

Modulhandbuch für die Bachelor- und Masterstudiengänge Mathematik,
Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Computational Mathematics

Fachgruppe Mathematik der Universität Bayreuth

4. April 2024

Vorwort

Das Fachstudium in Mathematik/Technomathematik/Wirtschaftsmathematik an der Universität Bayreuth besteht aus Basis-, Aufbau-, Vertiefungs- und Spezialisierungsmodulen, deren Modulbeschreibungen Sie hier finden. Für das Vertiefungsmodul „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“ und das Spezialisierungsmodul „Spezialkenntnisse in Mathematik“ stellen wir Ihnen ferner eine *eine Auswahl* der wählbaren Vertiefungs- bzw. Spezialveranstaltungen vor.

Im Sinne einer lebendigen und forschungsnahen Lehre ist es nicht möglich, ja nicht einmal angebracht, *alle* Vertiefungs- und Spezialveranstaltungen in dieses Modulhandbuch mit aufzunehmen, die an der Universität Bayreuth jemals angeboten werden könnten.

Das vollständige Angebot an Vertiefungs- und Spezialveranstaltungen wird vor jedem Semester im jeweils aktuellen Vorlesungsverzeichnis und im jeweils aktuellen kommentierten Vorlesungsverzeichnis veröffentlicht. Die Modalitäten bzgl. Prüfung etc. werden analog wie in den hier veröffentlichten Vertiefungsveranstaltungen sein.

Auf diese Weise ist es insbesondere möglich, stets auf Basis aktueller Erwägungen Vertiefungs- und Spezialveranstaltungen anzubieten, die besonders geeignet sind, interessante Seminare und Abschlussarbeiten vorzubereiten.

Ferner enthält dieses Modulhandbuch nur solche Anwendungsfachmodule, die für die Studiengänge Techno- und Wirtschaftsmathematik Pflichtmodule sind. Wahlmöglichkeiten für Wahlpflichtmodule in den Anwendungsfächern finden sich in den Modulhandbüchern der entsprechenden Studiengänge, die wir hier nicht reproduzieren wollen. Diese kleine Unbequemlichkeit entsteht aus den vielfältigen Wahlmöglichkeiten, die wir Ihnen in den Anwendungsfächern zugestehen.

Ihr Studiengangsmoderator hilft Ihnen gern dabei, geeignete Veranstaltungen aus den aktuell angebotenen Veranstaltungen zur Ableistung von Wahlpflichtmodulen auszusuchen.

Wie in der Mathematik seit je her üblich, bedeutet die Lehrform „Übung“ eine Kleingruppenübung, deren Gruppengröße in Schnitt bei 15 liegen sollte. Genauso sind mathematische Seminare („Hauptseminare“ in diesem Modulhandbuch) seit je her konzipiert für 15 Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmer.

Das Konzept der Mathematik-Studiengänge sieht vor, dass allgemeine Schlüsselqualifikationen in den einzelnen Veranstaltungen integriert erworben werden.

In Anhang G geben wir einen Überblick, wo welche Schlüsselqualifikation in welchem Umfang eine Rolle spielt. Die Quantifizierung ist natürlich nur ein Anhaltspunkt, denn jeder gute Dozent und jede gute Dozentin wird versuchen, bei den Studierenden individuell den Bedarf an Anleitung in fächerübergreifenden Kompetenzen zu ermitteln.

Eine *verbindliche* Aufstellung aller für einen Studienabschluss zu absolvierenden Module geben die Anhänge H bis M. Bis auf die Basismodule A1 und A2, in denen Prüfungsversuche nach dem ersten Studienjahr (nach dem zweiten für ein Teilzeitstudium) verbindlich sind, gibt es keine Vorschriften, wann diese Module zu absolvieren sind. Es ist bei der Planung des Studiums allerdings angebracht, die jeweiligen fachlichen Voraussetzungen für die Module in den Modulbeschreibungen zu beachten, auch wenn es sich i. d. R. nur um Empfehlungen handelt. Die *unverbindlichen* Beispiel-Studienpläne in den Anhängen A bis F geben an, wie das Studium *zum Beispiel* zeitlich organisiert werden *könnte*, wenn man sich eine möglichst gleichmäßige Belastung von etwa 30 Leistungspunkten (15 für ein Teilzeitstudium) pro Semester wünscht. Je nach aktuellem Veranstaltungsangebot kann die tatsächlich mögliche Studienorganisation in einem Semester schon einmal um wenige Leistungspunkte abweichen.

Beachten Sie, dass alle Masterstudiengänge der Mathematik als „English on Demand“ angeboten werden. Das bedeutet, dass wann immer nicht-deutsch-sprechende Studierende in einem Masterkurs sind, dieser Kurs in englischer Sprache abgehalten wird. Die Kurs-Teams werden Sie bei Anlaufschwierigkeiten mit der englischen Sprache gern unterstützen.

Die Mitglieder der Fachgruppe Mathematik

4. April 2024

Preface For English-Speaking Master Students

All the master programs in mathematics (mathematics, mathematics in engineering, mathematics in economics) are offered in “English on Demand”. This means that, whenever a non-german-speaking person is present in one of the master courses, this course will be taught in english. You can find some master modules in this catalogue described in both german and english. They have been provided for your convenience. The translations have been generated with care. Note, however, that the decisive versions are always the german versions.

The members of the mathematics department

April 4, 2024

Inhaltsverzeichnis

I Bachelor-Module	9
A. Basismodule	10
A1.1 Analysis 1	10
A1.2 Analysis 2	11
A2.1 Lineare Algebra 1	12
A2.2 Lineare Algebra 2	13
A3. Vektoranalysis	14
A4. Funktionentheorie	15
A5. Programmierkurs	16
A6. Mathematik am Computer	17
B. Aufbaumodule	18
RM1: Reine Mathematik 1	18
Einführung in die Zahlentheorie und algebraische Strukturen	18
Einführung in die Geometrie: Projektive und Algebraische Geometrie	19
RM1/AM1: Reine/Angewandte Mathematik 1	20
Einführung in die Gewöhnlichen Differentialgleichungen	20
AM1: Angewandte Mathematik 1	21
Einführung in die Numerische Mathematik	21
Einführung in die Stochastik	22
RM2: Reine Mathematik 2	23
Einführung in die Algebra	23
Einführung in die Geometrie: Differentialgeometrie und Topologie	24
RM2/AM2: Reine/Angewandte Mathematik 2	25
Einführung in die Computeralgebra	25
AM2: Angewandte Mathematik 2	26
Einführung in die Optimierung	26
Einführung in die Höhere Analysis	27
Einführung in die Statistik	28
Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik	29
Wirtschaftsmathematik	30
Graphen- und Netzwerk-Algorithmen	30
Praktikum	31
C. Vertiefungsmodule	32
Erste vertiefte Kenntnisse in Mathematik	32
Bachelor-Hauptseminar	33
Praktikumsseminar	34
D. Bachelorarbeit	34
Bachelorarbeit	35
Kolloquium zur Bachelorarbeit	36
E. Anwendungsfächer	37

E0. Multimediakompetenz	37
Multimediakompetenz	37
Objektorientiertes Programmieren	38
Programmieren mit Templates	39
E1. Physik	40
E2. Informatik	41
Informatik für Mathematiker	41
Algorithmen und Datenstrukturen	42
Software-Praktikum	43
Datenbanken	44
E3. Wirtschaftswissenschaften	46
E4. Philosophy & Economics	47
E5. Ingenieurwissenschaften	48
Elektrotechnik 1 (für Mathematiker)	48
Regelungstechnik (für Mathematiker)	49
E6. Geoökologie	51
E7. Biologie	52

II Master-Module 53

A. Vertiefungsmodule Mathematik 54

Vertiefte Kenntnisse in Mathematik	54
Advanced Skills in Mathematics	55
Vertiefungsvorlesungen aus Höhere Analysis und Anwendungen	56
Höhere Analysis und Partielle Differentialgleichungen	56
Advanced Analysis and Partial Differential Equations	57
Partielle Differentialgleichungen—Funktionalanalytische Methoden	58
Partial Differential Equations—Functional Analysis Methods	59
Applied Functional Analysis	60
Konstruktive Approximationsverfahren	61
Constructive Approximation Methods	62
Aktuelle Entwicklungen aus Höhere Analysis und Anwendungen	63
Current trends from Advanced Analysis and Applications	64
Vertiefungsvorlesungen aus Variationsrechnung/Optimale Steuerung	65
Optimale Steuerung gewöhnlicher Differentialgleichungen	65
Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen	66
Optimization of Partial Differential Equations	67
Aktuelle Entwicklungen aus Var.-Rechn./Opt. Steuer.	68
Vertiefungsvorlesungen aus Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik	69
Kryptographie	69
Cryptography	70
Elliptische Kurven	71
Elliptic Curves	72
Diophantische Gleichungen	73
Diophantine Equations	74
Algebraische Zahlentheorie	75
Algebraic Number Theory	76
Codierungstheorie	77
Coding Theory	78
Vertiefung der Computeralgebra	79
In Depth Studies in Computeralgebra	80
Aktuelle Entwicklungen aus Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik	81
Selected Topics from Algebra, Number Theory, Discrete Mathematics	82

Vertiefungsvorlesungen aus Höhere Geometrie / Komplexe Analysis	83
Kommutative Algebra	83
Riemannsche Flächen	84
Algebraische Topologie	85
Höhere Funktionentheorie	86
Riemannsche Mannigfaltigkeiten und Liesche Gruppen	87
Algebraische Geometrie	88
Komplexe Differentialgeometrie	89
Komplexe Mannigfaltigkeiten	90
Aktuelle Entwicklungen aus Höhere Geometrie/Komplexe Analysis	91
Vertiefungsvorlesungen aus Numerischer Mathematik	91
Modellierung, Simulation und Optimierung mit Gewöhnlichen Differentialgleichungen	92
Modeling, Simulation, and Optimization with Ordinary Differential Equations	93
Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen	94
Numerical Methods for Partial Differential Equations	95
Numerical Methods for General Types of PDEs	96
Efficient Treatment of Non-local Operators	97
Fast Methods for Differential and Integral Equations	98
Efficient Numerical Treatment of Multiscale Problems	99
Numerische Methoden der Finanzmathematik	100
Computational Finance	101
Mathematische Modellierung	102
Mathematische Methoden des Computer-Aided Design	103
Mathematical Methods of Computer-Aided Design	104
Mathematical Modeling for Climate and Environment	105
Aktuelle Entwicklungen aus der Numerischen Mathematik	106
Current trends in Numerical Mathematics	107
Vertiefungsvorlesungen aus Stochastik/Statistik	108
Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastische Prozesse	108
Probability Theory and Stochastic Processes	109
Support Vector Machines	110
Support Vector Machines	111
Finanzmathematik	112
Stochastic Finance	113
Aktuelle Entwicklungen aus der Stochastik	114
Vertiefungsvorlesungen aus der Optimierung	115
Ganzzahlige Lineare Optimierung	115
Integer Linear Optimization	116
Online-Optimierung	117
Online-Optimization	118
Nichtlineare Optimierung	119
Nonlinear Optimization	120
Mathematische Kontrolltheorie	121
Mathematical Control Theory	122
Aktuelle Entwicklungen aus der Optimierung	123
Current trends in Optimization	124
Master-Hauptseminar	125
Master's Seminar	126
B. Spezialisierungsmodule Mathematik	127
Spezialkenntnisse in Mathematik	127
Special skills in Mathematics	128
Spezialvorlesungen aus der Algebra und Zahlentheorie	129

Rationale Punkte auf Kurven	129
Rational Points on Curves	130
Spezialvorlesungen aus der Numerik	131
Singular gestörte Differentialgleichungen	131
Numerik differential-algebraischer Gleichungen	132
Mathematische Epidemiologie	133
Spezialvorlesungen aus der Stochastik/Statistik	134
Statistische Maschinelle Lernverfahren	134
Statistical Machine Learning	135
Nichtparametrische Statistik	136
Nonparametric Statistics	137
Spezialvorlesungen aus der Optimierung	138
Stochastische Lineare Optimierung	138
Stochastic Linear Optimization	139
Fortgeschrittene Techniken der Linearen Programmierung	140
Advanced Techniques in Linear Optimization	141
Numerical Methods for Uncertainty Quantification	142
High-dimensional Approximation	143
Innere Punkte Verfahren der Optimierung	144
Lernen durch Lehren	145
A./B. Vertiefungsmodule/Spezialisierungsmodule	146
Master-Praktikum	146
Practical Training (Master)	147
C. Masterarbeit	147
Masterarbeit	148
Master's Thesis	149
Kolloquium zur Masterarbeit	150
Colloquium on Masters' Theses	151
D. und E. Anwendungsfächer	152
III Streams des Bachelor-Studiengangs Computational Mathematics	153
Stream D1: Simulation und Optimierung dynamischer Systeme	155
Stream D2: Datenanalyse und Approximation	156
Stream D3: Algorithmische Algebra und Datensicherheit	157
Stream D4: Numerik und Simulation von Systemen partieller Differentialgleichungen	158
Module: Computational Mathematics	159
C4.1. Physikalische Grundlagen I	159
C4.2. Physikalische Grundlagen II	160
D. Stream Mathematik	161
F1.2: Funktionentheorie II	162
F2: Freie Vertiefung	163
F4: Bachelor-Vertiefungsseminar	164
IV Anhang	165
Anhang SP-A: Generischer Studienplan Bachelor Mathematik	166

Anhang SP-B: Generischer Studienplan Bachelor Technomathematik	168
Anhang SP-C: Generischer Studienplan Bachelor Wirtschaftsmathematik	170
Anhang SP-D: Generischer Studienplan Bachelor Computational Mathematics	172
Anhang SP-E: Generischer Studienplan Master Mathematik	175
Anhang SP-F: Generischer Studienplan Master Technomathematik	177
Anhang SP-G: Generischer Studienplan Master Wirtschaftsmathematik	179
Anhang SP-H: Generischer Studienplan Master Computational Mathematics	181
Anhang MÜ-A: Modulübersicht Bachelor Mathematik	183
Anhang MÜ-B: Modulübersicht Bachelor Technomathematik	185
Anhang MÜ-C: Modulübersicht Bachelor Wirtschaftsmathematik	187
Anhang MÜ-D: Modulübersicht Bachelor Computational Mathematics	189
Anhang MÜ-E: Modulübersicht Master Mathematik	192
Anhang MÜ-F: Modulübersicht Master Technomathematik	193
Anhang MÜ-G: Modulübersicht Master Wirtschaftsmathematik	194
Anhang MÜ-H: Modulübersicht Master Computational Mathematics	195
Anhang SQ: Ausweisung von Schlüsselqualifikationen	196

Teil I

Bachelor-Module

Modulname	Analysis 1
Modultyp	Basismodul Bachelor (erstes Studienjahr)
Forschungsgebiet	Analysis
Modulkoordinatoren	Math.III (Angewandte und Numerische Analysis), Math.VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis und Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Analysis • Beherrschung der Verfahren zur Berechnung von Grenzwerten und Ableitungen • Beherrschung der grundlegenden Beweismethoden der Analysis • Verständnis des anschaulichen Hintergrunds der Analysis • Fähigkeit, eigene mathematische Überlegungen schriftlich und mündlich angemessen darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • reelle Zahlen und deren Vollständigkeit • einfache topologische Grundkonzepte, insbesondere Konvergenz von Folgen und Reihen, stetige Funktionen • Grundlagen der Differentialrechnung insbesondere in einer reellen Variablen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
ECTS-Punkte	9
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 3 h Nachbereitung = 105 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereitung in Semesterferien; Gesamt 270 h.
Voraussetzungen	keine
Leistungsnachweise	Prüfungsklausur am Ende des Semesters Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A1.1 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Technomathematik und Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Analysis 2
Modultyp	Basismodul Bachelor (erstes Studienjahr)
Forschungsgebiet	Analysis
Modulkoordinatoren	Math.III (Angewandte und Numerische Analysis), Math.VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis und Beherrschung der grundlegenden Konzepte der Analysis • Beherrschung der Verfahren zur Berechnung von Ableitungen und Integralen • Beherrschung der grundlegenden Beweismethoden der Analysis • Verständnis des anschaulichen Hintergrunds der Analysis • Fähigkeit, eigene mathematische Überlegungen schriftlich und mündlich angemessen darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der mehrdimensionalen Differentialrechnung • Grundlagen der Integralrechnung, insbesondere mehrdimensionales Lebesgue-Integral mit den zugehörigen Konvergenzsätzen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
ECTS-Punkte	9
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 3 h Nachbereitung = 105 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereitung in Semesterferien; Gesamt 270 h.
Voraussetzungen	Analysis 1 und Lineare Algebra 1
Leistungsnachweise	Prüfungsklausur am Ende des Semesters Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A1.2 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Technomathematik und Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Lineare Algebra 1 (Linear Algebra 1)
Modultyp	Basismodul
Fachgebiet	Algebra/Geometrie
Modulverantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie, Professur Algebraische Geometrie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis und Beherrschung der grundlegenden Konzepte der linearen Algebra • Beherrschung der Verfahren zur Berechnung von Basen, Eigenwerten und Eigenvektoren, und zur Lösung linearer Gleichungssysteme • Beherrschung der grundlegenden Beweismethoden der linearen Algebra • Fähigkeit, eigene mathematische Überlegungen schriftlich und mündlich angemessen darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Vektorräume, Unterräume, Basis • Matrizen und lineare Abbildungen • Lineare Gleichungssysteme; Lösungsverfahren • Eigenwerte, Eigenvektoren und Normalformen von Matrizen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	9
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 3 h Nachbereitung = 105 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien; Gesamt: 270 h.
Voraussetzungen	keine
Leistungsnachweise	Prüfungsklausur am Ende des Semesters; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A2.1 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Technomathematik und Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Lineare Algebra 2 (Linear Algebra 2)
Modultyp	Basismodul
Fachgebiet	Algebra/Geometrie
Modulverantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie, Professur Algebraische Geometrie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis und Beherrschung der grundlegenden Konzepte der linearen Algebra • Verständnis des geometrischen Hintergrunds der linearen Algebra • Beherrschung der grundlegenden Beweismethoden der linearen Algebra • Fähigkeit, eigene mathematische Überlegungen schriftlich und mündlich angemessen darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Euklidische, unitäre Vektorräume und deren Isometrien • Hauptachsentransformation und Quadriken • Normalformen von Matrizen • Elemente der multilinearen Algebra
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	9
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 3 h Nachbereitung = 105 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien; Gesamt: 270 h.
Vorkenntnisse	Lineare Algebra 1
Leistungsnachweise	Prüfungsklausur am Ende des Semesters; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A2.2 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Technomathematik und Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

A. Basismodule

Modulname	Vektoranalysis (Vector Analysis)
Modultyp	Basismodul Bachelor (ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	Analysis
Modulverantwortliche	Math. III (Reelle Analysis), Math. VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, Kurven- und Oberflächenintegrale zu berechnen • Verständnis für die Bedeutung der verschiedenen Formen dieser Integrale • Verständnis für den Zusammenhang zwischen konkreten Kurven- und Oberflächenintegrale und dem Formalismus der Differentialformen • Verständnis für den Zusammenhang zwischen den Begriffen Gradient, Divergenz, Rotation und dem Formalismus der Differentialformen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Integration von Differentialformen auf Untermannigfaltigkeiten, insbesondere Kurven- und Oberflächenintegrale • Integralsatz von Stokes für Differentialformen und sein Zusammenhang zu den elementaren Integralsätzen von Gauß und Stokes • Wegunabhängigkeit von Kurvenintegralen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 15 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Analysis und Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A3 für die Bachelorstudiengänge Mathematik und Technomathematik, Wahlpflichtmodul F1.3 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für viele weiterführende Module aus der Reinen und Angewandten Mathematik
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

A. Basismodule

Modulname	Funktionentheorie (Complex Analysis – One Variable)
Modultyp	Basismodul
Fachgebiet	Analysis / Geometrie
Modulverantwortliche	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Eigenschaften und Prinzipien holomorpher Funktionen • Beherrschung der Verfahren zur Berechnung von komplexen Wegintegralen, Potenzreihenentwicklungen • Beherrschung der grundlegenden Beweismethoden der Funktionentheorie
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Wegintegrale • Cauchyscher Integralsatz und Cauchysche Integralformel, • Potenzreihenentwicklung, • Identitätssatz, Maximumprinzip, Gebietstreue, • Einführung in Laurentreihen und isolierte Singularitäten
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1) über 1 Semester
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 15 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodul Analysis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A4 für die Bachelorstudiengänge Mathematik und Technomathematik, Wahlpflichtmodul F1.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für viele weiterführende Module aus der Reinen und Angewandten Mathematik
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

