer Leistungsfähigkeit, • Verständnis für die grundsätzlichen Schwierigkeiten beim Entwurf von Algorithmen für NP-schwere Probleme, • Kompetenz zum selbständigen Entwurf und der Analyse von Algorithmen für solche Probleme, • Fähigkeit zum Verwenden von online verfügbaren Quelltextbibliotheken. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • komplexere Datenstrukturen und deren Analyse (Hashing, Heaps, höhenbalancierte Suchbäume) • Algorithmen zur Suche in Strings • fortgeschrittene Analysetechniken (amortisierte Analyse) • Probleme der kombinatorischen Optimierung (kürzeste Wege in Netzwerken, minimale Spannbäume, Matchings, Netzwerkfluss) • Strategien zur Lösung NP-schwerer Probleme (Approximationsalgorithmen, parametrisierte Algorithmen) • Implementation einzelner Datenstrukturen und Algorithmen 	
Vorkenntnisse	Algorithmen und Programmierung, Theoretische Informatik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) und dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	270 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 180)
Leistungspunkte	9
Modulart	Nebenfachmodul

Modul I4: Praktikum Softwaretechnik	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (1 SWS) und Praktikum (3 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich im SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der wesentlichen Phasen des Prozesses der Erstellung komplexer Software, • Fähigkeiten in der Abschätzung und Planung der notwendigen Ressourcen zur Umsetzung eines Projekts, • Kompetenz zur Übernahme von Verantwortung für einen wesentlichen Teil der Entwicklungsarbeit an einem Projekt im Team, • Fähigkeiten zur Präsentation der Möglichkeiten und Grenzen der erstellten Software. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Werkzeuge und Methoden zur Entwicklung und Wartung umfangreicher Software-Systeme • Projektplanung • Entwurf und Implementierung • Dokumentation, Testen und Qualitätssicherung 	
Vorkenntnisse	Praxis des Programmierens
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus dem Erwerb eines unbenoteten Übungsscheines. Die Kriterien für den Erhalt eines Übungsscheines legt der Dozent in der ersten Vorlesungswoche fest. Erfolgt keine Festlegung, so sind 50 % der Übungsaufgaben erfolgreich zu bearbeiten.
Note	unbenotet
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 15, Übung: 45, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Modul I5: Computergrafik I	
Verantwortlicher	Professur Informatik
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS gerade Jahre
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die im Kontext der grafischen Darstellung auftretenden Problemstellungen, • Befähigung zur Lösung entsprechender Probleme mit aktuellen Bibliotheken, • vertiefte praktische Kompetenzen in der Bearbeitung von Programmieraufgaben und Verwendung von u.a. OpenGL. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Grundlagen der Computergrafik • menschliche Farbwahrnehmung • Theorie der Bildentstehung • OpenGL • objektorientierten Grafikprogrammierung • Dateiformate • OpenGLSL 	
Vorkenntnisse	Algorithmen und Programmierung, Lineare Algebra und analytische Geometrie, Praxis des Programmierens
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min) oder einer Klausur (90 min) nach Maßgabe des Dozenten.
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 30, Übung: 30, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Modul I6: Datenbanken	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im WS
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Befähigung zum Entwurf eines relationalen Datenbankschemas, • Kompetenz zur Bewertung eines solchen anhand von objektiven Kriterien wie funktionellen Abhängigkeiten, • Kompetenz zur Formulierung von Datenbankabfragen, auch bei Verknüpfung mehrerer Tabellen, • Kenntnis der Datenstrukturen und Methoden, mit denen eine Datenbank intern die Daten organisiert, unter Berücksichtigung von Datensicherheit beim Ausfall von Hardware, • Kompetenz zur Implementierung von Datenbank Anwendungen in wenigstens einer Programmiersprache. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Datenbankarchitektur • relationales Datenmodell • Datenbankabfragesprache SQL • Entity-Relationship-Modell • Normalformen • Dateiorganisation und Indizes • XML • Datenbank Anwendungen 	
Vorkenntnisse	Algorithmen und Programmierung
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 30, Übung: 30, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Modul I7: Randomisierte Algorithmen	
Verantwortlicher	Professuren Informatik
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., zweijährlich im geraden SoSe
Qualifikationsziele	
<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Analyse und zum Entwurf von randomisierten Algorithmen, • Verständnis für die grundlegenden Probleme, die bei der Analyse und dem Entwurf auftreten, • Beherrschung einer Palette von Werkzeugen und Techniken, mit deren Hilfe diese Probleme gelöst werden können. 	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Begriffe und Techniken (Typen von randomisierten Algorithmen, Laufzeit als Erwartungswert, Chernoff-Schranken, probabilistische Methode, Random Walks) • Randomisierte Datenstrukturen • Randomisierte Algorithmen für Probleme auf Graphen • Randomisierte Algorithmen für Probleme aus der Zahlentheorie • Randomisierte Approximationsalgorithmen 	
Vorkenntnisse	Algorithmen und Programmierung, Stochastik, Theoretische Informatik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (30 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Betriebswirtschaftslehre