A. Basismodule

Modulname	Programmierkurs (Programming Language)
Modultyp	Basismodul Bachelor (ab 1. Fachsemester)
Fachgebiet	
Modulverantwortliche	Math. V (Numerische Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Auswahl passender vorhandener oder selbst definierter Datentypen • Fähigkeit zur Implementierung eines Programms durch die Wahl geeigneter Kontrollstrukturen und durch die Untergliederung in Module über den Entwurf zugehöriger Funktionen • Verständnis der verschiedenen Konzepte bei der Parameterübergabe und ErgebnISRückgabe in Funktionen • Fähigkeit zur effizienten und strukturierten Programmierung sowie zur Entwicklung portabler Programme • Kenntnisse im Umgang mit Zeigern und dynamisch angelegtem Speicher
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • elementare Datentypen und Operatoren • (un-)formatierte Ein- und Ausgabe • Kontrollstrukturen (Schleifen, Bedingungen, ...) • zusammengesetzte und selbst definierte Datentypen (Arrays, Strings, ...) • Adressen und Zeiger (Dereferenzierung, Zeigerarithmetik, dynamische Speicherverwaltung) • Funktionen (Funktionsprototypen, Aufruf, Rekursion, Übergabe mit call by value/reference, Rückgabe)
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	3
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; Gesamt: 90 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Leistungsnachweise	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A5 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Techno-Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Pflichtmodul C1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

A. Basismodule

Modulname	Mathematik am Computer (Mathematics on the Computer)
Modultyp	Basismodul Bachelor (2. oder 3. Fachsemester)
Fachgebiet	
Modulverantwortliche	Math. V (Numerische Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Bedienung eines modernen Computermathematiksystem (MAPLE, MATHEMATICA, MATLAB, SCILAB, ...) • Fähigkeit zur Lösung ausgewählter mathematischer Probleme aus dem Bereich der Basismodule Analysis und Lineare Algebra am Computer • Fähigkeit zur Visualisierung mathematischer Sachverhalte am Computer
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in ein modernes Computermathematiksystem (MAPLE, MATHEMATICA, MATLAB, SCILAB, ...) • Computergestützte Lösung von Aufgaben aus den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> – Matrix- und Vektorrechnung – Geometrie – Differential- und Integralrechnung – Visualisierung von Funktionen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	3
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; Gesamt: 90 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Analysis, Lineare Algebra, Programmierkurs; Analysis II und Lineare Algebra II können parallel gehört werden
Leistungsnachweise	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A6 für den Bachelorstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul C2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	mindestens jährlich im Sommersemester

Modulname	Einführung in die Zahlentheorie und algebraischen Strukturen (Number Theory and Algebraic Structures)
Modultyp	Aufbaumodul
Fachgebiet	Algebra
Modulverantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie, Professur Algebraische Geometrie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung einiger grundlegender Beweistechniken der elementaren Zahlentheorie • Verständnis der grundlegenden Konzepte von algebraischen Strukturen • Beherrschung der wichtigsten Techniken der Ringtheorie
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Teilbarkeitslehre, euklidischer Algorithmus • Grundzüge der Ringtheorie, Polynomringe, Irreduzibilität • Restklassenringe, Chinesischer Restsatz, Quotientenkörper • Grundzüge der Gruppentheorie • Klassifikation endlich erzeugter abelscher Gruppen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Voraussetzung	Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-RM1, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul BW1 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul B2.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	Wintersemester

Modulname	Einführung in die Geometrie: Projektive und Algebraische Geometrie (Projective and Algebraic Geometry)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor RM1
Fachgebiet	Geometrie
Modulverantwortliche	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des Konzeptes des affinen/projektiven Raumes. • Verständnis des Konzeptes und einiger grundlegender Resultate über ebene algebraische Kurven • Beherrschung der grundlegenden Beweistechniken • Verständnis wichtiger Beispiele
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Affine und projektive Geometrie • Klassische Sätze (z. B. Sätze von Desargues, Pappos, Pascal) • Ebene algebraische Kurven • Tangenten, Singularitäten, Wendepunkte • Satz von Bezout und lineare Systeme
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra, Analysis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-RM1, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul B2.3 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für Vertiefungsmodule aus der Algebraischen Geometrie
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Einführung in die Gewöhnlichen Differentialgleichungen (Introduction to Ordinary Differential Equations)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus RM1 oder AM1 (ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	Analysis
Modulverantwortliche	Math. III (Reelle Analysis), Math. VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die Fragen der Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen • Beherrschung elementarer Verfahren zur expliziten Bestimmung von Lösungen • Beherrschung elementarer Verfahren zur Untersuchung des qualitativen Lösungsverhaltens • Verständnis des Anwendungshintergrunds gewöhnlicher Differentialgleichungen, Modellierung mit Differentialgleichungen • Fähigkeit, eigene mathematische Überlegungen schriftlich und mündlich angemessen darzustellen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Begriff der Lösung eines Anfangswertproblems, Begriff des Phasenportraits • elementar lösbare Beispiele von Differentialgleichungen, insbesondere Trennung der Variablen, Variation der Konstanten • Grundlagen der Existenztheorie, insbesondere der Satz von Picard-Lindelöf, Charakterisierung maximaler Lösungen • Struktur und Berechnung des Lösungsraums linearer Differentialgleichungssysteme mit konstanten Koeffizienten • qualitatives Lösungsverhalten, insbesondere Grundlagen der Stabilitätstheorie
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis und Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-RM1, B-AM1, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul für den Bachelorstudiengang Technomathematik Wahlpflichtmodul für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Pflichtmodul B1.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für viele weiterführende Module insbesondere aus der Angewandten Mathematik
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Einführung in die Numerische Mathematik (Introduction to Numerical Mathematics)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus AM 1 (ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	Numerische Mathematik
Modulverantwortliche	Math. III (Angew. u. Num. Analysis), Math. V (Angew. Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Konzepte der Kondition numerischer Probleme und der Stabilität numerischer Algorithmen • Fähigkeit zur Analyse der Konvergenz und des Rechenaufwandes numerischer Algorithmen • Fähigkeit zur Wahl eines geeigneten Algorithmus für ein gegebenes Problem aus den behandelten Problemklassen • Fähigkeit zur Implementierung numerischer Algorithmen in einer höheren Programmiersprache
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Numerische Fehleranalyse, Kondition und Stabilität • Einführung in <ul style="list-style-type: none"> – Direkte Methoden für lineare Gleichungssysteme – Lineare Ausgleichsprobleme und die Singulärwertzerlegung – Interpolation und Extrapolation – Numerische Integration – Newton-Verfahren zur Nullstellenbestimmung • Anwendungsbeispiele für diese Algorithmen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis und Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-AM1, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul BP1 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Pflichtmodul BP1 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Pflichtmodul B1.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für alle Vertiefungsmodule in Numerischer Mathematik
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Einführung in die Stochastik (Introduction to Stochastics)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus AM1 (ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	Stochastik
Modulverantwortliche	Stochastik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für das Wirken des Zufalls • Aneignung stochastischer Modellbildung • Fähigkeit zur Auswertung von Wahrscheinlichkeiten • Fähigkeit zur Interpretation von Wahrscheinlichkeitsaussagen • Verständnis des Gesetzes der Großen Zahlen und des Zentralen Grenzwertsatzes • Souveräner Umgang mit den mathematischen Begriffen und Beherrschung der Beweistechniken
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Historische Beispiele • Stochastische Grundbegriffe: Wahrscheinlichkeitsraum, Zufallsvariable, Verteilung, stochastische Unabhängigkeit • Erwartungswert (allgemeines Integral) • Grenzwertsätze: 0/1-Gesetze, Gesetze der Großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz (Lindeberg-Feller) • Anwendungen: empirische Verteilungsfunktion (Glivenko-Cantelli) und der Grenzwertsätze
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-AM1, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul BP5 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Pflichtmodul BP2 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Pflichtmodul B1.3 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für alle Vertiefungsmodule in Stochastik, Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Einführung in die Algebra (Algebra)
Modultyp	Aufbaumodul
Fachgebiet	Algebra
Modulverantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie, Professur Algebraische Geometrie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte der Algebra • Beherrschung der wichtigsten Techniken der Gruppen- und Körpertheorie • Verständnis der grundlegenden Resultate der Algebra und deren Beweismethoden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenoperationen • Vertiefung der Gruppentheorie: Sylowsätze, semidirekte Produkte, Auflösbarkeit • Körpererweiterungen • Endliche Körper • Grundlagen der Galoistheorie mit Anwendungen: Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Kreisteilungskörper, Auflösung durch Radikale
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodul Lineare Algebra, Aufbaumodul Zahlentheorie und Algebraische Strukturen
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-RM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul B2.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Einführung in die Geometrie: Differentialgeometrie und Topologie (Differential Geometry and Topology)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor RM2
Fachgebiet	Geometrie
Modulverantwortliche	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte der Differentialgeometrie von Kurven und Flächen • Behrrschung der Techniken zur Berechnung von Fundamentalformen und Krümmungen • Verständnis der grundlegenden Konzepte der mengentheoretischen Topologie
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Ebene Kurven • Kurven im Raum : Krümmungen, isometrische Klassifikation • Flächen im Raum: I und II Fundamental-Form, Krümmungen, Theorema Egregium, spezielle Flächen • Grundbegriffe der mengentheoretischen Topologie • Begriff der Fundamentalgruppe
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Analysis, Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-RM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul B3.4 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

B. Aufbaumodule

RM2: Reine Mathematik 2

AM2: Angewandte Mathematik 2

Modulname	Einführung in die Computeralgebra (Introduction to Computer Algebra)
Modultyp	Aufbaumodul
Fachgebiet	Algebra
Modulverantwortliche	Computeralgebra
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Einsicht in die Notwendigkeit exakten Rechnens. • Verständnis von grundlegenden Methoden der Computeralgebra und deren Effizienz. • Kompetenz in der Anwendung von Computeralgebrasystemen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Euklidischer Algorithmus • Diskrete Fouriertransformation • Schnelle Multiplikation von Polynomen • Modulare Arithmetik • Faktorisieren von Polynomen über endlichen Körpern • Primzahltests, Faktorisierung von ganzen Zahlen • Resultanten und modulare ggT-Berechnung
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodul Lineare Algebra, Aufbaumodul Einführung in die Zahlentheorie und Algebraische Strukturen
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-RM2, B-AM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul B2.4 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Wirtschaftsmathematik BW2c (nach BW1a)
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Einführung in die Optimierung (Introduction to Optimization)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus AM 2 (ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	Optimierung
Modulverantwortliche	Math. V (Angewandte Mathematik), Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis und Beherrschung der Optimalitäts-, Dualitäts- und Sensitivitätstheorie der Linearen Optimierung • Verständnis und Beherrschung von Grundlagen der Polyedertheorie • Verständnis und Beherrschung der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für die Lineare Optimierung • Fähigkeit zu deren Computerimplementierung in einer höheren Programmiersprache • Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der Linearen Optimierung • Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung linearer Optimierungsaufgaben zu benutzen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für Lineare Optimierungsaufgaben • Einordnung und Abgrenzung • Prinzip des Simplex-Algorithmus und Beispiele • Einführung in die Polyedertheorie • Optimalitäts-, Dualitäts- und Sensitivitätstheorie der Linearen Optimierung • Das Simplex-Verfahren im Detail (Standard-, revidiert, Netzwerk) • Polynomiale Komplexität und Innere-Punkte-Verfahren (Bericht) • Überblick zu allgemeineren Optimierungsaufgaben (Quadratisch, allgemeine Nichtlineare Optimierung, Diskrete Optimierung)
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis und Lineare Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-AM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul BP3 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Pflichtmodul BP3 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul B3.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für alle Vertiefungsmodule Optimierung
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Einführung in die Höhere Analysis (Introduction to Advanced Analysis)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus AM2 (ab 4. Fachsemester)
Fachgebiet	Analysis
Modulverantwortliche	Math.III (Angewandte und Numerische Analysis), Math.VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der wesentlichen Eigenschaften der L^p-Räume • Verständnis dafür, wie diese Begriffsbildungen aus den Bedürfnissen der angewandten Analysis entstehen • Verständnis dafür, wie diese Begriffsbildungen im Rahmen der Funktionalanalysis abstrahiert werden • Fähigkeit, mathematische Überlegungen schriftlich und mündlich angemessen darzustellen
Inhalt	<p>Grundlagen der angewandten Analysis, insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> • wichtige Funktionenräume und ihre Eigenschaften (L^p-Räume, Sobolevräume) • Fourierreihen als Beispiel für Orthonormalbasen in Hilberträumen • Fouriertransformation als Beispiel für Integraloperatoren • Ausgewählte Anwendungen (z. B. zu Part. Dgln., Variationsproblemen, Potentialtheorie, Approximationstheorie...)
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h, 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-AM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul BP4 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Wahlpflichtmodul BW2b für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul B3.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für viele weiterführende Module insbesondere aus der angewandten Mathematik
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Einführung in die Statistik (Introduction to Statistics)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus AM2 (ab 4. Fachsemester)
Fachgebiet	Stochastik
Modulverantwortliche	Stochastik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Aneignung statistischer Modellbildung • Beherrschung der statistischen Schlußweise • Fähigkeit zur Formulierung statistischer Hypothesen • Fähigkeit zur Herleitung statistischer Verfahren nach Gütekriterien • Souveräne Anwendung der Verteilungstheorie und der Grenzwertsätze • Umgang mit statistischer Software
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • prototypische statistische Probleme: Testen einfacher Hypothesen, Neyman-Pearson-Lemma, Intervallschätzung (Lokationsparameter), erwartungstreue Schätzung (Cramer-Rao Schranke) • Maximum Likelihood oder M-Schätzung (asymptotische Verteilungstheorie) • Kleinste-Quadrate-Methode (Gauß-Markov) • Bedingter Erwartungswert, Suffizienz und Vollständigkeit • Schätztheorie (Rao-Blackwell, Lehmann-Scheffe) • Testtheorie (monotone Dichtequotienten, Exponentialfamilien) • Rechnergestützte Auswertung statistischer Verfahren
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Stochastik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-AM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul BW1 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Pflichtmodul BP4 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul B3.3 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Voraussetzung für alle Vertiefungsmodule in Stochastik und Statistik
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik (Introduction to Iterative Numerical Methods)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor aus AM2 (ab 4. Fachsemester)
Fachgebiet	Numerische Mathematik
Verantwortliche	Math. III (Angew. u. Num. Analysis), Math. V (Angew. Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der prinzipiellen Notwendigkeit iterativer Methoden • Vermittlung von Kenntnissen über die approximative Lösung von linearen Gleichungssystemen und von Eigenwertproblemen • Fähigkeit zur Implementierung numerischer Algorithmen in einer höheren Programmiersprache
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Iterative Verfahren zur Lösung großdimensionierter linearer Gleichungssysteme (Klassische Iterationsverfahren, CG-, GMRES-Verfahren, Vorkonditionierer) • Numerische Methoden für Eigenwertprobleme (QR-, Lanczos-Verfahren, etc.), Singulärwertzerlegung <p>und weitere Themen wie z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nichtlineare Gleichungen und Optimierung • Approximationstheorie
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch mit englischsprachigem Arbeitsmaterial nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (3) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-AM2, B-M oder B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul BW2a für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul B3.6 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester Wir empfehlen, die Veranstaltung im direkten Anschluss an das Modul "Einführung in die Numerische Mathematik" zu belegen.

Modulname	Graphen- und Netzwerk-Algorithmen (Graph and Network Algorithms)
Modultyp	Aufbaumodul Bachelor Wirtschaftsmathematik
Forschungsgebiet	Diskrete Optimierung
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Modellierung von diskreten Problemen durch Graphen • Kenntnis der grundlegenden Ansätze mit graphentheoretischen Algorithmen optimale Lösungen zu finden • Praktische Fähigkeiten der Umsetzung algorithmischer Lösungen in einsetzbare Computerprogramme
Inhalt	<p>Das Modul besteht aus entweder</p> <p>I. einer Veranstaltung zur Theorie von Graphen- und Netzwerk-Algorithmen im Umfang von 5LP, momentan z. B. „Algorithmen und Datenstrukturen II“ (INF 206 bis zum Jahr 2018)</p> <p>II. einer Veranstaltung zur Implementierung von Algorithmen in einer höheren Programmiersprache oder einem Computer-Algebrasystem im Umfang von 3LP, momentan alternativ</p> <ul style="list-style-type: none"> – „Mathematik am Computer“ (A6) oder – „Programmieren in C++“ <p>oder</p> <p>I. einer Veranstaltung zur Theorie von Graphen- und Netzwerk-Algorithmen im Umfang von 8LP, momentan z. B. „Algorithmen und Datenstrukturen II“ (INF 206 ab dem Jahr 2019)</p> <p>oder</p> <p>I. einer dedizierten Veranstaltung der Mathematik mit dem Titel „Graphen- und Netzwerkalgorithmen“.</p>
Dauer	1 bis 2 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1) plus Computeralgebra- bzw. Programmierkurs
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien; Gesamt (2 Semester): 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Algorithmen und Datenstrukturen“, höhere Programmiersprache
Leistungsnachweise	Prüfung in I. gemäß der dortigen Regeln, 50% der Übungsaufgabenpunkte in II.; die in I. erzielte Note bestimmt die gesamte Modulnote
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul BW1c für den Bachelor-Studiengang Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	jährlich

Modulname	Praktikum (Practical Training)
Modultyp	Alternatives Wahlpflichtmodul/Aufbaumodul, Bachelor Mathematik (5. Fachsemester)
Fachgebiet	Jedes Gebiet der Angewandten Mathematik oder der Reinen Mathematik mit Anwendungsbezügen
Modulverantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen, Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Sammlung von Erfahrungen in einem nicht-universitären Umfeld oder in einer universitären Arbeitsgruppe, Mitarbeit in Forschungsprojekten. • Anwendungsorientierte Umsetzung bisher erlernter mathematischer und/oder informatischer Kenntnisse. • Abfassung eines kurzen Berichtes.
Erläuterung	<p>Folgende alternative Möglichkeiten können gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn das Praktikum in einem Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen stattfindet, sollte es eine studiennahe Tätigkeit beinhalten. • Wenn das Praktikum in einer universitären Arbeitsgruppe stattfindet, muss es Einblicke in die anwendungsorientierte Umsetzung mathematischer und/oder informatischer Methoden liefern. • Die Praktikumsstätigkeit wird von einem verantwortlichen Betreuer testiert (Praktikumszeugnis). • In beiden Fällen ist ein kurzer Bericht zu schreiben, der das Erreichen der Lernziele darstellt.
Dauer	1 Semester (vorzugsweise vorlesungsfreie Zeit)
Sprache	nach Absprache
Lehrformen	Praktikum
LP	8
Arbeitsaufwand	240 h, inklusive Abfassung des Berichts.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Basismodule aus dem Anwendungsfach sowie mindestens zwei weiterführende Vorlesungen
Leistungsnachweise	Testat (Praktikumszeugnis) und schriftlicher Bericht
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B-MP für den Bachelorstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul B3.5 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics Wahlpflichtmodul G für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	jedes Semester nach Bedarf

Modulname	Erste vertiefte Kenntnisse in Mathematik (First higher skills in Mathematics)
Modultyp	Vertiefungsmodul Bachelor
Forschungsgebiet	Alle Forschungsgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	Die erfolgreichen Studierenden kennen die für die Forschung typischen mathematischen Techniken der Begriffsbildung, der Theorieentwicklung, der Beweisführung und der Anwendung in einem ersten Bereich eines Forschungsgebiets. Bachelorstudierende haben einen ersten Einblick in wissenschaftlich aktive Disziplinen. <i>Bemerkung:</i> Das Veranstaltungsangebot für dieses Wahlpflichtmodul ist weitgehend identisch mit dem Veranstaltungsprogramm für Vertiefungsmodul A1 aus dem Master-Programm; damit wird den Bachelor-Studierenden ein Einblick in das Master-Studium zugänglich gemacht. Im Unterschied zum Mastermodul A1 wird die Fähigkeit, Beziehungen zu bereits studierten Vertiefungen herzustellen, noch nicht verlangt. Auch ist die Anforderung an die Fähigkeit zum selbständigen Umgang mit dem Erlernten in Mastermodul A1 höher. Die Konsultation der Fachstudienberatung bei der Auswahl einer Vertiefungsvorlesung wird empfohlen.
Inhalt	Eine Vertiefungsvorlesung mit Übung zu einem Forschungsgebiet aus dem Mathematik-Angebot. Im Bachelor muss ein Exemplar dieses Moduls eingebracht werden. Beispiele für Vertiefungsvorlesungen mit der Zuordnung zu ihren Forschungsgebieten finden sich Master-Teil des Modulhandbuchs ab Seite 56.
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung ; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul C1 für Bachelorstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	nach Bedarf

Modulname	Bachelor-Hauptseminar in Mathematik (Seminar in Mathematics)
Modultyp	Vertiefungsmodul Bachelor (ab 5. Fachsemester)
Fachgebiet	alle Fachgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung: Fähigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Einarbeitung in ein wissenschaftliches Spezialthema, z. B. durch Literaturrecherche in deutsch- und englischsprachiger Literatur Beherrschung grundlegender Techniken der Arbeitsorganisation und -dokumentation Sicherheit in der Auswahl angemessener Präsentationstechniken (Tafel, Folie, Beamer, Animation etc.) • Vortrag: Fähigkeit zur freien Rede und anschaulicher Darstellung Beherrschung der gewählten Präsentationstechniken Sicherheit beim Eingehen auf Zuhörerfragen • Diskussion: Fähigkeit zur Formulierung angemessener fachlicher Fragen Sicherheit im Umgang mit fachlichen Fragen Bereitschaft und Fähigkeit zur konstruktiven Kritik an einem Vortrag Fähigkeit, konstruktive Kritik an Vorträgen zu verwerten • Ausarbeitung: Fähigkeit, ein Thema kurz, prägnant und einprägsam schriftlich darzustellen Effizienter Umgang mit wissenschaftlichen Textsatzsystemen (z. B. \LaTeX)
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende erhalten ein fachliches Thema oder eine Projektaufgabe zur eigenständigen Einarbeitung nach Literaturempfehlung (i. d. R. deutsche und/oder englische Literatur) • Zu jedem Thema wird eine Präsentation von 45–75 Minuten Dauer vorbereitet und im Plenum vorgeführt • Über die Präsentationsinhalte und über die Präsentation selbst wird im Plenum diskutiert • Eine Ausarbeitung (5–10 Seiten) wird zu jeder Präsentation mit einem wissenschaftlichen Textsatzsystem (z. B. \LaTeX) angefertigt und im Plenum verteilt
Dauer	1 Semester oder Blockveranstaltung
Sprache	deutsch, englische Vorträge möglich
Lehrformen	Hauptseminar (2)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Seminar = 30 h; Inhaltliche und präsentationstechnische Vorbereitung des Vortrags 120 h; Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule; Aufbau- und Vertiefungsmodule nach gesonderter Ankündigung
Leistungsnachweise	Vortrag, Diskussion, Ausarbeitung
Verwendbarkeit	Vertiefungsmodul C2 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Pflichtmodul F3 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics; Voraussetzung für die Bachelorarbeit
Angebotsturnus	jedes Semester mindestens ein Seminar

Modulname	Praktikumsseminar (Practical Training and Seminar)
Modultyp	Vertiefungsmodul Bachelor Technomathematik (5. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Jedes Gebiet der Angewandten Mathematik
Modulverantwortliche	Math. V (Numerische Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Sammlung von Erfahrungen in einem nicht-universitären Umfeld oder in einer universitären Arbeitsgruppe mit Bezug zu den Kombinationsfächern im Bachelorstudiengang Technomathematik, Mitarbeit in Forschungsprojekten. • Anwendungsorientierte Umsetzung bisher erlernter mathematischer und/oder informatischer Kenntnisse insbesondere bei ingenieurwissenschaftlichen Problemstellungen. • Seminarvortrag über verwendete Methoden und erzielte Ergebnisse. • Abfassung eines kurzen Berichtes.
Erläuterung	<p>Folgende alternative Möglichkeiten können gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn das Praktikum in einem Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen stattfindet, sollte es eine studiennahe Tätigkeit beinhalten. • Wenn das Praktikum in einer universitären Arbeitsgruppe stattfindet, muss es Einblicke in die anwendungsorientierte Umsetzung mathematischer und/oder informatischer Methoden liefern, vorzugsweise bei ingenieurwissenschaftlichen Problemstellungen. • Die Praktikumsstätigkeit wird von einem verantwortlichen Betreuer testiert (Praktikumszeugnis). • In beiden Fällen ist ein Seminarvortrag zu halten sowie ein kurzer Bericht zu schreiben, in denen die verwendeten Methoden und die erzielten Ergebnisse dargestellt werden.
Dauer	6 Wochen (das Praktikum kann während der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt werden)
Sprache	nach Absprache
Lehrformen	Praktikum
LP	7
Arbeitsaufwand	210 h. inkl. Vorbereitung des Seminarvortrages und Abfassung des Berichtes
Empfohlene Vorkenntnisse	Basis- und Aufbaumodule bis zum 4. Semester
Leistungsnachweise	Seminarvortrag und schriftlicher Bericht
Verwendbarkeit	Pflichtmodul C2 für den Bachelorstudiengang Technomathematik
Angebotsturnus	jedes Semester nach Bedarf

Modulname	Bachelorarbeit (Bachelor-Thesis)
Modultyp	Bachelorarbeitsmodul (empfohlen ab 6. Fachsemester)
Fachgebiet	alle Fachgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens im Fachgebiet • Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung mathematischer Methoden auf eine begrenzte Themenstellung • Fähigkeit zur angemessenen Darstellung mathematischer Erkenntnisse und Anwendungen in einem gesetzten Schriftstück
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Ausgabe des Themas der Bachelorarbeit erfolgt durch eine prüfungsberechtigte Person über das elektronische Prüfungsverwaltungssystem. • Gegenstand der Bachelorarbeit kann ein interdisziplinäres Thema sein; das Hauptgewicht muss aber auf mathematischen Methoden liegen. • Die Bachelorarbeit ist in elektronischer Form (druckbares PDF-Dokument) fristgemäß (Bearbeitungszeit: 3 Monate) einzureichen. Die Einreichung erfolgt durch das Hochladen des Dokuments im Formularserver. • Die Arbeit muss eine Inhaltsübersicht und ein Quellenverzeichnis enthalten. • Die Bachelorarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache vorgelegt werden. Die Bachelorarbeit enthält am Ende eine Erklärung, dass die Arbeit selbstständig verfasst wurde und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Arbeit nicht bereits zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.
Dauer	3 Monate
Sprache	deutsch oder englisch
Lehrformen	persönliche Beratung
LP	10
Arbeitsaufwand	300 h
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule; Aufbau- und Vertiefungsmodule nach gesonderter Ankündigung; Bachelor-Hauptseminar
Leistungsnachweise	Bachelorarbeit
Verwendbarkeit	Pflichtmodul D1 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik; Pflichtmodul G1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	dauernd

Modulname	Kolloquium zur Bachelorarbeit (Colloquium on Bachelor Theses)
Modultyp	Bachelorarbeitsmodul (empfohlen ab 6. Fachsemester)
Forschungsgebiet	alle Fachgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur didaktischen Aufbereitung der eigenen wissenschaftlichen Arbeit (umfangreicher als ein Seminarthema) für eine zeitlich begrenzte Präsentation (Motivation, Themenauswahl, Schwerpunktsetzung, Kurzfassung, Veranschaulichung etc.) • Fähigkeit zum kurzen und prägnanten Bericht über die eigene wissenschaftliche Arbeit 1 • Fähigkeit zur überzeugenden Verteidigung der eigenen wissenschaftlichen Aktivitäten • Fähigkeit zur kritischen Hinterfragung fremder wissenschaftlicher Aktivitäten
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende bereiten das Thema und die (bisherigen) Ergebnisse ihrer Bachelorarbeit für eine Präsentation auf • Zu jeder Bachelorarbeit wird eine Präsentation von 20–30 Minuten Dauer vorbereitet und im Plenum vorgeführt • Über die Präsentationsinhalte inklusive Kontext zu einer vorher festgelegten, verwandten Lehrveranstaltung wird im Plenum etwa 10 Minuten diskutiert; diese Lehrveranstaltung ist in Abstimmung mit der prüfenden Person frei wählbar aus dem Aufbau- oder Vertiefungsmodulbereich der Mathematik-Studiengänge
Dauer	1 Semester oder Blockveranstaltung
Sprache	deutsch, englische Vorträge möglich
Lehrformen	Hauptseminar (2)
LP	3
Arbeitsaufwand	Wöchentlich Seminar 2 h = 30 h oder Blockseminar mit vorheriger Vortragsprobe = 30 h Vorbereitung der Präsentation = 60 h, Gesamt: 90 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule; Aufbau- und Vertiefungsmodule nach gesonderter Ankündigung, Seminar in Mathematik, Bachelorarbeit begonnen oder abgeschlossen
Leistungsnachweise	Vortrag, Diskussion
Verwendbarkeit	Pflichtmodul D2 für die Bachelorstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik Pflichtmodul G2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jedes Semester

Modulname	Multimediakompetenz (Multimedia Skills)
Modultyp	Anwendungsfachmodul
Fachgebiet	Fachübergreifend
Modulverantwortliche	LS Mathematik und ihre Didaktik
Lernziele	Grundlegende Kompetenzen im Umgang mit dem Internet
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Internet als Lehr- und Lernmedium • technische Grundlagen des Internet • Internet-Dienste, Dateien im Internet, Suchmaschinen, Datei-Formate • Erstellung von Web-Seiten • Einführung in Bildbearbeitung und Multimedia-Formate • Datensicherheit, rechtliche Aspekte
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (2)
LP	4
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 2 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 15 h Prüfungsvorbereitung; Gesamt: 120 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Leistungsnachweise	Klausur; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Fachübergreifendes Wahlpflichtmodul im Anwendungsbereich E für den Bachelorstudiengang Mathematik
Angebotsturnus	jährlich

Modulname	Objektorientiertes Programmieren (Object-Oriented Programming)
Modultyp	Anwendungsfachmodul
Fachgebiet	Fachübergreifend
Modulverantwortliche	LS Mathematik V (Angew. Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zum Entwurf und zur performanten Implementierung mathematischer Software mit Hilfe von Klassen • Verständnis der Möglichkeiten der objektorientierten Programmiersprache C++ und deren Einsatz im Bereich mathematischer Software • Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Implementierungstechniken für eine gegebene Anwendung in der Mathematik
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Definition eigener und Verwendung von vordefinierten Klassen (Datenelemente und Methoden, Konstruktoren und Destruktoren) in C++ • Zugriffsschutz (private, public, friend-Mechanismus) für Datenelemente und Methoden • Vererbung von Klassen (Überschreiben/Überladen von Methoden, abstrakte Klassen, early/late binding mit Referenzen/Zeigern) und deren Vor- und Nachteile in Bezug auf numerische/mathematische Anwendungen • weitergehende C++-Konzepte bei Konstruktoren und benutzerdefinierten Operatorüberladungen • Effizienter Einsatz von Klassen beim Design mathematischer Software
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (2)
LP	4
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 2 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 75 h; Gesamt: 120 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Programmierkurs
Leistungsnachweise	aktive Teilnahme an den Übungen, mündliche Prüfung
Verwendbarkeit	Fachübergreifendes Wahlpflichtmodul im Anwendungsbereich E für den Bachelorstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul C5.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich

Modulname	Programmieren mit Templates (Programming with templates)
Modultyp	Anwendungsfachmodul
Fachgebiet	Fachübergreifend
Modulverantwortliche	LS Mathematik V (Angew. Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Möglichkeiten einer templatebasierten Programmiersprache • Fähigkeit, parameterabhängige (Template-)Funktionen und Klassen einzusetzen • Fähigkeit, templatebasierte Klassen zu erstellen und zu nutzen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Templatefunktionen und -klassen der STL • Programmiertechniken in neueren C++ Standards • Definition eigener Templatefunktionen und -klassen in C++ • Iteratoren und generische Algorithmen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (2)
LP	4
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 2 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 75 h; Gesamt: 120 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Programmierkurs
Leistungsnachweise	aktive Teilnahme an den Übungen,, mündliche Prüfung
Verwendbarkeit	Fachübergreifendes Wahlpflichtmodul im Anwendungsfachbereich E für den Bachelorstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul C5.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich

E. Anwendungsfächer

E1. Physik

Alle Module der Bachelor-Studiengänge Physik mit Ausnahme der Mathematikmodule für Physiker können zur Abdeckung der Modulbereiche Anwendungsfach „Physik“ im Bachelor- und Master-Studiengang Mathematik benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

(Bereich E. im Bachelorstudiengang Techno- und Wirtschaftsmathematik)

Modulname	Informatik für Mathematiker (identisch mit <i>INF 107: Konzepte der Programmierung</i>)
Modultyp	Bachelor (ab 1. Fachsemester)
Fachgebiet	Informatik
Verantwortlich	Professuren Angewandte Informatik I, Angewandte Informatik II
Lernziele	Siehe Modulhandbuch Informatik: <i>INF 107: Konzepte der Programmierung</i>
Inhalt	Siehe Modulhandbuch Informatik: <i>INF 107: Konzepte der Programmierung</i>
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
ECTS-Punkte	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 30 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Leistungsnachweise	Siehe Modulhandbuch Informatik: Anforderungen gemäß INF 107
Verwendbarkeit	Pflichtmodul E1 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Pflichtmodul E1 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Pflichtmodul C3.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

(Bereich E. im Bachelorstudiengang Techno- und Wirtschaftsmathematik)

Modulname	Algorithmen und Datenstrukturen
Modultyp	Anwendungsfachmodul
Fachgebiet	Informatik
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Christian Knauer
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis statischer und dynamischer Datenstrukturen • Kenntnis von Algorithmen für das Sortieren, Suchen, Durchlaufen von Daten • Beherrschung komplexerer Datenstrukturen wie Bäume, Graphen oder Mengen • Grundkenntnisse der Algorithmentheorie
Inhalt	Siehe Modulhandbuch Informatik: Eine Veranstaltung der Informatik zu Algorithmen und Datenstrukturen im Umfang von 8LP, momentan z. B. „Algorithmen und Datenstrukturen I“ (INF 109)
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 90 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 15 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Leistungsnachweise	Siehe Modulhandbuch Informatik: Anforderungen gemäß INF 109
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul aus E für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul E2 für den Bachelorstudiengang Technomathematik Pflichtmodul E2 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul C3.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich

(Bereich E. im Bachelorstudiengang Techno- und Wirtschaftsmathematik)

Modulname	Software-Praktikum (Practical Training in Software Development)
Modultyp	Anwendungsfachmodul
Fachgebiet	Informatik
Modulverantwortliche	Alle Professoren der Angewandten Informatik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, kleine bis mittelgroße Softwaresysteme in eigenständiger Weise zu konzipieren und umzusetzen
Inhalt	Siehe Modulhandbuch Informatik: Eine Veranstaltung der Informatik zur praktischen, eigenständigen Produktion von Software momentan z. B. „Bachelor-Praktikum“ (INF 105)
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Praktikum (4)
LP	6
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Praktikum plus 4 h Vorbereitung = 120 h; 60 h Aufbereitung und Vorbereitung des Praktikumsinhalts, Gesamt: 180 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Algorithmen und Datenstrukturen“, höhere Programmiersprache
Leistungsnachweise	Siehe Modulhandbuch Informatik: Anforderungen gemäß INF 105
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul aus E für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul E3 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul im Bereich E der Streams für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa jährlich

(Bereich E. im Bachelorstudiengang Techno- und Wirtschaftsmathematik)

Modulname	Datenbanken (Entwurfstheorie und Funktionsweise relationaler Datenbanken)
Modultyp	Anwendungsfachmodul
Fachgebiet	Informatik
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Stefan Jablonski
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Kenntnisse über die Architektur relationaler Datenbanken • Verständnis der Entwurfstheorie relationaler Datenbanken • Erlernen der Zugriffssprache SQL
Inhalt	Siehe Modulhandbuch Informatik: Eine Veranstaltung der Informatik zu Datenbanken im Umfang von 8LP, momentan z. B. „Datenbanken und Informationssysteme I“ (INF 114)
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 90 h; 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 15 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Algorithmen und Datenstrukturen", höhere Programmiersprache
Leistungsnachweise	Siehe Modulhandbuch Informatik: Anforderungen gemäß INF 114
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul aus E für den Bachelorstudiengang Mathematik Pflichtmodul E4 für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	etwa jährlich

(Bereich E. im Bachelorstudiengang Techno- und Wirtschaftsmathematik)

Ferner können alle weiteren Module der Bachelor- und Master-Studiengänge der Informatik mit Ausnahme der Mathematikmodule für Informatiker zur Abdeckung der Modulbereichs Anwendungsfach „Informatik“ in den Bachelor- und Master-Studiengängen Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

E. Anwendungsfächer

E3. Wirtschaftswissenschaften

(Bereich F. im Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik)

Alle Module der Bachelor-Studiengänge Economics und Betriebswirtschaftslehre mit Ausnahme der Mathematikmodule für Wirtschaftswissenschaftler können zur Abdeckung des Modulbereichs Anwendungsfach „Wirtschaftswissenschaften“ in den Bachelor- und Master-Studiengängen Mathematik und Wirtschaftsmathematik benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

E. Anwendungsfächer

E4. Philosophy & Economics

Alle Module der Bachelor-Studiengänge Philosophy & Economics mit Ausnahme der Mathematikmodule für Wirtschaftswissenschaftler können zur Abdeckung der Modulbereiche Anwendungsfach „Philosophy & Economics“ benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

E. Anwendungsfächer

E5. Ingenieurwissenschaften

(Bereich F. im Bachelorstudiengang Technomathematik.)

Modulname	Elektrotechnik 1 (für Mathematiker)
Modultyp	Bachelor (ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	Ingenieurwissenschaften
Verantwortlich	Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik
Lernziele	Siehe Modulhandbuch Bachelor Engineering Science <i>ET1: Elektrotechnik I</i>
Inhalt	Siehe Modulhandbuch Bachelor Engineering Science <i>ET1: Elektrotechnik I</i>
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (2)
ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 2 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 30 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 180 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis I+II, Lineare Algebra I+II
Leistungsnachweise	schriftliche Prüfung
Verwendbarkeit	Pflichtmodul FP3.1 für den Bachelorstudiengang Technomathematik
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

E. Anwendungsfächer

E5. Ingenieurwissenschaften

(Bereich F. im Bachelorstudiengang Technomathematik.)

Modulname	Regelungstechnik (für Mathematiker)
Modultyp	Bachelor (ab 4. Fachsemester)
Fachgebiet	Ingenieurwissenschaften
Verantwortlich	Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik
Lernziele	Siehe Modulhandbuch Bachelor Engineering Science <i>RT: Regelungstechnik</i>
Inhalt	Siehe Modulhandbuch Bachelor Engineering Science <i>RT: Regelungstechnik</i>
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (2)
ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 2 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 30 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 180 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Einführung in die Gewöhnlichen Differentialgleichungen, Elektrotechnik I
Leistungsnachweise	schriftliche Prüfung
Verwendbarkeit	Pflichtmodul FP3.2 für den Bachelorstudiengang Technomathematik
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

E. Anwendungsfächer

E5. Ingenieurwissenschaften

(Bereich F. im Bachelorstudiengang Technomathematik.)

Für die Module FP1 Experimentalphysik für Ingenieure I und II sowie FP2 Technische Mechanik I und II siehe das Modulhandbuch des Bachelorstudiengangs Engineering Science, Module PH und TM. Ferner können alle weiteren Module der Bachelor- und Master-Studiengänge der Ingenieurwissenschaften mit Ausnahme der Mathematikmodule für Ingenieure zur Abdeckung der Modulbereichs Anwendungsfach „Ingenieurwissenschaften“ in den Bachelor- und Master-Studiengängen Mathematik und Technomathematik benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort. Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

E. Anwendungsfächer

E6. Geoökologie

Alle Module der Bachelor-Studiengänge Geoökologie mit Ausnahme der Mathematikmodule für Naturwissenschaftler können zur Abdeckung des Modulbereichs Anwendungsfach „Geoökologie“ im Bachelor- und Master-Studiengang Mathematik benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

E. Anwendungsfächer

E7. Biologie

Alle Module der Bachelor-Studiengänge Biologie mit Ausnahme der Mathematikmodule für Naturwissenschaftler können zur Abdeckung des Modulbereichs Anwendungsfach „Biologie“ im Bachelor- und Master-Studiengang Mathematik benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch dort.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots dieses Anwendungsfachs auf Antrag zulassen. Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen dieses Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

Teil II

Master-Module

Modulname	Vertiefte Kenntnisse in Mathematik (Higher skills in Mathematics)
Modultyp	Vertiefungsmodul Master
Forschungsgebiet	Alle Forschungsgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	Die erfolgreichen Studierenden kennen die für die Forschung typischen mathematischen Techniken der Begriffsbildung, der Theorieentwicklung, der Beweisführung und der Anwendung in einem Bereich eines Forschungsgebiets. Im Unterschied zu den Absolvent(inn)en von Bachelormodul C1 können sie die vermittelten Techniken selbständiger anwenden und in Beziehung zu früher studierten mathematischen Vertiefungen setzen.
Inhalt	Eine Vertiefungsvorlesung mit Übung zu einem Forschungsgebiet aus dem Mathematik-Angebot. Im Master müssen drei Exemplare dieses Modul eingebracht werden mit der Regel, dass die dafür gewählten Vertiefungsvorlesungen weder alle drei aus demselben noch alle drei aus verschiedenen Forschungsgebieten stammen dürfen. Beispiele für Vertiefungsvorlesungen mit der Zuordnung zu ihren Forschungsgebieten finden sich auf den folgenden Seiten.
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul A1 für alle Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	Für jedes Forschungsgebiet mindestens eine passende Veranstaltung pro Jahr

A. Advanced Modules

Advanced Skills in Mathematics

Title	Advanced Skills in Mathematics
Modul Type	Advanced Module; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	All Research Areas
Responsible	Study Program Counselors (Studiengangsmoderation)
Learning Outcomes	Successful students know typical mathematical techniques for the development of notions, theory, proofs, and applications in a research area. In contrast to students that have passed Bachelor module C1, they can apply these techniques more autonomously and can relate them to formerly acquired advanced skills.
Content	One advanced course with tutorials about one of the research areas offered by the department of mathematics. In the Master program, three instances of this module must be covered with the following rule: the chosen advanced courses must not all stem from the same research area. Moreover, they must not stem from a single research area. Examples for advanced courses with their assignments to research areas can be found on the following pages.
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	See the announcements of the advanced courses
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics
Frequency	At least one advanced course per year for each research area