Modul B1: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Marketing
Lehrformen	Vorlesung/Übung (3 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Wintersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden haben einen Überblick über das Fach Betriebswirtschaftslehre gewonnen. Sie sind in der Lage, weiterführende Lehrveranstaltungen zu besuchen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Gegenstand, Problemstellungen und Methoden der Betriebswirtschaftslehre, Überblick über die gesamte Breite des Fachs • vertieftes Wissen in den Bereichen Investition und Finanzierung, Produktion und Absatz, Organisation und Rechnungswesen • ökonomische Denkweise, betriebswirtschaftliche Fachsprache und -methodik 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Betriebswirtschaftslehre für Nicht-BWL (V/Ü) 	
Vorkenntnisse	keine formellen Teilnahmevoraussetzungen
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	150 (Vorlesung/Übung: 45, Selbststudium: 105)
Leistungspunkte	5
Modulart	Nebenfachmodul

Modul B2: Technik des betrieblichen Rechnungswesens (Buchhaltung)	
Verantwortlicher	Professur für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre sowie Unternehmensprüfung und -besteuerung
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Wintersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden haben einen Überblick über das System der doppelten Buchführung und der Jahresabschlusserstellung gewonnen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Finanzbuchhaltung • Betriebsabrechnung • Grundlagen der Bilanzierung und Bewertung 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Technik des betrieblichen Rechnungswesens (V/Ü) 	
Vorkenntnisse	keine formellen Teilnahmevoraussetzungen
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	150 (Vorlesung: 30, Übung: 30, Selbststudium: 90)
Leistungspunkte	5
Modulart	Nebenfachmodul

Modul B3: Güterwirtschaftliche Prozesse	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Marketing; Professur Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Produktionswirtschaft; Professur Allgemeine Betriebswirtschaftslehre sowie Organisation, Personalwirtschaft und Innovationsmanagement
Lehrformen	Vorlesungen/Übungen (9 SWS)
Dauer/Turnus	2 Sem., die Lehrveranstaltungen dieses Moduls werden einmal pro Jahr angeboten, in jedem Semester mindestens eine.
Qualifikationsziele	
Die Studierenden sind in die Lage versetzt, Begriff und Denkkonzepte des Marketings zu beschreiben, zu beurteilen und hinsichtlich unternehmerischer Ziele adäquat auszugestalten. Sie besitzen einen Überblick über die zentralen organisatorischen Gestaltungsalternativen und die wichtigsten personalpolitischen Instrumente und sind in der Lage zu beurteilen, welche Instrumente für verschiedene betriebliche Kontextsituationen geeignet sind. Die Studierenden haben Kenntnisse über grundlegende Fragestellungen der Planung und Steuerung produktionswirtschaftlicher Prozesse sowie der Produktions- und Kostentheorie.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Marketing-Mix • Grundlagen der marktorientierten Unternehmensführung • Grundlagen der Marketingstrategien • Grundzüge der Struktur- und Prozessorganisation • Reorganisation • Personalwirtschaftliche Gestaltungsfelder • Grundlagen der Produktions- und Kostentheorie • Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung (Produktionsprogrammplanung; Produktionsfaktorplanung; Produktionsprozessplanung) 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Marketing (V/Ü) • Personal und Organisation (V/Ü) • Produktionswirtschaft (V/Ü) 	
Vorkenntnisse	Grundlagenkenntnisse der BWL
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	450 (Vorlesung/Übung: 135, Selbststudium: 315)
Leistungspunkte	15
Modulart	Nebenfachmodul

Modul B4: Betriebliche Entscheidungsprozesse	
Verantwortlicher	Professur Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Gesundheitsmanagement
Lehrformen	Vorlesungen (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Wintersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über Methoden der Entscheidungsvorbereitung und Entscheidungsfindung in betrieblichen Entscheidungsfeldern, insbesondere logistischer güterwirtschaftlicher Entscheidungen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • deskriptive und präskriptive Entscheidungstheorie; Entscheidungsfindung unter Sicherheit, Risiko und Unsicherheit; kollektive Entscheidungsfindung • Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik sowie Grundzüge der Metalogistik 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungstheorie (V) • Logistik (V) 	
Vorkenntnisse	Grundlagen der BWL und güterwirtschaftlicher Prozesse
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung/Übung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Volkswirtschaftslehre

Modul V1: Einführung in die Volkswirtschaftslehre	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Volkswirtschaftslehre sowie Wachstum, Strukturwandel und Handel
Lehrformen	Vorlesung/Übung (3 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Sommersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden erwerben grundlegendes Verständnis für volkswirtschaftliche Konzepte und Fragestellungen und sind mit volkswirtschaftlichen Prinzipien und Rahmenbedingungen sowie deren Einflüssen auf das tägliche Leben vertraut.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Begriffliche Grundlagen • Grundlagen der Mikroökonomik • Grundlagen der Makroökonomik • Grundlagen der Modellanalyse • Grundlagen von Märkten und Preisbildung • gesamtwirtschaftliches Produktionsergebnis (Wirtschaftskreislaufanalyse, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung) • Grundlagen wirtschaftlicher Dynamik • wirtschaftspolitische Ziele • volkswirtschaftliche Indikatoren • Grundlagen der offenen Volkswirtschaft 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Volkswirtschaftslehre (V/Ü) 	
Vorkenntnisse	keine formellen Teilnahmevoraussetzungen
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	150 (Vorlesung/Übung: 45, Selbststudium: 105)
Leistungspunkte	5
Modulart	Nebenfachmodul