Veranstaltungstitel	Höhere Analysis und Partielle Differentialgleichungen (Advanced Analysis and Partial Differential Equations)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Höhere Analysis und Anwendungen
Verantwortliche	Math. VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis und Verständnis der wesentlichen Grundtypen partieller Differentialgleichungen und ihres unterschiedlichen Lösungsverhaltens • Beherrschung einiger elementarer Lösungsmethoden • Verständnis des Anwendungshintergrunds partieller Differentialgleichungen, Modellierung • Fähigkeit, die Konzepte der Höheren Analysis in diesem Kontext anzuwenden • Fähigkeit, mathematische Überlegungen klar darzustellen, auch in Englischer Sprache
Inhalt	<p>Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen sowie Lösungsverhalten für die wesentlichen Grundtypen partieller Differentialgleichungen, insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poissongleichung • Wärmeleitungsgleichung • Wellengleichung • partielle Differentialgleichungen erster Ordnung, insbesondere skalare Erhaltungsgleichungen • Weiterentwicklung der Konzepte der Höheren Analysis in diesem Kontext.
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule, Einf. in die Höhere Analysis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Title	Advanced Analysis and Partial Differential Equations
Covers	“Advanced mathematical skills”; Bachelor (\geq 4th semester) or master (\geq 1st semester)
Area of research	Advanced analysis and applications
Responsible	Math. VI (Nonlinear Analysis and Mathematical Physics)
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • The students will know and understand the basic types of partial differential equations and the behavior of their solutions; • they will master some elementary solution techniques; • they will understand the applications and modelling background of partial differential equations; • they will be able to apply concepts from advanced analysis in the context of partial differential equations; • they will be able to clearly formulate and present mathematical arguments.
Content	<p>Existence and uniqueness results and solution properties for the basic types of partial differential equations, in particular</p> <ul style="list-style-type: none"> • the Poisson equation • the heat equation • the wave equation • equations of first order, in particular scalar conservation laws • further elaboration of the concepts from advanced analysis in the context of partial differential equations.
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lectures (4 h/week) and discussion sections (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Basic mathematics modules, Introduction to Advanced Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	by request / as needed

Veranstaltungstitel	Partielle Differentialgleichungen—Funktionalanalytische Methoden (Partial Differential Equations—Functional Analysis Methods)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Höhere Analysis und Anwendungen
Verantwortliche	Math. III (Reelle Analysis), Math. VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis wichtiger Lösungsräume für partielle Differentialgleichungen • Verständnis für das Konzept einer schwachen Lösung • Fähigkeit, funktionalanalytische Methoden auf Problemstellungen aus den partiellen Differentialgleichungen anzuwenden • Fähigkeit, mathematische Überlegungen klar darzustellen, auch in Englischer Sprache
Inhalt	<p>Wichtige Funktionenräume und Methoden der Funktionalanalysis, die bei der Behandlung partieller Differentialgleichungen zum Einsatz kommen, insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobolevräume, Einbettungssätze • Schwache Lösungen elliptischer Gleichungen, Lemma von Lax-Milgram, Fredholmsche Alternative • Regularität schwacher Lösungen elliptischer Gleichungen <p>sowie weitere Themen wie z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolutionsgleichungen • Halbgruppenmethoden • Methoden der Variationsrechnung
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Einführung in die Partiellen Differentialgleichungen
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Advanced Analysis and Applications

Title	Partial Differential Equations—Functional Analysis Methods
Covers	“Advanced mathematical skills”; Bachelor (\geq 4th semester) or master (\geq 1st semester)
Area of research	Advanced analysis and applications
Responsible	Math. VI (Nonlinear Analysis and Mathematical Physics)
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • The students will know and understand the basic solution spaces for partial differential equations; • they will master the concept of a weak solution; • they will be able to apply functional analysis methods to problems in partial differential equations; • they will understand how functional analysis concepts develop out of applications; • they will be able to clearly formulate and present mathematical arguments.
Content	<p>Basic solution spaces and methods from functional analysis which are used for solving partial differential equations, in particular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobolev spaces, embedding theorems • weak solutions of elliptic equations, Lax-Milgram lemma, Fredholm alternative • regularity of weak solutions of elliptic equations <p>and further topics such as</p> <ul style="list-style-type: none"> • evolution equations • semigroup methods • calculus of variations
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lectures (4 h/week) and discussion sections (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Basic mathematics modules, Introduction to Advanced Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	by request / as needed

Title	Applied Functional Analysis
Covers	“Advanced mathematical skills”; Bachelor (\geq 4th semester) or master (\geq 1st semester)
Area of research	Advanced analysis and applications
Responsible	Chairs of Applied and Numerical Analysis, Applied Mathematics, Scientific Computing, Nonlinear Analysis and Mathematical Physics
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • The students will know the basic solution spaces and understand their uses in the theory of partial differential equations; • they will master the concept of a weak solution; • they will be able to apply functional analysis methods to problems in partial differential equations; • they will understand how functional analysis concepts develop out of applications.
Content	<p>Basic solution spaces and methods from functional analysis which are used for analysing partial differential equations, in particular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobolev spaces, embedding theorems • weak solutions of elliptic equations, Lax-Milgram lemma, Fredholm alternative • regularity of weak solutions of elliptic equations • spectral theory for compact operators
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	lectures (4 h/week) and discussion sections (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Basic mathematics modules, Introduction to Advanced Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the streams D1/D2/D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	every year in the winter term

Veranstungstitel	Konstruktive Approximationsverfahren (Constructive Approximation Theory)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Höhere Analysis und Anwendungen/Numerische Mathematik
Verantwortliche	Math. III (Angewandte und Numerische Analysis)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die Konzepte moderner Approximationsverfahren • Verständnis für die Probleme bei der Rekonstruktion (multivariater Funktionen) aus diskreten Daten • Fähigkeit, die Existenz, Eindeutigkeit, Berechenbarkeit und Qualität diskreter Rekonstruktionsverfahren unter Verwendung analytischer Methoden nachzuweisen und zu analysieren. • Fähigkeit, derartige Rekonstruktionsverfahren in effiziente Numerische Verfahren umzusetzen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Klassische Jackson- und Bernsteinsätze der univariaten Polynomapproximation • Multivariate Rekonstruktionsverfahren basierend auf Radialen Basisfunktionen, Moving Least-Squares und Partition of Unity Verfahren • Fehler- und Stabilitätsanalyse für multivariate Rekonstruktionsverfahren • Entwicklung effizienter Algorithmen derartiger Rekonstruktionsverfahren • Approximative Lösung partieller Differentialgleichungen durch gitterlose Verfahren
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Einführung in die höhere Analysis / Einführung in die numerische Mathematik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	alle zwei Jahre

A1. Advanced course Advanced Analysis and Applications/Numerical Mathematics

Title	Constructive Approximation Methods
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Advanced Analysis and Applications/Numerical Mathematics
Responsible	Math. III (Applied and Numerical Analysis)
Learning Outcomes	<p>By the end of the course, a successful student should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • explain the most important concepts of modern, multivariate approximation methods • explain the problems inherent to the reconstruction of multivariate functions from scattered data • prove and analyse the existence, the uniqueness, the computability and the quality of discrete reconstruction techniques • explain and implement the associated numerical schemes • understand the underlying mathematical theory
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Jackson- and Bernstein theorems for classical univariate polynomial approximation • Multivariate reconstruction methods based upon radial basis functions, moving least-squares and partition of unity methods • Error and stability analysis of multivariate reconstruction methods • Development and implementation of efficient algorithms for such reconstruction methods • Meshfree methods for the approximate solution of partial differential equations
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Analysis, Linear Algebra Introduction into higher analysis, Introduction into numerical analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every two years

Veranstaltungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus Höhere Analysis und Anwendungen (Current trends from Applied Analysis / Nonlinear Dynamics)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Höhere Analysis und Anwendungen
Verantwortliche	Math. III (Reelle Analysis), Math. VI (Nichtlineare Analysis und Mathematische Physik)
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Höhere Analysis und Anwendungen vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Höhere Analysis und Anwendungen, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Advanced Analysis and Applications

Title	Selected Topics from Advanced Analysis and Applications
Covers	“Advanced mathematical skills”; master (\geq 2nd semester)
Area of research	Advanced analysis and applications
Responsible	Math. III (Applied and Numerical Analysis) Math. VI (Nonlinear Analysis and Mathematical Physics)
Learning Outcomes	The students will become familiar with a current research topic from the area of advanced analysis and applications.
Content	A current research topic from the area of advanced analysis and applications.
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lectures (4 h/week) and discussion sections (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Basic mathematics modules, Introduction to Advanced Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	by request / as needed

Veranstaltungstitel	Optimale Steuerung gewöhnlicher Differentialgleichungen (Optimal Control of Ordinary Differential Equations)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor und Master Mathematik, Techno- u. Wirtschaftsmathematik
Forschungsgebiet	Optimale Steuerung
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen, Math. V (Angew. Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Konzepte der Minimierung von Funktionalen über Funktionenräume • Fähigkeit zur Analyse der notwendigen Bedingungen und deren Umsetzung in Mehrpunkt-Randwertprobleme für gewöhnliche Differentialgleichungen • Fähigkeit zur Anwendung der Theorie auf Problemstellungen aus Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften • Fähigkeit zur numerischen Berechnung optimaler Lösungen für konkrete Problemstellungen aus Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften mit existierenden Software-Paketen • Vorbereitung auf Bachelor- oder Masterarbeiten
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführende Beispiele mit Einordnung in den geschichtlichen Rahmen • Beziehungen zur Variationsrechnung • Lineare Steuerprozesse, Steuerbarkeit, zeitoptimale lineare Steuerprozesse • Nichtlineare Steuerprozesse • Minimumprinzip der Optimalsteuerungstheorie • Probleme mit linear auftretender Steuerung: bang-bang- und singuläre Steuerungen • Probleme mit regulärer Hamiltonfunktion und nichtlinear auftretender Steuerung • Anwendungsbeispiele aus Luft- und Raumfahrt, Verfahrenstechnik, Robotik, Wirtschaft, u. a. • Optimalsteuerungsprobleme mit Ungleichungsnebenbedingungen, Steuerbeschränkungen, Zustandsbeschränkungen • Anwendungsbeispiele aus Luft- und Raumfahrt, Verfahrenstechnik, Robotik, Wirtschaft, u. a. • Einführung in numerische Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Gewöhnl. Differentialgleichungen.
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics Voraussetzung für Bachelor oder Masterarbeiten auf dem Gebiet der Optimalen Steuerung.
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen (Optimization of Partial Differential Equations)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik
Forschungsgebiet	Optimale Steuerungen
Verantwortliche	Mathematik V
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in ein hochaktuelles Forschungsgebiet der Angewandten Mathematik mit weitreichender Anwendbarkeit auf hochkomplexe Aufgabenstellungen aus Ingenieur- und — mit Abstrichen — auch aus Wirtschaftswissenschaften (Financial Engineering). • Fähigkeit zur Aufstellung und Analyse der notwendigen Bedingungen • Fähigkeit zur Anwendung der Theorie auf konkrete Problemstellungen • Fähigkeit zur numerischen Berechnung optimaler Lösungen für konkrete Problemstellungen mit existierender Software • Vorbereitung auf Masterarbeiten
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführende Beispiele und Konzepte • Linear-quadratische elliptische Probleme • Linear-quadratische parabolische Probleme • Überblick zu semilinearen Gleichungen • Einführung in numerische Verfahren inkl. Software • Anwendungsbeispiele aus aktuellen Forschungsarbeiten vorwiegend aus den Ingenieurwissenschaften
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2).
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Qualifizierter Bachelor in Mathematik, insbesondere sehr gute Kenntnisse in Analysis sowie Grundkenntnisse in Numerischer Mathematik partieller Differentialgleichungen. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis können im Laufe der Vorlesung sowie in den Begleitseminaren erarbeitet werden.
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D1 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Title	Optimization of Partial Differential Equations
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Optimal control
Responsible	Mathematik V
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to a vivid research area of applied mathematics with applicability to highly complex problems from physics and engineering science. • Ability to derive and analyse optimality conditions • Ability to apply theory to concrete applications • Ability to solve the arising problems numerically • Preparation to master theses
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Introductory examples and concepts • General existence theory and first order optimality conditions • Linear-quadratic elliptic problems • Linear-quadratic parabolic problems • Introduction to some non-linear problems • Numerical methods • Examples from applications
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Qualified Bachelor in Mathematics, good analytic skills, basic knowledge of numerics of partial differential equations, and/or nonlinear optimization and/or functional analysis (like e.g. taught "Höhere Analysis").
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D1 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	on demand (usually every two years)

Veranstaltungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus Variations-Rechnung/Optimale Steuerung (Current trends in Variational Calculus/Optimal Control)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Optimierung
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen, Math. V (Angew. Mathematik)
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Variations-Rechnung/Optimale Steuerung vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Variations-Rechnung/Optimale Steuerung, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Kryptographie (Cryptography)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Fachgebiet	Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik
Verantwortliche	Zahlentheorie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden mathematischen Verschlüsselungstechniken • Vertiefte Kenntnisse aus der Zahlentheorie • Anwendung elliptischer Kurven in der Kryptographie
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung • Hashfunktionen und AES-Verschlüsselung • Faktorisierungsmethoden, Diskreter Logarithmus • Public-Key-Verschlüsselung: RSA-Algorithmus, Rabin-Verfahren, Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch, ElGamal-Verfahren, Digitale Signatur • Grundlegende Eigenschaften von elliptischen Kurven • Elliptische Kurvenkryptographie
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra, Aufbaumodule Algebra, Zahlentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D3 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	Cryptography
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics
Responsible	Number Theory
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of the basic mathematical encryption methods • Advanced knowledge in number theory • Application of elliptic curves in cryptography
Content	<p>A selection of topics, for example</p> <ul style="list-style-type: none"> • symmetric and asymmetric encryption • hash functions and AES • factorization methods, discrete logarithm • public key cryptography: RSA, Rabin, Diffie-Hellman key exchange, ElGamal • basic properties of elliptic curves • cryptography using elliptic curves
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Linear Algebra, basic courses in Algebra and Number Theory
Grading	Oral or written exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D3 of the bachelor program in computational mathematics in computational mathematics
Frequency	as needed

Veranstaltungstitel	Elliptische Kurven (Elliptic Curves)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Fachgebiet	Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik
Verantwortliche	Computeralgebra
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Begriffe und Resultate zur geometrischen, analytischen und arithmetischen Struktur von Elliptischen Kurven • Beherrschung der Beweistechniken und Rechenmethoden als Grundlage für selbständige wissenschaftliche Arbeit zu Elliptischen Kurven
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Geometrische Grundlagen • Gruppenstruktur, Isomogenien and Endomorphismen von Elliptischen Kurven • Torsionsuntergruppe und Weil-Paarung • Elliptische Kurven über endlichen Körpern mit Anwendungen • Elliptische Kurven über den komplexen Zahlen • Elliptische Kurven über den rationalen Zahlen, Satz von Mordell
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra I und II; Aufbaumodule Einführung in die Zahlentheorie und algebraische Strukturen, Einführung in die Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder Klausur oder mündliche Prüfung ; Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D3 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	Elliptic Curves
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics
Responsible	Computer Algebra
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of the basic notions and results relating to the geometric, analytic and arithmetic structure of elliptic curves • Mastering the proof techniques and algorithmic methods as a basis for independent scientific work on elliptic curves
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Basics from algebraic geometry • Group structure, isogenies and endomorphisms of elliptic curves • Torsion subgroup and Weil pairing • Elliptic curves over finite fields with applications • Elliptic curves over the complex numbers • Elliptic curves over the rational numbers, Mordell's theorem
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Linear Algebra, basic courses in Algebra and Number Theory
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D3 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	as needed

Veranstaltungstitel	Diophantische Gleichungen (Diophantine Equations)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Fachgebiet	Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik
Verantwortliche	Computeralgebra
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Begriffe und Resultate aus der Theorie der Diophantischen Gleichungen • Beherrschung der Beweistechniken und Rechenmethoden als Grundlage für selbständige wissenschaftliche Arbeit zu Diophantischen Gleichungen
Inhalt	<p>Eine Auswahl von Themen, zum Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Summen von Quadraten • Ternäre quadratische Formen, Satz von Legendre • p-adische Zahlen, Satz von Hasse-Minkowski • Die Pellsche Gleichung • Der Satz von Dirichlet über Primzahlen in Restklassen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra I und II; Aufbaumodule Einführung in die Zahlentheorie und algebraische Strukturen, Einführung in die Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D3 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	Diophantine Equations
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics
Responsible	Computer Algebra
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of the basic notions and results relating to the theory of Diophantine Equations • Mastering the proof techniques and algorithmic methods as a basis for independent scientific work on Diophantine Equations
Content	<p>A selection of topics, for example</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sums of squares • Ternary quadratic forms, Legendre's theorem • p-adic numbers, theorem of Hasse-Minkowski • The Pell Equation • Dirichlet's theorem on primes in residue classes
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Linear Algebra, basic courses in Algebra and Number Theory
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D3 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	as needed

Veranstungstitel	Algebraische Zahlentheorie (Algebraic Number Theory)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Algebra
Verantwortliche	Math. IV (Algebra)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des Begriffs der ganzen algebraischen Zahlen • Beherrschung der Primidealzerlegungen in ganzen Ringerweiterungen • Verständnis der wichtigsten Beispiele
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Ganze Elemente • Endlich erzeugte Moduln über Hauptidealringen • Algebraische Zahlkörper • Dedekindringe • Gitterpunktsatz von Minkowski und die Endlichkeit der Klassenzahl • Zerlegung von Primidealen in Erweiterungen • Geschichte des Fermat-Problems $X^n + Y^n = Z^n$
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra, Algebra, Zahlentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder Klausur oder mündliche Prüfung ; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D3 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	Algebraic Number Theory
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics
Responsible	Number Theory
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • understanding of notion of integer algebraic numbers • finitely generated modules over principal ideal rings • mastering prime ideal decompositions in integer ring extensions
Content	<ul style="list-style-type: none"> • integer elements • finitely generated modules over principal ideal rings • algebraic number fields • Dedekind rings • Minkowskis theorem on lattices, finiteness of the class number • prime ideal decompositions in ring extensions • history of the Fermat-problem $X^n + Y^n = Z^n$
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Linear Algebra, basic courses in Algebra and Number Theory
Grading	Oral or written exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D3 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	as needed

Veranstaltungstitel	Codierungstheorie (Coding Theory)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Fachgebiet	Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik
Verantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Begriffe und Resultate aus der Codierungstheorie • Beherrschung der Beweistechniken und Rechenmethoden als Grundlage für selbstständige wissenschaftliche Arbeit zur Codierungstheorie
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Blockcodes und lineare Codes • Schranken an die Existenz von Codes • Isometrien von Hamming-Räumen • Die MacWilliams-Identität • zyklische Codes • Eine Auswahl weiterer Themen, z.B. Reed-Muller-Codes, Goppa-Codes, QR-Codes, die LP-Schranke, selbstduale Codes, Anwendungen etc.
Dauer	1 Semester (oder evtl. 2 Semester bei halbiertem wöchentlichen Arbeitsaufwand)
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra I und II; Aufbaumodule Einführung in die Zahlentheorie und algebraische Strukturen, Einführung in die Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D3 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	Coding Theory
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics
Responsible	Computer Algebra
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of the basic notions and results of coding theory • Mastering the proof techniques and algorithmic methods as a basis for independent scientific work in coding theory
Content	<ul style="list-style-type: none"> • block codes and linear codes • bounds for the existence of codes • isometries of Hamming spaces • the MacWilliams identity • cyclic codes • a selection of further topics, e.g., Reed-Muller codes, Goppa codes, QR codes, the LP bound, self-dual codes, applications etc.
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Linear Algebra, basic courses in Algebra and Number Theory
Grading	Oral or written exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D3 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	as needed

Veranstaltungstitel	Vertiefung der Computeralgebra (In Depth Studies in Computeralgebra)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Fachgebiet	Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik
Verantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fortgeschrittene Kenntnisse im Bereich Computeralgebra
Inhalt	<p>Ausgewählte Themen der Computeralgebra aus z.B. den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elliptische und hyperelliptische Kurvenkryptographie, • Berechnung der Anzahl von Punkten auf elliptischen Kurven über endlichen Körpern (Schoof-Algorithmus und Verallgemeinerungen), • Berechnung von Frobenius-Spuren auf Tate-Moduln und étaler Kohomologie, • Monodromieberechnung von D-Moduln und lokalen Systemen, • Fortgeschrittene Themen der Codierungstheorie, etwa Peterson-Gorenstein-Zierler-Decodierer, asymptotische Resultate, Goppa-Codes
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodul Lineare Algebra; Aufbaumodule Algebra, Zahlentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D3 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	In Depth Studies in Computeralgebra
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics
Responsible	Computer Algebra, Number Theory
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> Advanced knowledge in computer algebra
Content	<p>Selected topics from computer algebra, e.g.,</p> <ul style="list-style-type: none"> cryptography with elliptic and hyperelliptic curves point counting on elliptic curves over finite fields (Schoof's algorithm and generalizations) computation of Frobenius traces on Tate modules and étale cohomology coputation of monodromy of D-modules and local systems advanced topics in coding theory, e.g., Peterson-Gorenstein-Zierler decoder, asymptotic resultats, Goppa codes
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Linear Algebra, basic courses in Algebra and Number Theory
Grading	Oral or written exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D3 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	as needed

Veranstaltungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik (Selected Topics from Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Algebra/Zahlentheorie/Optimierung
Verantwortliche	Computeralgebra, Zahlentheorie
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Algebra/Zahlentheorie/Diskrete Mathematik, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

A1. Advanced course

Algebra/Number Theory/Discrete Mathematics

Title	Selected Topics from Algebra, Number Theory, Discrete Mathematics
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Master (\geq 2nd semester)
Area of research	Algebra/Number Theory/Optimization
Responsible	Computer Algebra, Number Theory
Learning Outcomes	The students will become familiar with a current research topic from the areas of Algebra, Number Theory or Discrete Mathematics
Content	A current research topic from the areas of Algebra, Number Theory or Discrete Mathematics
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lectures (4 h/week) and discussion sections (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Basic mathematics modules, further prerequisites depending on topic
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	by request / as needed

Veranstungstitel	Kommutative Algebra (Commutative Algebra)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
verantwortlich	Math. I (Komplexe Analysis), Mathe VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der kommutativen Algebra • Verständnis grundlegender Probleme und Resultate der kommutativen Algebra und deren Anwendungen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Ringe, Ideale, Moduln und ihre Homomorphismen • Lokalisierung und Vervollständigung • Noethersche Ringe und Primärzerlegung • Hilbertscher Nullstellensatz • Krulldimension • ausgewählte Anwendungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodul Lineare Algebra, Aufbaumodul Einführung in die Zahlentheorie und Algebraische Strukturen
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4h Vorlesung plus 4h Nachbereitung = 120 h 2h Übung plus 6h Vor- und Nachbereitung = 120 h 40h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in den Semesterferien,; Gesamt: 300h.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Riemannsche Flächen (Riemann surfaces)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
Verantwortliche	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des Konzeptes einer Riemannschen Fläche • Beherrschung der grundlegenden Techniken: Garbentheorie und Kohomologietheorie • Beherrschung der Techniken zu Berechnung von Kohomologiegruppen • Verständnis der grundlegenden Resultate der Theorie der Riemannschen Flächen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Begriff der Riemannschen Fläche • Garben - und Kohomologietheorie • Differentialformen • Satz von Riemann-Roch und Anwendungen • Hodge-Theorie • Überlagerungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Analysis, Lineare Algebra, Funktionentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder Klausur oder mündliche Prüfung ; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Algebraische Topologie (Algebraic topology)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
verantwortlich	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der algebraischen Topologie • Beherrschung der Techniken zur Berechnung von Homologiegruppen, Kohomologiegruppen, Homotopiegruppen • Verständnis grundlegender Probleme und Resultate der algebraischen Topologie und deren Anwendungen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Homotopie und Homotopiegruppen • Faserbündel und Überlagerungen • Homologie und Kohomologie, Mayer-Vietoris-Sequenz und Ausschneidung • Ringstruktur der Kohomologie und Anwendungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis Aufbaumodul Einführung in die Topologie
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4h Vorlesung plus 4h Nachbereitung = 120 h 2h Übung plus 6h Vor- und Nachbereitung = 120 h 40h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in den Semesterferien Gesamt: 300h.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Höhere Funktionentheorie (A second chapter on holomorphic functions)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
verantwortlich	Math. I (Komplexe Analysis), Mathe VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der Theorie von holomorphen und meromorphen Funktionen, insbesondere von periodischen Funktionen • Beherrschung der Techniken zur Berechnung von elliptischen Funktionen und elliptischen Kurven • Verständnis grundlegender Probleme und Resultate über elliptische Integralen und Werte von holomorpher Funktionen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Periodische Funktionen einer Veränderlichen nach Weierstrass • Körper von elliptische Funktionen • Elliptische Kurven, j-Funktion und Anwendungen am Picardschen Satz • Periodische Funktionen nach Jacobi: Theta Reihen • Abelche Funktionen und Riemannsche Bedingungen • Automorphismen der Halbebene und Automorphe Funktionen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismoduln Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis, Funktionentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4h Vorlesung plus 4h Nachbereitung = 120 h 2h Übung plus 6h Vor- und Nachbereitung = 120 h 40h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in den Semesterferien Gesamt: 300h.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Riemannsche Mannigfaltigkeiten und Liesche Gruppen (Riemannian Geometry and Lie Groups)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
verantwortlich	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der reellen Differentialgeometrie • Beherrschung der Techniken zur Berechnung von Riemannschen Ricci und skalaren Krümmung, von Lie Algebren Isomorphismen • Verständnis grundlegender Probleme und Resultate der extrinsischen und intrinsischen Riemannschen Geometrie
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mannigfaltigkeiten, Riemannsche Metriken • Riemannsche Krümmung, Ricci und skalare Krümmung • Levi Civita Parallelismus • Zweite Fundamentalform, Sätze von Gauss und Codazzi Mainardi • Frobenius Integrabilität und Spezialkoordinaten • Liesche Gruppe und Algebren: die 3 Fundamentalsätze von Lie
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismoduln Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4h Vorlesung plus 4h Nachbereitung = 120 h 2h Übung plus 6h Vor- und Nachbereitung = 120 h 40h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in den Semesterferien; Gesamt: 300h.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Algebraische Geometrie (Algebraic Geometry)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Geometrie
Verantwortliche	Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des Konzeptes einer algebraischen Varietät • Beherrschung der grundlegenden Techniken der klassischen algebraischen Geometrie • Verständnis einiger grundlegender Resultate der algebraischen Geometrie • Verständnis wichtiger Beispiele
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Affine und projektive Varietäten • Tangentialraum und Dimension • Grundbegriffe der birationalen Geometrie • Satz von Bézout • Differentialformen • Algebraische Flächen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Analysis, Lineare Algebra, Algebra
Leistungsnachweise	Klausur oder Klausur oder mündliche Prüfung ; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Komplexe Differentialgeometrie (Complex Differential Geometry)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
verantwortlich	Math. I (Komplexe Analysis), Mathe VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte der Differentialgeometrie komplexer Mannigfaltigkeiten • Beherrschung der Techniken zur Berechnung von Krümmungen, Chernklassen, Kohomologiegruppen und Invarianten kompakter Mannigfaltigkeiten • Verständnis grundlegender Resultate der komplexen Differentialgeometrie und deren Beweismethoden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Hermitesche Vektorbündel, Krümmung, Chernklassen • Hodge-Zerlegung von vektorwertigen Differentialformen • Kählermetriken und Hodgezerlegung, Anwendungen • Kodairascher Verschwindungssatz und Anwendungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismoduln Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis, Funktionentheorie; je nach Strukturierung der Vorlesung Riemannsche Flächen oder Komplexe Mannigfaltigkeiten
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4h Vorlesung plus 4h Nachbereitung = 120 h 2h Übung plus 6h Vor- und Nachbereitung = 120 h 40h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in den Semesterferien Gesamt: 300h.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Komplexe Mannigfaltigkeiten (Complex Manifolds)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“;
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
verantwortlich	Math. I (Komplexe Analysis), Mathe VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des Begriffs der komplexe Mannigfaltigkeit und deren Differentialrechnung • Beherrschung der Techniken der Garben- und Kohomologietheorie komplexer Mannigfaltigkeiten • Verständnis grundlegender Resultate der komplexen Analysis von Mannigfaltigkeiten und deren Beweismethoden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Eigenschaften holomorpher Funktionen mehrerer Variablen • Komplexe Mannigfaltigkeiten, Differentialformen, Satz von Dolbeault, Beispiele • Garben- und Kohomologietheorie • Divisoren, Vektorbündel • Kohomologie Steinscher und kompakter Mannigfaltigkeiten, Anwendungen • Bimeromorphie Geometrie komplexer Mannigfaltigkeiten
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2) über 1 Semester
LP	10
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismoduln Lineare Algebra, Analysis, Vektoranalysis, Funktionentheorie;
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4h Vorlesung plus 4h Nachbereitung = 120 h 2h Übung plus 6h Vor- und Nachbereitung = 120 h 40h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in den Semesterferien Gesamt: 300h.
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus Höhere Geometrie / Komplexe Analysis (Current trends in Advanced Geometry / Complex Analysis)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Höhere Geometrie / Komplexe Analysis
Verantwortliche	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Höhere Geometrie / Komplexe Analysis vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Höhere Geometrie/Komplexe Analysis, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Modellierung, Simulation und Optimierung mit Gewöhnlichen Differentialgleichungen (Modeling, Simulation, and Optimization with Ordinary Differential Equations)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor und Master (ab 4./1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerische Mathematik, Diskrete und Kontinuierliche Optimierung
Verantwortliche	Math. V (Angew. Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Modellierung von Anwendungsproblemen mit Hilfe gewöhnlicher Differentialgleichungen • Verständnis der Funktionsweise numerischer Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen • Verständnis des Zusammenspiels von mathematischer Modellierung, numerischer Simulation und Optimierung bei der Lösung eines Problems • Fähigkeit zur Implementierung der behandelten Algorithmen in MATLAB oder einer höheren Programmiersprache
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Modellierung von Anwendungsproblemen mit gewöhnlichen Differentialgleichungen (z.B. Himmelsmechanik, Epidemiologie, Reaktionskinetik) • Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen (Konvergenztheorie, Einschrittverfahren, Schrittweitensteuerung, steife Differentialgleichungen) • Optimierungs- und Randwertprobleme mit gewöhnlichen Differentialgleichungen (Formulierungen, Schießverfahren, Kollokationsverfahren) • Weitere Themen aus dem Bereich Modellierung, Simulation und Optimierung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik, Einführung in die Gewöhnlichen Differentialgleichungen
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module B-MP und C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul in den Streams D1/D4 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Veranstaltungstitel	Modeling, Simulation, and Optimization with Ordinary Differential Equations (Modellierung, Simulation und Optimierung mit Gewöhnlichen Differentialgleichungen)
Covers	”Advanced mathematical skills”; Bachelor (≥ 4 th semester) or Master (≥ 1 st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics, Discrete and Continuous Optimization
Responsible	Math. V (Angew. Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Ability to model application problems using ordinary differential equations • Understanding the functionality of numerical algorithms for solution of ordinary differential equations • Understanding the interconnection between the mathematical modeling, numerical simulation, and optimization when solving a problem • Ability to implement the algorithms introduced in the course using MATLAB or a higher programming language
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematical modeling of application problems using ordinary differential equations (e.g. celestial mechanics, epidemiology, chemical kinetics) • Initial value problems for ordinary differential equations (convergence theory, single-step methods, step size control, methods for stiff differential equations) • Optimization and boundary-value problems for ordinary differential equations (formulation, shooting method, collocation method) • Further topics from areas of modeling, simulation, and optimization with ordinary differential equations
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lecture (4) with exercises (2)
Credit Points	10
Work Load	4 h lecture plus 4 h follow-up activities per week = 120 h; 2 h exercise plus 6 h preparation and follow-up activities per week = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation and follow-up activities during teaching break; In total: 300 h.
Recommended prerequisites	Modules Analysis, Linear Algebra, Introduction to Numerical Mathematics, Introduction to Ordinary Differential Equations
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Modules B-MP or C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in Mathematics, Mathematics of Economics Module F2 and module in the streams D1/D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every year during summer term

Veranstungstitel	Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen (Numerical Methods for Partial Differential Equations)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor und Master (ab 5./1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerische Mathematik
Verantwortliche	Math. III (Angew. u. Num. Analysis), Math. V (Angew. Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Funktionsweise numerischer Algorithmen zur Lösung partieller Differentialgleichungen • Fähigkeit zur Wahl eines geeigneten Algorithmus für eine gegebene Klasse partieller Differentialgleichungen • Fähigkeit zur Anpassung von Standard-Algorithmern an neue Problemstellungen • Fähigkeit zur Implementierung der behandelten Algorithmen in MATLAB oder einer höheren Programmiersprache
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Finite-Differenzen-Verfahren für spezielle partielle Differentialgleichungen (Transport-, Poisson-, Wärmeleitungs-, Wellengleichung) • Finite-Elemente-Methoden für elliptische partielle Differentialgleichungen (Galerkin-Verfahren, Konvergenztheorie) <p>und weitere Themen wie z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptivität • Mehrgitterverfahren
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik, Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik; sinnvoll aber nicht notwendig: Einführung in die Höhere Analysis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module B-MP und C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul in den Streams D1/D2/D4 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Veranstaltungstitel	Numerical Methods for Partial Differential Equations (Numerische Methoden für Partielle Differentialgleichungen)
Covers	”Advanced mathematical skills”; Bachelor (≥ 5 th semester) or Master (≥ 1 st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Math. III (Angew. u. Num. Analysis), Math. V (Angew. Mathematik), Wissenschaftliches Rechnen
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding the way numerical algorithms for the solution of partial differential equations work • Ability to choose a suitable algorithm for a given class of partial differential equations • Ability to adapt standard algorithms to new problems • Ability to implement the algorithms discussed in the lecture in MATLAB or in a higher programming language
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Finite difference methods for special partial differential equations (transport, Poisson, heat, wave equation) • finite element method for elliptic partial differential equations (Galerkin method, convergence theory) <p>and further subjects such as</p> <ul style="list-style-type: none"> • adaptivity • multi-grid methods
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lecture (4) with exercises (2)
Credit Points	10
Work Load	4 h lecture plus 4 h follow-up activities per week = 120 h; 2 h exercise plus 6 h preparation and follow-up activities per week = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation and follow-up activities during teaching break; In total: 300 h.
Recommended prerequisites	Modules Analysis, Linear Algebra, Introduction to Numerical Mathematics, Introduction to Iterative Numerical Methods; helpful but not required: Introduction to Advanced Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Modules B-MP or C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in Mathematics, Mathematics of Economics Module F2 and module in the streams D1/D2/D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every year during winter term

Title	Numerical Methods for General Types of PDEs
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 6th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Wissenschaftliches Rechnen
Lerning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding the way numerical algorithms for the solution of special partial differential equations work • Ability to choose a suitable discretization technique for a given partial differential equation • Ability to choose a suitable algorithm • Ability to implement the algorithms discussed in the lecture in a higher programming language
Content	<p>This module is the continuation of the module <i>Numerical Methods for Partial Differential Equations</i>. It is focused on the numerical solution of more general types of partial differential equations arising from realistic applications such as fluid dynamics, electromagnetism, structural mechanics, etc. These require special discretization techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> • non-conforming and mixed finite element methods • finite element methods for (Navier-)Stokes equations • finite volume methods • discontinuous Galerkin methods • edge elements <p>Special topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • adaptivity • smoothed particle hydrodynamics • mortar methods • level-set methods
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Numerical Methods for Differential Equations
Grading	written or oral exam active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the streams D1/D2/D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every two years during summer term

Title	Efficient Treatment of Non-local Operators
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 5th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Wissenschaftliches Rechnen
Lerning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding the way numerical algorithms for the solution of partial differential and integral equations work • Understanding that non-local operators may contain redundancies which can be used to reduce their asymptotic complexity • Ability to choose a suitable algorithm for a given class of partial differential and integral equations • Ability to implement the algorithms discussed in the lecture in a higher programming language on a parallel computer
Content	<p>State-of-the-art linear complexity treatment of partial differential and integral operators and parallelization techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fast multipole methods for the efficient treatment of multi-source potentials (one of the TOP10 algorithms from the 20th century) • hierarchical matrices (for the treatment of non-local operators with linear complexity) • Schwarz methods (additive and multiplicative) • Domain decomposition (overlapping and non-overlapping), BPS and Neumann-Neumann preconditioners
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Introduction to Numerical Methods
Grading	written or oral exam active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every year during winter term

Title	Fast Methods for Differential and Integral Equations
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 6th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Wissenschaftliches Rechnen
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding the way numerical algorithms for the solution of partial differential and integral equations work • Detection of suitable structures which can be exploited for the complexity reduction of solution operators of elliptic boundary value problems • Ability to choose a suitable algorithm for a given class of partial differential or integral equations • Ability to implement the algorithms discussed in the lecture in a higher programming language
Content	<p>Numerical analysis of optimal complexity solvers for the treatment of boundary value problems; efficient treatment of parameter-dependent problems:</p> <ul style="list-style-type: none"> • subspace correction methods • hierarchical bases and BPX preconditioners • geometric and algebraic multigrid methods (convergence and implementation aspects) • reduced bases methods • analysis of hierarchical matrices
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Introduction to Numerical Methods, Numerical Methods for Differential Equations
Grading	written or oral exam active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every year during summer term

Title	Efficient Numerical Treatment of Multiscale Problems
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 6th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Wissenschaftliches Rechnen
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of key mechanisms and challenges in scale interaction for the PDE-based equations and systems in scientific and technical problems • Ability to identify and apply a suitable modeling and/or numerical technique for a wide range of multiscale problems • Ability to implement the mathematical methods and numerical algorithms introduced in the course using a programming language
Content	<p>Modeling approaches:</p> <ul style="list-style-type: none"> • asymptotic analysis • homogenization • Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS), large eddy simulation (LES) <p>Numerical methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> • multiscale finite element method (MsFEM) • variational multiscale method • wavelet-based discretizations • reduced-basis methods • heterogeneous multiscale methods (HMM)
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Introduction to Numerical Methods, Numerical Methods for Differential Equations
Grading	written or oral exam active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D4 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every other year during summer term

Veranstungstitel	Numerische Methoden der Finanzmathematik (Computational Finance)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor und Master (ab 5./1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerische Mathematik, Finanzmathematik
Verantwortliche	Math. V (Numerische Mathematik), Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Funktionsweise numerischer Algorithmen zur Bewertung von Optionen und anderen Derivaten • Fähigkeit zur Wahl eines geeigneten Algorithmus für ein gegebenes Problem der Optionsbewertung • Fähigkeit zur Anpassung von Standard-Algorithmen an neue Problemstellungen • Fähigkeit zur Implementierung der behandelten Algorithmen in MATLAB oder einer höheren Programmiersprache
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Problem der Bewertung von Optionen und anderen Derivaten • Behandlung der folgenden Klassen von Algorithmen <ul style="list-style-type: none"> – Binomialmethoden – Numerische Verfahren für stochastische Differentialgleichungen – Monte-Carlo Methoden – Numerische Verfahren zur Lösung der Black-Scholes-Gleichung
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik, Einführung in die Stochastik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; C1 für die Bachelorstudiengänge (ab 4. Fachsemester) bzw. A1 für die Masterstudiengänge (ab 1. Fachsemester) Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	zweijährlich

Veranstaltungstitel	Computational Finance (Numerische Methoden der Finanzmathematik)
Covers	”Vertiefte Kenntnisse in Mathematik”; Bachelor und Master (ab 5./1. Fachsemester)
Area of Research	Numerical Mathematics, Financial Mathematics
Responsible	Math. V (Numerical Mathematics), Wirtschaftsmathematik
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding the way numerical algorithms for the valuation of options and other financial derivatives work • Ability to choose a suitable algorithm for a given option valuation problem • Ability to adapt standard algorithms to new problems • Ability to implement the algorithms discussed in the lecture in MATLAB or in a higher programming language
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to the problem of the valuation of options and other financial derivatives • Discussion of the following classes of algorithms <ul style="list-style-type: none"> – binomial methods – numerical methods for stochastic differential equations – Monte–Carlo Methods – Numerical methods for the solution of the Black–Scholes equation
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching Method	lecture (4 h) with exercises (2 h)
Credit Points	10
Work Load	4 h lecture plus 4 h follow-up activities per week = 120 h; 2 h exercise plus 6 h preparation and follow-up activities per week = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation and follow-up activities during teaching break; In total: 300 h.
Recommended prerequisites	Modules Analysis, Linear Algebra, Introduction to Numerical Mathematics, Introduction to Stochastics
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every two years

Veranstungstitel	Mathematische Modellierung (Mathematical modeling)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor Mathematik und Technomathematik „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master Mathematik und Technomathematik
Forschungsgebiet	Dynamische Systeme, Differentialgleichungen, Numerische Mathematik
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen , Math. V (Numerische Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis des exponentiellen und logistischen Wachstums und ihrer Grenzen • Verständnis für kompliziertere Modellierungen • Kennenlernen von mathematischen Werkzeugen zur Analyse realitätsnaher Modelle • Fähigkeit zur eigenständigen Modellierung und geschlossenen bzw. numerischen Lösung • Vorbereitung auf Masterarbeiten
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Modelle: DGL-Modelle für eine und zwei Arten • z.B. Chemische Modelle: Reaktionskinetik, Enzyme, Krankheiten • z.B. Mechanische Modelle
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Gewöohnl. Differentialgleichungen.
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics Voraussetzung für viele Bachelorarbeiten und Masterarbeiten
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Mathematische Methoden des Computer-Aided Designs (Mathematical Methods of Computer-Aided Design)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerische Mathematik
Verantwortliche	Math. III (Angewandte und Numerische Analysis)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die Probleme und die Konzepte des Computer-Aided Designs • Verständnis für die Mathematischen Ideen zur konstruktiven Darstellung von Kurven und Flächen • Kenntnis der gängigen Verfahren zur Rekonstruktion von Kurven und Flächen • Fähigkeit, derartige Verfahren zu analysieren, zu implementieren und weiterzuentwickeln
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Elementare Grundlagen der Differentialgeometrie • Polynomiale Kurven und Flächen • Bernstein-Bezier Techniken • de Casteljau-Algorithmus • B-Splines, Splinekurven und Splineflächen • de Boor-Algorithmus • Rationale Kurven und conics • geometrische Stetigkeit und Differenzierbarkeit • Multiaffine (polare) Formen, Blossom • Subdivisions-Algorithmen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Einführung in die höhere Analysis / Einführung in die numerische Mathematik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Title	Mathematical Methods of Computer-Aided Design
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Math. III (Applied and Numerical Analysis)
Learning Outcomes	By the end of the course, a successful student should be able to <ul style="list-style-type: none"> • explain the problems and concepts of computer-aided geometric design • understand the mathematical ideas behind the constructive representation of curves and surfaces • explain the most important methods for representing curves and surfaces constructively • analyse, implement and further develop such methods
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Basic results of differential geometry • Polynomial curves and surfaces • Bernstein-Bezier techniques • de Casteljau algorithm • B-splines, spline curves and surfaces • de Boor algorithm • Rational curves and conics • geometrical continuity and differentiability • Multiaffine (polar) forms, blossoming • Subdivision schemes
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Analysis, Linear Algebra Introduction into higher analysis, introduction into numerical analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	on demand