Modul V2: Mikroökonomik	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Volkswirtschaftslehre, insbesondere Geld und Währung
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Wintersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden haben Kenntnisse über grundlegende mikroökonomische Zusammenhänge und deren Anwendbarkeit an Hand praktischer und theoretischer Einsichten zu wirtschaftlichen Problemstellungen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Haushaltstheorie • Unternehmenstheorie • Märkte und Preisbildung • Theorie des Allgemeinen Gleichgewichts • Externe Effekte und Öffentliche Güter 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Mikroökonomische Theorie (V/Ü) 	
Vorkenntnisse	keine formellen Teilnahmevoraussetzungen; wirtschaftswissenschaftliche Grundkenntnisse werden erwartet
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	210 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	7
Modulart	Nebenfachmodul

Modul V3: Makroökonomik	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Volkswirtschaftslehre, insbesondere Geld und Währung
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Sommersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden haben Kenntnisse über grundlegende gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge und deren Anwendbarkeit an Hand praktischer und theoretischer Einsichten zu wirtschaftlichen Problemstellungen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Ex-ante-Analyse • Gütermarkt • Geldmarkt • Arbeitsmarkt • Modell der offenen Volkswirtschaft • Aggregierte Nachfrage, aggregiertes Angebot • vollständiges Makromodell • Modellvergleich: Keynes - Klassik • Makroökonomische Kontroversen: Phillips-Kurven-Diskussion, Monetarismus vs. Keynesianismus 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Makroökonomische Theorie (V/Ü) 	
Vorkenntnisse	keine formellen Teilnahmevoraussetzungen
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	210 (Vorlesung: 60, Übung: 30, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	7
Modulart	Nebenfachmodul

Modul V4: Makroökonomische Steuerungsprozesse	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Volkswirtschaftslehre sowie Wachstum, Strukturwandel und Handel
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Wintersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden sind befähigt, makroökonomische Handlungsoptionen im jeweiligen gesamtwirtschaftlichen Kontext auf ihre Vorteilhaftigkeit zu beurteilen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Geldwirtschaft [Mikrofundierung des Geldes, Geldnachfrage, Geldangebot], Grundlagen der Geldpolitik, Geldpolitik der EZB bzw. des Eurosystems (Geld und Kredit) • Konjunktur- und Wachstumstheorie (Konjunktur und Wachstum) 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Geld und Kredit (V) • Konjunktur und Wachstum (V) 	
Vorkenntnisse	Grundlagenkenntnisse der VWL, Mikroökonomik und Makroökonomik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Modul V5: Soziale Marktwirtschaft	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Volkswirtschaftslehre sowie Wachstum, Strukturwandel und Handel
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Sommersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden sind befähigt, grundlegende Prinzipien und Steuerungsmöglichkeiten der sozialen Marktwirtschaft auf ihre Vorteilhaftigkeit zu beurteilen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Grundzüge der Allgemeinen Steuerlehre, öffentliche Güter (Einführung in die Finanzwissenschaft) • Wettbewerbstheorie und -politik (Wettbewerb) 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Finanzwissenschaft (V) • Wettbewerb (V) 	
Vorkenntnisse	Grundlagenkenntnisse der VWL, Mikroökonomik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (120 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul

Modul V6: Umwelt- und Ressourcenökonomik	
Verantwortlicher	Professur Allgemeine Volkswirtschaftslehre sowie Wachstum, Strukturwandel und Handel
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)
Dauer/Turnus	1 Sem., jährlich, i. d. R. im Sommersemester
Qualifikationsziele	
Die Studierenden sind befähigt, umweltökonomische Probleme zu erkennen und zu erklären, umweltpolitische Maßnahmen zu beurteilen und die Möglichkeit zu nachhaltigem Wachstum bei Einsatz begrenzter Ressourcen einzuschätzen.	
Inhalt	
<ul style="list-style-type: none"> • Theorie öffentlicher und privater Güter, Theorie externer Effekte; sustainable development; ökologische Ökonomie; ökonomische Wirkungen des Umwelthaftungsrechts (Umweltökonomie) • endogene Wachstumstheorie, Konzepte der Nachhaltigkeit, Wachstum bei beschränkt vorhandenen und bei erneuerbaren Ressourcen (endogenes Wachstum und Nachhaltigkeit) 	
Lehrveranstaltungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Umweltökonomie (V) • Endogenes Wachstum und Nachhaltigkeit(V) 	
Vorkenntnisse	Grundlagenkenntnisse der VWL, Mikroökonomik
Prüfung	Die Modulprüfung besteht aus zwei Klausuren (je 60 min).
Note	Note der Modulprüfung
Aufwand in h	180 (Vorlesung: 60, Selbststudium: 120)
Leistungspunkte	6
Modulart	Nebenfachmodul