Title	Mathematical Modeling for Climate and Environment
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 6th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Wissenschaftliches Rechnen
Lerning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of important physical principles and their representation in mathematical models for main types of climate and environmental models • Ability to identify the key interactions between different compartments of a climate model and to express them in mathematical form • Ability to formulate simple environmental and climate models and skills to implement them using e.g. Matlab
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Physical principles, mathematical models, and selected numerical methods in climate and environmental sciences • Earth system: Main components, driving forces, scales, feedbacks • Hierarchy of climate models, regional and global focus • Environmental modeling: Main applications and problem settings
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (4 h/week), tutorials (2 h/week), block-part (ca. 1 week) at an external research institution (optional)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 4 h preparation/post-processing = 90 h; 40 h preparation for exam, 50 h block-part of the course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Numerical Methods for Differential Equations
Grading	written or oral exam active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every year during summer term

Veranstungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus der Numerischen Mathematik (Current trends in Numerical Mathematics)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerische Mathematik
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen, Math. V (Numerische Mathematik)
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Numerik vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Numerik, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Current trends in Numerical Mathematics (Aktuelle Entwicklungen aus der Numerischen Mathematik)
Covers	”Advanced mathematical skills”; master (\geq 2nd semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Wissenschaftliches Rechnen, Math. V (Numerical Mathematics)
Learning Outcomes	The lecture presents a current, research related topic from the area Numerical Mathematics.
Content	A current, research related topic from the area Numerical Mathematics. Details are given in the commented list of lectures.
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching method	lecture (4 h) with exercises (2 h)
Credit Points	10
Work Load	4 h lecture plus 4 h follow-up activities per week = 120 h; 2 h exercise plus 6 h preparation and follow-up activities per week = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation and follow-up activities during teaching break; In total: 300 h.
Recommended prerequisites	basic modules plus the modules specified in the commented list of lectures
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	On demand

Veranstaltungstitel	Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastische Prozesse (Probability Theory and Stochastic Processes)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Stochastik
Verantwortliche	Stochastik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zum Studium von Originalliteratur • Erwerb von Kenntnissen, die über die einführenden Vorlesungen in der Stochastik und Statistik hinausgehen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • charakteristische Funktionen und Fouriertransformierte • schwache Konvergenz von Wahrscheinlichkeitsmaßen auf allgemeinen Räumen • Grundlagen zu stochastischen Prozessen • Metriken auf dem Raum aller Wahrscheinlichkeitsmaße und Beziehungen zwischen diesen Metriken • Konzentrationsungleichungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch (Deutsch bei Bedarf)
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule, Einführung in die Stochastik, Einführung in die Statistik. Hilfreich, aber keine Voraussetzung: grundlegendes Wissen über Funktionalanalysis. Einige Fakten zur Funktionalanalysis wird in den Übungen angegeben.
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	nach Bedarf

Title	Probability Theory and Stochastic Processes
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Stochastics/Statistics
Responsible	Chair of Stochastics
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Ability to read research papers • Knowledge of mathematical tools for more advanced courses on stochastics/statistics
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • characteristic functions and Fourier transforms • weak convergence of probability measures on general spaces • basics of stochastic processes • metrics defined on the set of all probability measures and relationships between these metrics • concentration inequalities
Duration	1 semester
Language	English (German on Demand)
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	base modules; Introduction to Stochastics; Introduction to Statistics. Helpful, but not required: basic knowledge on functional analysis. Some facts on functional analysis will be given during the tutorials.
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics
Frequency	on demand

Veranstaltungstitel	Support Vector Machines (Support Vector Machines)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Stochastik
Verantwortliche	Stochastik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis von Support Vector Machines (SVMs) • Fähigkeit, SVMs in der Praxis anwenden zu können • statistische Eigenschaften von SVMs (Existenz, Eindeutigkeit, Konsistenz, Robustheit) • Fähigkeit zum Studium von Originalliteratur • erfolgreicher Einsatz von Software zur Anwendung von SVMs
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Verlustfunktionen • Kerne und reproduzierende Kern-Hilbert Räume • Definition von SVMs • Asymptotische Versionen von SVMs • Statistische Eigenschaften von SVMs • SVMs für Klassifikationsprobleme • SVMs für Regressionsprobleme • Statistische Robustheit von SVMs • Numerische Aspekte von SVMs
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule, Einführung in die Stochastik, Einführung in die Statistik. Kenntnisse über Funktionalanalysis sind hilfreich, aber keine Voraussetzung.
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	approx. alle 3 bis 4 Semester
Literatur	Steinwart, I. und Christmann, A. (2008). Support Vector Machines. Springer, New York. weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben

Title	Support Vector Machines
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Stochastics/Statistics
Responsible	Chair of Stochastics
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of Support Vector Machines (SVMs), which belong to statistical learning theory and modern nonparametric statistics. SVMs are used in mathematics, but also in computer science and, from an applied point of view, in many other research disciplines. • Knowledge how to use SVMs in practise • Knowledge of statistical properties of SVMs • Ability to read original research papers • Ability to use software to apply SVMs in practise
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • Loss functions • Kernels and reproducing kernel Hilbert spaces • Definition of SVMs • Asymptotical properties of SVMs • Statistical properties of SVMs • SVMs for classification problems • SVMs for regression problems • Statistical robustness of SVMs • Numerical aspects of SVMs
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	base modules; Introduction to Stochastics; Introduction to Statistics. Helpful, but not required: basic knowledge on functional analysis. Some facts on functional analysis will be given in the first 2 weeks during the tutorials.
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics
Frequency	approx. once in 3 to 4 semesters
References	Steinwart, I. and Christmann, A. (2008). Support Vector Machines. Springer, New York. additional references will be given in the course.

Veranstungstitel	Finanzmathematik (Stochastic Finance)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Stochastik
Verantwortliche	Stochastik/Mathematische Statistik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von Zusammenhängen aus der Finanzmathematik • Herleitung von Resultaten mit Hilfe wahrscheinlichkeitstheoretischer Methoden • Fähigkeit zur klaren Darstellung von Zusammenhängen und Beweisen • Fähigkeit zum Studium von Originalliteratur
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Prozesse, insbesondere Martingale • Arbitrage-Theorie • Europäische Contingent Claims • Cox-Ross-Rubinstein- und Black-Scholes-Modell • Hedgen amerikanischer Contingent Claims • Superhedging • Risikomaße
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule, Einführung in die Stochastik,
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	Alle 2 Jahre

Title	Stochastic Finance
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Stochastics
Responsible	Stochastics/Mathematical Statistics
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling of concepts from stochastic finance • Deriving results in stochastic finance with tools from probability theory • Ability to clearly present results and proofs • Ability to read original research papers
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • Stochastic Processes, Martingales • Arbitrage Theory • European Contingent Claims • Cox-Ross-Rubinstein- and Black-Scholes-Model • Hedging of american Contingent Claims • Superhedging • Risk measures
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	base modules; Introduction to Stochastics
Grading	Oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every 2 years

Veranstungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus der Stochastik (Current trends in Stochastics)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Stochastik/Statistik
Verantwortliche	Stochastik
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Stochastik vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Stochastik, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule, Einführung in die Stochastik, Einführung in die Statistik weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstungstitel	Ganzzahlige Lineare Optimierung (Integer Linear Optimization)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Diskrete Optimierung
Verantwortliche	Math. V (Numerische Mathematik), Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis wesentlicher Standard-Problemtypen der Ganzzahligen Linearen Optimierung • Verständnis und Beherrschung der Polyedrischen Methode zur Bestimmung von Schranken für Ganzzahlige Lineare Optimierungsaufgaben • Verständnis und Beherrschung der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für die Ganzzahlige Lineare Optimierung, insbesondere Branch-and-Bound • Fähigkeit zu deren Computerimplementierung in einer höheren Programmiersprache • Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der Ganzzahligen Linearen Optimierung • Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung Ganzzahliger Linearer Optimierungsaufgaben zu benutzen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für Ganzzahlige Lineare Optimierungsaufgaben • Branch-and-Bound • Komplexität von Ganzzahliger Linearer Optimierung • Polyedrische Methode zur Schrankenbestimmung • Ganzzahlige Polyeder • Gültige Ungleichungen und Schnittebenen • Dualität, Relaxierungen, Zerlegungen • Polynomiale Komplexität in fester Dimension
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module „Einführung in die Optimierung“ und „Graphen-und Netzwerkalgorithmen“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik; Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D1 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics; Voraussetzung für ein Seminar in Diskreter Optimierung
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

Title	Integer Linear Optimization (Ganzzahlige Lineare Optimierung)
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Optimization
Responsible	Wirtschaftsmathematik
Learning Outcomes	Successful students can <ul style="list-style-type: none"> name central problem prototypes of integer linear optimization explain the polyhedral method for the derivation of bounds for the optimal value of integer linear optimization problems explain the most important numerical solution methods for integer linear programming problems, in particular, branch and bound implement them on a computer in a higher programming language identify, model, and solve practical problems suitable for integer linear optimization employ standard software packages to solve integer linear optimization problems
Content	<ul style="list-style-type: none"> Examples for integer linear programming problems Branch and Bound Complexity of integer linear programming Polyhedral method for the derivation of bounds Integral polyhedra Valid inequalities and cutting planes Duality, relaxation, decomposition Polynomial complexity in fixed dimension
Duration	1 Semester
Language	English on demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Modules "Einführung in die Optimierung" and "Graphen-und Netzwerkalgorithmen"
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D1 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every other winter semester

Veranstungstitel	Online-Optimierung (Online Optimization)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Diskrete Optimierung
Verantwortliche	Math. V (Numerische Mathematik), Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis von Modellen für die Optimierung unter Unsicherheit bzgl. unbekannter zukünftiger Ereignisse • Beherrschung wichtiger Methoden zum Entwurf und zur Analyse von Online-Algorithmen und/oder Politiken • Kenntnis der Meilenstein-Resultate der kompetitiven Analyse (z. B. Paging) und der dynamischen Programmierung (z. B. Lagerhaltung) • Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der Online-Optimierung
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für Online-Optimierungs-Probleme mit und ohne stochastische Information • Kompetitive Analyse <ul style="list-style-type: none"> – Beispiele und elementare Techniken – Paging – Metrische Tasksysteme – k-Server-Problem – Netzplanung • Markovsche Entscheidungsprobleme in diskreter Zeit <ul style="list-style-type: none"> – Beispiele und das allgemeine Modell – Probleme mit endlichem Horizont und Dynamisches Programmieren – Probleme mit unendlichem Horizont und Numerische Verfahren
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D1 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics; Voraussetzung für ein Seminar in Diskreter Optimierung
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

Veranstaltungstitel	Online-Optimization (Online-Optimierung)
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Optimization
Responsible	Wirtschaftsmathematik
Learning Outcomes	<p>The successful student can</p> <ul style="list-style-type: none"> • name models for the optimization under uncertainty and unforeseen future events • master and explain important methods for the design and analysis of online algorithms and/or policies • explain milestone results of competitive analysis (e.g., paging) and dynamic programming (e.g., inventory control) • identify, model, and solve practical problems suitable for online optimization
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Examples for online-optimization problems with and without stochastic information • Competitive analysis <ul style="list-style-type: none"> – Examples and basic techniques – Paging – Metrical Task Systems – k-Server Problem – Network design • Markov decision problems in discrete time <ul style="list-style-type: none"> – Examples and the general model – Problems with finite horizon and dynamic programming – Problems with infinite horizon and numerical methods
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work Load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Analysis and Linear Algebra
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D1 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every other winter semester

Veranstungstitel	Nichtlineare Optimierung (Nonlinear Optimization)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiete	Optimierung
Verantwortliche	Math. V (Angew. Mathematik), Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis und Beherrschung der Optimalitätsbedingungen der Optimierung • Verständnis und Beherrschung der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Optimierungsprobleme • Fähigkeit zur Modellierung und Lösung praktischer Problemstellungen der nichtlinearen Optimierung • Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung nichtlinearer Optimierungsaufgaben zu benutzen und weiter zu entwickeln
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung nichtlinearer Optimierungsprobleme • Fortgeschrittene Algorithmen zur unbeschränkten Optimierung • Optimalitätsbedingungen für nichtlineare Optimierungsprobleme • Algorithmen zur beschränkten Optimierung • Ausblick auf weitere Problemklassen und Algorithmen
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Numerik, Vertiefung der Numerik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D1 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

Title	Nonlinear Optimization
Covers	Module "Advanced mathematical skills"; Bachelor (\geq 4th semester) or Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Optimization
Responsible	Mathematik V, Wirtschaftsmathematik
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • understanding of optimality conditions for nonlinear optimization • understanding of the most important algorithms for the numerical solution of nonlinear optimization problems • ability to model and solve given practical problems in nonlinear optimization • ability to use and develop software for nonlinear optimization
Content	<ul style="list-style-type: none"> • modelling of nonlinear optimization problems • advanced algorithms for unconstrained optimization • optimality conditions for nonlinear optimization problems • algorithms for constrained optimization • outlook on further problem classes
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (4 h/week) and tutorials (2 h/week)
Credit Points	10
Work load	4 h lectures plus 4 h post-processing per week = 120 h; 2 h discussion sections plus 6 h preparation/post-processing = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation/post-processing for course, in total: 300 h.
Recommended prerequisites	Modules Analysis, Linear Algebra, Introduction to Numerical Mathematics, Higher Skills in Numerical Mathematics
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D1 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	every other year

Veranstungstitel	Mathematische Kontrolltheorie (Mathematical Control Theory)
Veranstaltung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiete	Optimierung, Höhere Analysis und Anwendungen
Verantwortliche	Math. V (Angew. Mathematik)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Einblick in Methoden und Konzepte der mathematischen Kontrolltheorie • Fähigkeit zur Lösung ausgewählter Probleme aus der Mathematischen Kontrolltheorie • Fähigkeit zur Anwendung dieser Lösungskonzepte auf praktische Problemstellungen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Definition und Klassifizierung von Kontrollsystemen • Qualitative Analyse von Kontrollsystemen • Methoden zum Reglerentwurf, z.B. <ul style="list-style-type: none"> – Methoden der linearen Algebra – Methoden der optimalen Steuerung – Methoden basierend auf Lyapunov Funktionen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Analysis, Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Mathematik, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerische Methoden für Differentialgleichungen
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 und Wahlpflichtmodul im Stream D1 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

Veranstungstitel	Mathematical Control Theory (Mathematische Kontrolltheorie)
Covers	”Vertiefte Kenntnisse in Mathematik”; Bachelor (ab 4. Fachsemester) oder Master (ab 1. Fachsemester)
Area of Research	Optimierung, Höhere Analysis und Anwendungen
Responsible	Math. V (Numerische Mathematik)
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • presentation of methods and concepts of mathematical control theory • Ability to solve selected problems from mathematical control theory • Ability to apply these solution strategies to practical problem formulations
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Definition and classification of control systems • Qualitative analysis of control systems • Methods for controller design, e.g. <ul style="list-style-type: none"> – Methods from linear algebra – Methods from optimal control – Methods based on Lyapunov functions
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching method	Lecture (4 h) with exercises (2 h)
Credit Points	10
Work Load	4 h lecture plus 4 h follow-up activities per week = 120 h; 2 h exercise plus 6 h preparation and follow-up activities per week = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation and follow-up activities during teaching break; In total: 300 h.
Recommended prerequisites	Modules Analysis, Linear Algebra, Introduction to Numerical Mathematics, Introduction to Ordinary Differential Equations, Numerical methods for ordinary Differential Equations
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 and module in the stream D1 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	Every two years

Veranstungstitel	Aktuelle Entwicklungen aus der Optimierung (Current trends in Optimization)
Veranstung für	„Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“; Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Optimierung
Verantwortliche	Wirtschaftsmathematik, Math. V (Numerische Mathematik)
Lernziele	Die Vorlesung macht mit einem aktuellen, forschungsrelevanten Gebiet aus dem Bereich Optimierung vertraut.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus dem Bereich Optimierung, Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule weitere empfohlene Vorkenntnisse laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für die Module C1 der Bachelorstudiengänge und A1 der Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Wahlpflichtmodul F2 des Bachelorstudiengangs Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

Veranstaltungstitel	Current trends in Optimization (Aktuelle Entwicklungen aus der Optimierung)
Covers	”Advanced mathematical skills”; master (\geq 2nd semester)
Area of Research	Optimization
Responsible	Wirtschaftsmathematik
Learning Outcomes	The lecture presents a current, research related topic from the area Optimization.
Content	A current, research related topic from the area Optimization. Details are given in the commented list of lectures.
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching method	lecture (4 h) with exercises (2 h)
Credit Points	10
Work Load	4 h lecture plus 4 h follow-up activities per week = 120 h; 2 h exercise plus 6 h preparation and follow-up activities per week = 120 h; 40 h preparation for exam, 20 h preparation and follow-up activities during teaching break; In total: 300 h.
Recommended prerequisites	basic modules plus the modules specified in the commented list of lectures
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	Module C1 of the bachelor programs and A1 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, module F2 of the bachelor program in computational mathematics
Frequency	On demand

Modulname	Master-Hauptseminar in Mathematik (Seminar in Mathematics)
Modultyp	Seminar Master
Forschungsgebiet	alle
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung: Fähigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Einarbeitung in ein anspruchsvolles wissenschaftliches Spezialthema, z. B. durch Literaturrecherche in Englisch nach Bedarf- und englischsprachiger Literatur Beherrschung grundlegender Techniken der Arbeitsorganisation und -dokumentation Sicherheit in der Auswahl angemessener Präsentationstechniken (Tafel, Folie, Beamer, Animation etc.) • Vortrag: Fähigkeit zur freien Rede und anschaulicher Darstellung Beherrschung der gewählten Präsentationstechniken Sicherheit beim Eingehen auf Zuhörerfragen • Diskussion: Fähigkeit zur Formulierung angemessener fachlicher Fragen Sicherheit im Umgang mit fachlichen Fragen Bereitschaft und Fähigkeit zur konstruktiven Kritik an einem Vortrag Fähigkeit, konstruktive Kritik an Vorträgen zu verwerten • Ausarbeitung: Fähigkeit, ein anspruchsvolles Thema kurz, prägnant und einprägsam schriftlich darzustellen Effizienter Umgang mit wissenschaftlichen Textsatzsystemen (z. B. \LaTeX)
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende erhalten ein anspruchsvolles fachliches Thema oder eine fortgeschrittene Projektaufgabe zur eigenständigen Einarbeitung nach Literaturempfehlung (i. d. R. Englisch nach Bedarfe und/oder englische Literatur) • Zu jedem Thema wird eine Präsentation von 45–75 Minuten Dauer vorbereitet und im Plenum vorgeführt • Über die Präsentation sinhalte und über die Präsentation selbst wird im Plenum diskutiert • Eine Ausarbeitung (5–10 Seiten) wird zu jeder Präsentation mit einem wissenschaftlichen Textsatzsystem (z. B. \LaTeX) angefertigt und im Plenum verteilt
Dauer	1 Semester oder Blockveranstaltung
Sprache	Englisch nach Bedarf, englische Vorträge möglich
Lehrformen	Hauptseminar (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Seminar = 30 h; Inhaltliche und präsentationstechnische Vorbereitung des Vortrags 270 h; Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	ein Vertiefungsmodul aus dem selben Forschungsgebiet
Leistungsnachweise	Vortrag, Diskussion, Ausarbeitung
Verwendbarkeit	Pflichtmodul A2 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik; Pflichtmodul A1 für den Masterstudiengang Computational Mathematics; Voraussetzung für die Masterarbeit
Angebotsturnus	jedes Semester mindestens ein Seminar

Title	Master’s Seminar in Mathematics
Module Type	Seminar Master
Area of Research	all
Responsible	Program coordinators
Learning Outcomes	<p>Successful students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparation: <ul style="list-style-type: none"> autonomously work their way into a scientific topic, e.g., by understanding german and english articles on original mathematical research organize and document their work appropriately choose suitable presentation techniques (blackboard, slides, computer projector, animation, etc.) • Talk: <ul style="list-style-type: none"> speak freely about a subject and illustrate important structures instructively master the chosen presentation means answer spontaneous questions from the audience in a reliable manner • Discussion: <ul style="list-style-type: none"> phrase appropriate subject-specific questions react to such questions equanimously express constructive criticism for a talk exploit constructive criticism for their future talks • Handout: <ul style="list-style-type: none"> expose an advanced mathematical subject briefly, concisely, and memorably in writing efficient usage of scientific publication systems (e.g., \LaTeX)
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Students receive an advanced mathematical subject or project and work their way into it based on literature recommendations (usually german or english articles about original research) • Each student prepares a presentation for his/her subject (duration: 45–75 minutes) and talks about it in front of the plenum • There will be a discussion on the subject and on the performance of the presentation • Each student prepares and distributes a handout (5–10 pages) for his/her presentation with a scientific text system (e.g., \LaTeX)
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Seminar (2)
Credit Points	10
Work Load	Weekly 2 h seminar = 30 h; study of content and preparation of presentation 270 h; total: 300 h.
Recommended prerequisites	An advanced course in the same area of research
Grading	Presentation, discussion, handout
Modules Covered	Module A2 of the master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Modul A1 for the master program computational mathematics; prerequisite for the master’s thesis
Frequency	Each semester at least one seminar

Modulname	Spezialkenntnisse in Mathematik (Special skills in Mathematics)
Modultyp	Spezialisierungsmodul Master (ab 2. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Alle Forschungsgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	Die Vorlesung vermittelt kompakt spezialisierte forschungsrelevante mathematische Fertigkeiten. Zur Abdeckung dieses Moduls muss eine Spezialisierungsvorlesung gewählt werden, die die Kompetenzen aus den gewählten Vertiefungsmodulen substantiell vertieft oder verbreitert.
Inhalt	Ein aktuelles, forschungsrelevantes Gebiet aus der Mathematik, in dem spezialisierte Techniken (besondere Beweistechniken, Modellierungsansätze, computergestützte Methoden, ...) zum Einsatz kommen oder bekannte Techniken aus verschiedenen Gebieten auf ungewöhnliche Weise kombiniert werden; Details im kommentierten Vorlesungsverzeichnis
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Module B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik und Computational Mathematics; Modul B2 für die Masterstudiengänge Mathematik und Computational Mathematics
Angebotsturnus	nach Bedarf

B. Special Modules

Special skills in Mathematics

Module Name	Special Skills in Mathematics (Spezialkenntnisse in Mathematik)
Module Type	Special Module Master
Research Area	All research areas
Responsible	Study Counselors (Studiengangsmoderation)
Learning Outcomes	In compact form, students acquire specialized mathematical skills, relevant for current research activities For passing this module, a special course must be chosen that substantially deepens or broadens the competences acquired in the chosen advanced courses.
Content	An active field of mathematical research, in which specialized techniques (proof techniques, models, computerized methods, . . .) are applied or in which known techniques from various areas are combined in an original way. Details can be found in the respective announcements of special courses.
Duration	1 Semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	See the announcements of the special courses
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	“Special skills in Mathematics”; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, computational mathematics; Modul B2 for the master programs mathematics, computational mathematics
Frequency	by request / as needed

Veranstaltungstitel	Rationale Punkte auf Kurven (Rational Points on Curves)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Algebra/Zahlentheorie
Verantwortliche	Computeralgebra
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Eingehendes Verständnis der Problemstellung • Kenntnis der relevanten Tatsachen aus der algebraischen und arithmetischen Geometrie, insbesondere der Strukturaussagen über die Menge der rationalen Punkte auf einer algebraischen Kurve • Kenntnis verschiedener Lösungsmethoden und ihrer Vor- und Nachteile • Fähigkeit, diese Methoden auf konkrete Beispiele anzuwenden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: Fragestellung, geometrische Interpretation, Strukturaussagen • Jacobische Varietäten, Satz von Mordell-Weil • Methoden für die Bestimmung der Mordell-Weil-Gruppe • Methode von Chabauty • Mordell-Weil-Sieb • Weitere Methoden • Beispiele
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Algebraische Kurven, algebraische Zahlentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Module B1 und B2 für den Masterstudiengang Mathematik und Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

B. Special course

Algebra / Number Theory / Discrete Mathematics

Title	Rational Points on Curves
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Algebra/Number Theory
Responsible	Computer Algebra
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Thorough understanding of the problem • Knowledge of the relevant facts from algebraic and arithmetic geometry, in particular results on the structure of the set of rational points on an algebraic curve • Knowledge of several different approaches and their advantages and disadvantages • Application of these approaches to concrete examples
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Basics: the problem, its geometric interpretation, structural results • Jacobian varieties, Mordell-Weil theorem • Methods for determining the Mordell-Weil group • Chabauty's method • Mordell-Weil Sieve • Further methods • Examples
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	Algebraic curves, algebraic number theory
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Module B2 for the master program mathematics Module B1 or B2 for the master program computational mathematics

Veranstaltungstitel	Singulär gestörte Differentialgleichungen (Singular Perturbation Theory)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerik
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	Erfolgreiche Studierende besitzen <ul style="list-style-type: none"> • die Kenntnis wesentlicher Standard-Problemtypen der singulär gestörten Differentialgleichungen, • eine Beherrschung der wichtigsten theoretisch bzw. praktisch interessanten Lösungsansätze, • die Fähigkeit aus chemischen Reaktionsgleichungen die zugehörigen Differentialgleichungen herzuleiten, • die Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen singulär gestörter Differentialgleichungen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Anfangswertprobleme vom Typ der starken Dämpfung <ul style="list-style-type: none"> – Der O'Malley/Hoppensteadt Ansatz – Fehlerabschätzungen – Anwendung auf Reaktionskinetik mit Enzymen • Anfangswertprobleme vom oszillatorischen Typ <ul style="list-style-type: none"> – Die Krylov/Bogoliubov Mittelung – Die Mehrskalentechnik – Fehlerabschätzungen – Anwendung auf ein Problem der Himmelsmechanik
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Einführung in die Differentialgleichungen“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik Modul B1 oder B2 für den Masterstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa alle drei Jahre

Veranstungstitel	Numerik differential-algebraischer Gleichungen (Differential-algebraic equations=DAE)
Veranstung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerik
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Unterschiede zwischen (expliziten) gewöhnlichen Differentialgleichungen und differential-algebraischen Gleichungen (DAEs) • Fähigkeit zur Abschätzung der maximal erzielbaren Qualität einer numerischen Lösung • Fähigkeit zur Auswahl eines geeigneten numerischen Algorithmus inklusive Wissen über dessen grundlegendes Vorgehen • Vorbereitung auf Bachelorarbeiten • Fähigkeit zur numerischen Berechnung von DAEs aus Anwendungen in den Ingenieurwissenschaften mit existierenden Software-Paketen • Vorbereitung auf Masterarbeiten
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiede zu gewöhnlichen Differentialgleichungen • Lineare DAEs mit konstanten Koeffizientenmatrizen • Welche Problemstellungen in den Anwendungen führen auf DAEs? • Hierarchie von DAE-Klassen • Differentiations- und Störungsindex • Semi-explizite DAE-Systeme und Mechanische Systeme • Diskretisierungsverfahren für semi-explizite DAEs vom Index 1 und 2
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung= 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Module „Einführung in die Differentialgleichungen“ und “Einführung in die Numerische Mathematik“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik Modul B1 oder B2 für den Masterstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

Veranstaltungstitel	Mathematische Epidemiologie (Mathematical Epidemiology)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Numerik
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	Erfolgreiche Studierende besitzen die Fähigkeit <ul style="list-style-type: none"> • komplizierte mathematische Krankheitsmodelle selbständig aufzustellen, • eine Next-Generation Basisreproduktionszahl auszurechnen, • numerische Lösungen mathematischer Krankheitsmodelle auszurechnen und zu interpretieren, • theoretische Untersuchungen der Lösungen mathematischer Krankheitsmodelle durchzuführen und zu interpretieren.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von Krankheiten durch Kompartimentmodelle • Konstruktion des zum Kompartimentmodell zugehörigen DGL-Systems • Untersuchung theoretischer Eigenschaften des zugehörigen DGL-Systems • Basisreproduktionszahlen • Modelle von durch Mücken übertragenen invasiven Krankheiten
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Einführung in die Differentialgleichungen“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik; Modul B1 oder B2 für den Masterstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	bei Bedarf

Veranstaltungstitel	Statistische Maschinelle Lernverfahren (Statistical Machine Learning)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Stochastics/Statistics
Verantwortliche	Lehrstuhl Stochastik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zum Studium von Originalartikeln • Kenntnis von Methoden des statistischen Lernens • Fähigkeit, Methoden des statistischen Lernens anzuwenden
Inhalt	<p>Inhalte können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • generalisierte lineare Modelle und generalisierte additive Modelle • Diskriminanzanalyse, Clusteranalyse • Bäume • Konzentrationsungleichungen • falls es die Zeit erlaubt: Kern-basierte Methoden
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch (Deutsch bei Bedarf)
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	„Einführung in die Stochastik“ und „Einführung in die Statistik“. Zusätzlich: „Support Vector Machines“ oder „Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastische Prozesse“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik
Angebotsturnus	ungefähr alle 2-3 Jahre

Title	Statistical Machine Learning
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Stochastics/Statistics
Responsible	Chair for "Stochastics"
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • ability to understand research papers • knowledge on machine learning methods • ability to apply machine learning methods
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • generalized linear models and generalized additive models • discriminant analysis, cluster analysis • trees • concentration inequalities • if time allows: kernel methods
Duration	1 semester
Language	English (German on Demand)
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h tutorials plus 3 h preparation/post-processing for tutorials = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	"Einführung in die Stochastik" and "Einführung in die Statistik". Additionally: "Support Vector Machines" or "Probability Theory and Stochastic Processes"
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Modul B2 for the master program mathematics
Frequency	approx. every 2 to 3 years

Veranstaltungstitel	Nichtparametrische Statistik (Nonparametric Statistics)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Statistik
Verantwortliche	Stochastik/Mathematische Statistik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung nichtparametrischer Methoden zur Datenauswertung • Kenntnis der Vor- und Nachteile der nichtparametrischen Methoden • Fähigkeit zur klaren Darstellung von Zusammenhängen und Beweisen • Fähigkeit zum Studium von Originalliteratur
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Empirische Verteilungsfunktion • Kern-Dichte- und Regressions-Schätzung • Splines • Reihenschätzer • Asymptotische Eigenschaften • Bootstrap • Statistische Tests
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule, Einführung in die Stochastik, Einführung in die Statistik
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik
Angebotsturnus	Alle 2 Jahre

Title	Nonparametric Statistics
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Statistics
Responsible	Stochastics/Mathematical Statistics
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Analyzing data with nonparametric methods • Knowledge of Pros and Cons for nonparametric methods • Ability to clearly present results and proofs • Ability to read original research papers
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • Empirical distribution function • Kernel density and regression estimation • Splines • Inference with orthogonal functions • Asymptotical properties • Bootstrap • Statistical Tests
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	Introduction to Stochastics; Introduction to Statistics
Grading	Oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Modul B2 for the master program mathematics
Frequency	On Demand

Veranstungstitel	Stochastische Lineare Optimierung (Stochastic Linear Optimization)
Veranstung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Optimierung
Verantwortliche	Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<p>Erfolgreiche Studierende besitzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Kenntnis wesentlicher Standard-Problemtypen der Stochastischen Linearen Optimierung • das Verständnis und Beherrschung der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für die Stochastische Lineare Optimierung, insbesondere L-shaped-Methode • die Fähigkeit zu deren Computerimplementierung in einer höheren Programmiersprache • die Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der Stochastischen Linearen Optimierung • die Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung Stochastischer Linearer Optimierungsaufgaben zu benutzen
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für Stochastische Lineare Optimierungsaufgaben • Deterministisches Äquivalent in extensiver Form • Wert der stochastischen Lösung und erwarteter Wert perfekter Information • Struktur von Zulässigkeitsmengen • Struktur der Optimalwertfunktion • Vollständige und einfache Kompensation • L-shaped-Methode für zwei- und mehrstufige Stochastische Lineare Programme • Probleme durch Ganzzahligkeitsforderungen
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Einführung in die Optimierung“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik Modul B1 oder B2 für den Masterstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jedes zweite Sommersemester

Title	Stochastic Linear Optimization
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Optimization
Responsible	Chair for "Wirtschaftsmathematik"
Learning Outcomes	<p>Successful students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • name important types of stochastic optimization problems and models • explain central numerical algorithms for stochastic linear optimization, in particular, the L-shaped method • implement basic versions thereof in a higher programming language on a computer • identify, model, and solve practical problems that are suitable for stochastic optimization, • solve practical problems by using standard software systems for stochastic optimization
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Examples for stochastic optimization problems • Deterministic equivalent problem in extensive form • Value of the stochastic solution, expected value of perfect information • Structure of sets of feasible solutions • Structure of the optimal value function • Complete and simple recurse • L-shaped method for two-stage and multi-stage problems • Complications through integrality constraints
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (2h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	Module "Einführung in die Optimierung"
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Modul B2 for the master program mathematics Module B1 or B2 for the master program computational mathematics
Frequency	Every other summer semester

Veranstaltungstitel	Fortgeschrittene Techniken der Linearen Programmierung (Advanced Techniques in Linear Optimization)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Optimierung
Verantwortliche	Wirtschaftsmathematik
Lernziele	Erfolgreiche Studierende besitzen <ul style="list-style-type: none"> • einen Überblick über die verschiedenen historisch und aktuell wichtigen, algorithmischen Strategien für die Lineare Optimierung • Grundkenntnisse in Komplexitätstheorie, um diese Strategien zu bewerten • die Fähigkeit, Beweistechniken aus Analysis, Linearer Algebra und Geometrie auf Lineare Optimierung anzuwenden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Komplexitätstheorie • Ellipsoidmethode und polynomielle Laufzeit • Innere-Punkte-Verfahren und Konvergenz • Simplex-Methode mit deterministischem Schattenecken-Pivot auf zufälligen Instanzen und erwartete Laufzeit • Simplex-Methode mit randomisiertem Random-Facet-Pivot auf Worst-Case-Instanzen und erwartete Laufzeit • Dantzig-Wolfe-Zerlegung und Benders-Zerlegung
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Einführung in die Optimierung“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik Modul B1 oder B2 für den Masterstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jedes zweite Sommersemester

Title	Advanced Techniques in Linear Programming
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Optimization
Responsible	Chair for "Wirtschaftsmathematik"
Learning Outcomes	<p>Successful students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • name the historically and currently important algorithmic strategies for linear programming • apply basic concepts from complexity to evaluate these strategies • utilize proof techniques from analysis, linear algebra, and geometry for linear programming
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Complexity • Ellipsoid method and polynomial runtime complexity • Interior point methods and convergence • Simplex method with deterministic shadow vertex pivot on random instances and expected runtime • Simplex method with randomized random-edge pivot on deterministic instances and expected runtime • Dantzig-Wolfe decomposition and Benders decomposition
Duration	1 semester
Language	English on Demand
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	Module "Einführung in die Optimierung"
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Modul B2 for the master program mathematics Module B1 or B2 for the master program computational mathematics
Frequency	Every other summer semester

Title	Numerical Methods for Uncertainty Quantification
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Chair of Scientific Computing
Learning Outcomes	Successful students <ul style="list-style-type: none"> • understand the principles of uncertainty quantification • know the most important numerical approaches and algorithms in this area
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Monte Carlo methods • stochastic collocation • polynomial chaos expansions • stochastic Galerkin methods • Karhunen-Loève expansion
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	Numerical Methods for Differential Equations, Applied Functional Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Modul B2 for the master program mathematics Module B1 or B2 for the master program computational mathematics In combination with "High-dimensional Approximation" as a module in the stream D2 of the bachelor program computational mathematics
Frequency	Every other year

Title	High-dimensional Approximation
Covers	Module "Special skills in Mathematics"; Master (\geq 1st semester)
Area of Research	Numerical Mathematics
Responsible	Chairs of Applied and Numerical Analysis, Scientific Computing
Learning Outcomes	By the end of the course, a successful student should <ul style="list-style-type: none"> • understand the curse of dimensionality • know several concepts to reduce the complexity in high-dimensional problems • be able to apply such concepts to typical examples from finance, physics and engineering
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to problems from finance, physics and engineering leading to high-dimensional partial differential equations, such as Black-Scholes and Fokker-Planck • Modern concepts for high-dimensional problems including tensor product methods, sparse grids, kernel-based methods, Monte-Carlo and Quasi-Monte-Carlo methods • Error and stability analysis of such methods • Efficient algorithms for and implementations of such methods
Duration	1 semester
Language	English
Teaching Method	Lectures (2 h/week) and tutorials (1 h/week)
Credit Points	5
Work Load	2 h lectures plus 2 h post-processing per week = 60 h; 1 h discussion sections plus 3 h preparation/post-processing = 60 h; 20 h preparation for exam, 10 h preparation/post-processing for course, in total: 150 h.
Recommended prerequisites	Numerical Methods for Differential Equations, Applied Functional Analysis
Grading	written or oral exam; active participation in the tutorials
Modules Covered	"Special skills in Mathematics"; Module B1 for the master programs mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics; Module B2 for the master program mathematics Module B1 or B2 for the master program computational mathematics In combination with "Numerical Methods for Uncertainty Quantification" as a module in the stream D2 of the bachelor program computational mathematics
Frequency	Every other year

Veranstaltungstitel	Innere Punkte Verfahren der Optimierung (Interior Point Methods for Optimization)
Veranstaltung für	„Spezialkenntnisse in Mathematik“; Master (ab 1. Fachsemester)
Forschungsgebiet	Optimierung
Verantwortliche	Wissenschaftliches Rechnen
Lernziele	<p>Erfolgreiche Studierende besitzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Kenntnis wesentlicher Standard-Problemtypen der linearen und nichtlinearen Optimierung, • eine geometrische Veranschaulichung des Zusammenhangs von Inneren Punkte Verfahren und Barrieremethoden inklusive Zentralem Pfad und Pfadumgebungen, • eine Beherrschung der wichtigsten theoretisch bzw. praktisch interessanten Innere Punkte Verfahren • die Fähigkeit zu deren Computerimplementierung in einer höheren Programmiersprache • die Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der Konvexen Optimierung • die Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung Konvexer Optimierungsaufgaben zu benutzen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Problemstellungen und Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen • Konvexität • Innere Punkte Verfahren für die Lineare Optimierung • Innere Punkte Verfahren für die Quadratische Optimierung und die Nichtlineare Optimierung
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 20 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul „Einführung in die Optimierung“ oder „Nichtlineare Optimierung“
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Wahlpflichtveranstaltung für Modul „Spezialkenntnisse in Mathematik“; Modul B1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik; Modul B2 für den Masterstudiengang Mathematik Modul B1 oder B2 für den Masterstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	etwa alle zwei Jahre

Modulname	Lernen durch Lehren (Learning by Teaching)
Modultyp	Spezialisierungsmodul Master
Forschungsgebiet	alle Fachgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur didaktischen Aufbereitung eines mathematischen Stoffes • Fähigkeit zur Leitung eines Tutoriums • Fähigkeit zur Einschätzung der Leistung anderer Studierender
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende halten regelmäßig ein Tutorium zu einer mathematischen Veranstaltung • Studierende bereiten ihre Stunden regelmäßig selbst vor und korrigieren ggf. Hausaufgaben • Sie erhalten dabei Unterstützung von den hauptberuflich in diesem Kurs Lehrenden
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Praktikum
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentliches Tutorium je 2 h = 30 h; wöchentliche Vorbereitung je 4 h = 60 h; wöchentliche Nachbereitung inkl. Korrekturen je 4 h = 60 h. Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Leistungsnachweise	Vortrag, Diskussion
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul B2 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	jedes Semester

Modulname	Master-Praktikum (Practical Training for Master)
Modultyp	Alternatives Vertiefungs-/Spezialisierungsmodul, Master Mathematik
Fachgebiet	Jedes Gebiet der Angewandten Mathematik oder der Reinen Mathematik mit Anwendungsbezügen
Modulverantwortliche	Wirtschaftsmathematik
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Sammlung von Erfahrungen in einem nicht-universitären Umfeld oder in einer universitären Arbeitsgruppe, Mitarbeit in Forschungsprojekten. • Anwendungsorientierte Umsetzung bisher erlernter mathematischer und/oder informatischer Kenntnisse. • Abfassung eines kurzen Berichtes.
Erläuterung	<p>Folgende alternative Möglichkeiten können gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn das Praktikum in einem Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen stattfindet, sollte es eine studiennahe Tätigkeit beinhalten. • Wenn das Praktikum in einer universitären Arbeitsgruppe stattfindet, muss es Einblicke in die anwendungsorientierte Umsetzung mathematischer und/oder informatischer Methoden liefern. • In beiden Fällen muss die Beschäftigungsintensität mindestens halbtags betragen, um Einblicke in einen Arbeitsalltag zu gewährleisten. • In beiden Fällen ist ein kurzer Bericht zu schreiben, der das Erreichen der Lernziele darstellt. • Die Praktikumsstätigkeit wird von der Praktikumsstelle bescheinigt und ggf. in einem Praktikumszeugnis bewertet sowie von einer Betreuungsperson mit Lehrberechtigung in der Mathematik testiert.
Dauer	1 Semester (vorzugsweise vorlesungsfreie Zeit)
Sprache	nach Absprache
Lehrformen	Praktikum
LP	10
Arbeitsaufwand	300 h, inklusive Abfassung des Berichts.
Empfohlene Vorkenntnisse	Vertiefte Kenntnisse in Mathematik
Leistungsnachweise	Testat (Praktikumszeugnis) und schriftlicher Bericht
Verwendbarkeit	Wahlpflichtmodul A2 für den Masterstudiengang Mathematik Wahlpflichtmodul B3 für die Masterstudiengänge Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Angebotsturnus	jedes Semester nach Bedarf

Modul Name	Practical Training (Master) (Master-Praktikum)
Module Type	alternative to advanced/special modules
Research Area	Each research area with connections to applications
Responsible	Chair of Business Mathematics
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Experience in working outside the university or in university research work groups • application-driven implementation of acquired skills in mathematics and/or computer-science • Ability to write concise reports
Details:	<p>The following choices can be picked:</p> <ul style="list-style-type: none"> • If the practical training takes place in a industrial or service company, then it should contain tasks related to the study program • If the practical training takes place in a university research work group, then it should provide insight into application-oriented methods of mathematics and/or computer science. • In both cases, the intensity of the employment must be at least half-time in order to ensure insights into a regular working day. • The responsible supervisor (at the site of the practical training) confirms the practical training (Praktikumszeugnis). • A brief report has to be written that documents the actual learning outcomes • The practical training is certified by the employer and can be evaluated in an evaluation certificate as well as testified by an advisor from the teaching staff in mathematics.
Duration	1 semester (preferably during semester breaks)
Language	Depends on the employer; report english on demand
Teaching Method	Practical training
Credit Points	10
Work Load	300 h, including preparation of the report
Recommended prerequisites	Advanced skills in mathematics
Grading	Certificate of practical training and written report
Modules Covered	Module A2 for the master program mathematics module B3 for the master programs mathematics of engineering and mathematics of economy
Frequency	By individual appointment

Modulname	Masterarbeit (Master-Thesis)
Modultyp	Masterarbeitsmodul (empfohlen ab 3. Fachsemester)
Fachgebiet	alle Fachgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der <i>fortgeschrittenen</i> Techniken wissenschaftlichen Arbeitens im Fachgebiet • Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung mathematischer Methoden auf eine <i>anspruchsvolle</i> Themenstellung • Fähigkeit zur angemessenen Darstellung mathematischer Erkenntnisse und Anwendungen in einem längeren gesetzten Schriftstück
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Ausgabe des Themas der Masterarbeit erfolgt durch eine prüfungsberechtigte Person über das elektronische Prüfungsverwaltungssystem. • Gegenstand der Masterarbeit kann ein interdisziplinäres Thema sein; das Hauptgewicht muss aber auf mathematischen Methoden liegen. • Die Masterarbeit ist in elektronischer Form (druckbares PDF-Dokument) fristgemäß (Bearbeitungszeit: 10 Monate) einzureichen. Die Einreichung erfolgt durch das Hochladen des Dokuments im Formularserver. • Die Arbeit muss eine Inhaltsübersicht und ein Quellenverzeichnis enthalten. • Die Masterarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache vorgelegt werden. Die Masterarbeit enthält am Ende eine Erklärung, dass die Arbeit selbstständig verfasst wurde und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Arbeit nicht bereits zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.
Dauer	10 Monate
Sprache	deutsch oder englisch
Lehrformen	persönliche Beratung
LP	30
Arbeitsaufwand	900 h
Empfohlene Vorkenntnisse	Vertiefungs-/Spezialisierungsmodule nach gesonderter Ankündigung; Master-Hauptseminar
Leistungsnachweise	Masterarbeit
Verwendbarkeit	Pflichtmodul C1 für die Masterstudiengänge Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Computational Mathematics
Angebotsturnus	dauernd

Modulname	Master's Thesis
Modul Type	Master's Thesis Module (recommended starting in the 3rd semester)
Research Area	all research areas
Responsible	Program coordinators
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Mastering <i>advanced</i> techniques of scientific work in the subject area • Ability to apply mathematical methods to a <i>sophisticated</i> topic • Ability to properly present mathematical findings and applications in a longer type-set document
Content	<ul style="list-style-type: none"> • The subject matter is assigned by a person eligible to examine via the electronic examination service. • The subject matter can be interdisciplinary; the focus has to be on mathematical methods. • The Master's Thesis has to be submitted in electronic form (printable pdf format) in time (processing time: 10 months). The submission is done by uploading the document to the file server of the university. • The Thesis has to contain a table of contents and a table of references in a bibliography. • The Master's thesis can be prepared in German or English language. The Master's Thesis contains as its last page a declaration that the thesis has been authored autonomously, that no other than the listed references and tools have been used, and that the thesis has not been submitted elsewhere to obtain an academic degree.
Duration	10 months
Language	German or English
Teaching Method	personal advising
Credit Points	30
Work Load	900 h
Recommended Prerequisites	Advanced/Special Modules according to separate announcements; Master's seminar
Grading	Master's thesis
Modules Covered	Mandatory module C1 for the Master programs Mathematics, Economathematics, Computational Mathematics
Frequency	continuously

C. Masterarbeit

Modulname	Kolloquium zur Masterarbeit (Colloquium on Master Theses)
Modultyp	Seminar Master (ab 3. Fachsemester)
Forschungsgebiet	alle Fachgebiete
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur didaktischen Aufbereitung der eigenen wissenschaftlichen Arbeit (umfangreicher als ein Thema einer Bachelorarbeit) für eine zeitlich begrenzte Präsentation (Motivation, Themenauswahl, Schwerpunktsetzung, Kurzfassung, Veranschaulichung etc.) • Fähigkeit zum kurzen und prägnanten Bericht über die eigene wissenschaftliche Arbeit • Fähigkeit zur überzeugenden Verteidigung der eigenen wissenschaftlichen Aktivitäten • Fähigkeit zur kritischen Hinterfragung fremder wissenschaftlicher Aktivitäten
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende bereiten das Thema und die (bisherigen) Ergebnisse ihrer Masterarbeit für eine Präsentation auf • Zu jeder Masterarbeit wird eine Präsentation von ca. 30 Minuten Dauer vorbereitet und im Plenum vorgetragen • Über die Präsentationsinhalte inklusive Kontext zu zwei vorher festgelegten, verwandten Lehrveranstaltungen wird im Plenum 15-30 Minuten diskutiert; diese Lehrveranstaltungen sind in Abstimmung mit der prüfenden Person frei wählbar aus dem Master- oder Bachelorprogramm und müssen mindestens eine Vertiefungs- oder Spezialvorlesung enthalten
Dauer	1 Semester oder Blockveranstaltung
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Hauptseminar (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	<p>Wöchentlich Seminar 2 h = 30 h; Wöchentliche Nachbearbeitung der fremden Präsentationen 2 h = 30 h; Vorbereitung der eigenen Präsentationen = 200 h; Vorbereitung auf Fragen 40 h; Gesamt: 300 h. Oder: Blockseminar mit vorheriger Vortragsprobe = 30 h Nachbearbeitung der fremden Präsentationen = 30 h; Vorbereitung der eigenen Präsentationen = 200 h; Vorbereitung auf Fragen 40 h; Gesamt: 300 h.</p>
Empfohlene Vorkenntnisse	Vertiefungsmodule nach gesonderter Ankündigung, Master-Hauptseminar in Mathematik, Masterarbeit begonnen oder abgeschlossen
Leistungsnachweise	Vortrag, Diskussion
Verwendbarkeit	Pflichtmodul C2 für die Masterstudiengänge Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Computational Mathematics
Angebotsturnus	jedes Semester

C. Master's Thesis

Modul Name	Colloquium on Masters' Theses (Kolloquium zur Masterarbeit)
Modul Type	Seminar Master (\geq 3rd semester)
Research Area	All research areas
Responsible	Study Counselors (Studiengangsmoderation)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Ability to prepare a scientific work (larger than a Bachelor's thesis) for a time-restricted presentation (motivation, selection of topics, choice of focus, short version, illustration, etc.) • Ability to report about own scientific work • Ability to defend own scientific activities • Ability to criticize other scientific activities
Content	<ul style="list-style-type: none"> • Students prepare the theme and the current state of affairs for a presentation • For each master's thesis a presentation of 30 minutes will be prepared and presented in class • There will be a discussion of 15–30 minutes about the presentation and two related courses, that have been pre-decided; these two courses can be chosen freely in concordance with the examiner from the Master's and Bachelor's programme and must contain at least one advanced or special course
Duration	1 semester or by appointment
Language	English on demand
Teaching Method	Seminar (2)
Credit Points	10
Work Load	<p>Weekly seminar 2 h = 30 h; weekly post-processing of presentations 2 h = 30 h; preparation of own presentation = 200 h; preparation for the discussion 40 h; in total: 300 h. Or: Block seminar with rehearsal = 30 h post-processing of presentations = 30 h; preparation of own presentation = 200 h; preparation for the discussion 40 h; in total: 300 h.</p>
Recommended Prerequisites	Advanced modules, Master-Seminar in mathematics, master's thesis has started or has been completed
Grading	Presentation, discussion
Modules covered	Mandatory module C2 for Master programs in mathematics, mathematics of engineering, mathematics of economics, computational mathematics
Frequency	Each semester

D. und E. Anwendungsfächer

Kompetenzziel des Anwendungsmodulbereichs in allen Fachstudiengängen der Mathematik ist die *Vertiefung* und/oder die *Verbreiterung* von bereits erworbenen Kompetenzen im Anwendungsfach.

Alle Module des Bachelor/Master-Studiengangs im Anwendungsfach, die diesem Kompetenzziel dienen,¹ können zur Abdeckung des Modulbereichs Anwendungsfach in den Bachelor- und Master-Studiengängen Mathematik, Technomathematik (Anwendungsfächer = Informatik und Ingenieurwissenschaften) und Wirtschaftsmathematik (Anwendungsfächer = Informatik und Wirtschaftswissenschaften) und zur Abdeckung des Moduls B2 im Master-Studiengang Computational Mathematics benutzt werden. Die Kombinierbarkeit ergibt sich aus der jeweiligen Modulbeschreibung im Modulhandbuch des Anwendungsfachs.

Auf diese Weise kann das Studienprogramm im Anwendungsfach auf ganz verschiedene Bachelorbiographien sinnvoll angepasst werden: Repetitionen werden vermieden, und sowohl tiefgehende Spezialisierungen als auch aufzuholende Grundlagen können gleichermaßen in das Masterstudium integriert werden.

Der Prüfungsausschuss kann fachlich passende Module außerhalb des Angebots des jeweiligen Anwendungsfachs auf Antrag zulassen.

Mindestens zwei Drittel der erforderlichen Leistungspunkte müssen aus den fachwissenschaftlichen Modulen des jeweiligen Anwendungsfachs stammen.

Die Konsultation der [Fachstudienberatung](#) wird empfohlen.

¹Im Zweifel entscheidet der Prüfungsausschuss auf Basis einer Gesamtbetrachtung des Studienprogramms im Bachelor- und Masterstudium. Der Prüfungsausschuss geht in der Regel bereits bei der Wahl eines Moduls, das neue Inhalte in das Studium einbringt, von einer Vertiefung bzw. Verbreiterung der Kompetenzen aus.

Teil III

Streams des Bachelor-Studiengangs Computational Mathematics

Der Studiengang „Computational Mathematics“ wird mit Hilfe von Streams gegliedert. Jeder Stream besteht aus 4 Modulen, die mit thematisch abgestimmten Lehrveranstaltungen befüllt werden können. Im Wahlpflichtbereich D „Stream Mathematik“ werden folgende Streams angeboten:

D1: Simulation und Optimierung dynamischer Systeme

D2: Datenanalyse und Approximation

D3: Algorithmische Algebra und Datensicherheit

D4: Numerik und Simulation von Systemen partieller Differentialgleichungen

Studierende wählen im Laufe ihres Studiums mit der Anmeldung zum ersten Modul aus dem Bereich D einen dieser Streams aus. Eine Änderung des Streams ist auf schriftlichen Antrag der oder des Studierenden beim Prüfungsamt spätestens bis zum Ende des siebten Fachsemesters möglich. Bereits bestandene Module, die auch Bestandteil des neuen Streams sind, können in diesen übertragen werden; nicht übertragbare Module werden als zusätzliche Prüfungsleistungen verbucht, wobei ein Modul für das Modul F2 angerechnet werden kann.

Sind zum Zeitpunkt der Änderung im bisherigen Stream Prüfungen bereits abgelegt und nicht bestanden worden, so müssen diese Prüfungen nach Änderung des Streams nicht mehr wiederholt werden, wenn diese nicht Bestandteil des neuen Streams sind.

Im Folgenden werden die oben genannten Streams beschrieben. Die Beschreibung enthält jeweils drei Listen mit aufeinander abgestimmten Lehrveranstaltungen:

- empfohlene Veranstaltungen für den Aufbaubereich B. Ein Besuch dieser Veranstaltungen zusätzlich zu den verpflichtenden Aufbauvorlesungen legt die fachliche Basis für den jeweiligen Stream.
- anrechenbare Vertiefungsvorlesungen für den Bereich D: Stream Mathematik. Um einen Stream zu absolvieren müssen 4 Veranstaltungen aus dieser Liste erfolgreich belegt wurden.
- empfohlene Veranstaltungen für den Bereich E: Stream Anwendungen. Thematisch abgestimmte Veranstaltungen aus dem Anwendungsbereich.

Jeder Stream wird durch einen Streamorganisator vertreten, der Studierende bei der Abstimmung des Studienplans und der Wahl der Veranstaltungen berät.

Zusätzlich sind in diesem Abschnitt Module verzeichnet, die nur im Studiengang Computational Mathematics enthalten sind. Alle anderen Module sind in den vorhergehenden Abschnitten zu finden.

D1: Simulation und Optimierung dynamischer Systeme

Streamorganisatoren: Prof. Dr. Lars Grüne, Prof. Dr. Anton Schiela

B: Aufbauvorlesungen

- Einführung in die Höhere Analysis
- Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik
- Einführung in die Optimierung

D: Stream Mathematik

- Mathematische Kontrolltheorie
- Nichtlineare Optimierung
- Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen
- Ganzzahlige Lineare Optimierung
- Online-Optimierung
- Applied Functional Analysis
- Modellierung, Simulation und Optimierung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen
- Numerical Methods for General Types of PDEs
- Weitere aktuelle Vertiefungsveranstaltungen aus Optimierung, Kontrolltheorie, Numerik, oder Analysis (in Absprache)

E: Stream Anwendung

- Technische Mechanik I/II
- Regelungstechnik I/II
- Elektrotechnik I/II
- Software Engineering
- Parallele und verteilte Systeme I
- Robotik
- Software-Praktikum
- weitere Anwendungsvorlesungen (in Absprache)

D2: Datenanalyse und Approximation

Streamorganisator: Prof. Dr. Holger Wendland

B: Aufbauvorlesungen

- Einführung in die Höhere Analysis
- Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik
- Einführung in die Statistik

D: Stream Mathematik

- Applied Functional Analysis
- Konstruktive Approximationsverfahren
- Numerical Methods for Uncertainty Quantification und High-dimensional Approximation
- Mathematische Methoden des Computer-Aided Geometric Design
- Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen
- Numerical Methods for General Types of PDEs
- Weitere aktuelle Vertiefungsveranstaltungen aus der Numerik, Analysis oder Statistik (in Absprache)

E: Anwendung

- Programming and Data Analysis in Python
- Datenbanken und Informationssysteme I/II
- Künstliche Intelligenz I/II
- Computergraphik I/II/III
- Parallele und verteilte Systeme I
- Pattern Recognition
- Parallele Algorithmen
- Software-Praktikum
- weitere Anwendungsvorlesungen (in Absprache)

D3: Algorithmische Algebra und Datensicherheit

Streamorganisator: Prof. Dr. Michael Dettweiler

B: Aufbauvorlesungen

- Einführung in die Algebra
- Einführung in die Zahlentheorie und Algebraischen Strukturen
- Einführung in die Computeralgebra
- Einführung in die Geometrie: Projektive und Algebraische Geometrie

D: Stream Mathematik

- Vertiefung der Computeralgebra
- Kryptographie
- Codierungstheorie
- Algebraische Zahlentheorie
- Algebraische Geometrie
- Elliptische Kurven
- Diophantische Gleichungen

E: Stream Anwendung

- Theoretische Informatik I, II, III
- Alg. Datenstrukturen II, III
- Künstliche Intelligenz I, II
- Software-Praktikum

D4: Numerik und Simulation von Systemen partieller Differentialgleichungen

Streamorganisatoren: Prof. Dr. Mario Bebendorf, Prof. Dr. Vadym Aizinger

Dieser Stream besitzt eine Brückenfunktion zum Elitestudiengang "Scientific Computing" und ermöglicht einen Übergang zu diesem Studiengang. Interessenten wird empfohlen, am Anfang des 5. Semesters ein Gespräch mit einem der Streamorganisatoren zu vereinbaren.

B: Aufbauvorlesungen

- Einführung in die Höhere Analysis
- Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik
- Einführung in die Optimierung

D: Stream Mathematik

- Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen
- Numerical Methods for General Types of PDEs
- Applied Functional Analysis
- Efficient Treatment of Non-local Operators
- Fast Methods for Differential and Integral Equations
- Modellierung, Simulation und Optimierung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Efficient Numerical Treatment of Multiscale Problems

E: Stream Anwendung

- Mathematische Modellierung von Klima und Umwelt
- Parallele und verteilte Systeme I/II
- High Performance Computing
- Parallele Algorithmen
- Pattern Recognition
- Computational Chemistry
- Simulation of Biophysical Systems
- Bioinformatics: Molecular Modeling
- Foundations of Bioinformatics
- Higher Strengths of Materials
- Computer Aided Engineering
- Model Building and Sim. of Mech. Sys.
- Foundations of Data Management
- Data Analytics
- Programming and Data Analysis in Python
- weitere Anwendungsvorlesungen (in Absprache)
- Software-Praktikum

Modulname	Modul: Physikalische Grundlagen I (Basic Physics)
Modultyp	Wahlpflichtmodul Bachelor Computational Mathematics
Forschungsgebiet	Physik
Modulverantwortliche	Professoren der Physik
Lernziele	Kenntnis der Grundlagen einer quantitativen Naturwissenschaft und ihrer mathematischen Beschreibung; Vertrautheit mit den zugehörigen Methoden durch Lösen ausgewählter Beispiele; Fähigkeit zur Anwendung der Methoden auf neue Problemstellungen.
Inhalt	Experimentalphysik für Ingenieure I (siehe Modul PH1 im Modulhandbuch "Engineering Science")
Dauer	1 Semester
Sprache	Deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	4
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Gesamt: 120 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Leistungsnachweise	Klausur
Verwendbarkeit	Modul C4.1 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Modul: Physikalische Grundlagen II (Basic Physics)
Modultyp	Wahlpflichtmodul Bachelor Computational Mathematics
Forschungsgebiet	Physik
Modulverantwortliche	Professoren der Physik
Lernziele	Kenntnis der Grundlagen einer quantitativen Naturwissenschaft und ihrer mathematischen Beschreibung; Vertrautheit mit den zugehörigen Methoden durch Lösen ausgewählter Beispiele; Fähigkeit zur Anwendung der Methoden auf neue Problemstellungen.
Inhalt	Experimentalphysik für Ingenieure II (siehe Modul PH2 im Modulhandbuch "Engineering Science")
Dauer	1 Semester
Sprache	Deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	4
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 30 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Gesamt: 120 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Phyiskalische Grundlagen I
Leistungsnachweise	Klausur
Verwendbarkeit	Modul C4.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Wintersemester

Modulname	Modul: Stream Mathematik (Stream Mathematics)
Modultyp	Pflichtmodul Bachelor Computational Mathematics
Forschungsgebiet	Alle Forschungsgebiete
Modulverantwortliche	Organisatoren der jeweiligen Streams
Lernziele	Die erfolgreichen Studierenden kennen die für die Forschung typischen mathematischen Techniken der Begriffsbildung, der Theorieentwicklung, der Beweisführung und der Anwendung in einem Bereich des jeweiligen Streams (siehe Seiten 155–158 des Modulhandbuches).
Inhalt	Eine Vertiefungsvorlesung mit Übung aus einem der im Studiengang Computational Mathematics angebotenen Streams. Es müssen vier Exemplare dieses Modul eingebracht werden mit der Regel, dass die dafür gewählten Vertiefungsvorlesungen alle im selben Stream verzeichnet sind. Listen mit den jeweiligen Stream verwendbaren Veranstaltungen befinden sich auf den Seiten 155–158 des Modulhandbuches.
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Streammodule D1.1-D1.4, D2.1-D2.4, D3.1-D3.4, D4.1-D4.4 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	Für jeden Stream mindestens eine, in der Regel zwei passende Veranstaltungen pro Semester

Modulname	Modul: Funktionentheorie II
Modultyp	Wahlpflichtmodul, Bachelor Computational Mathematics
Forschungsgebiet	Analysis / Geometrie
Modulverantwortliche	Math. I (Komplexe Analysis), Math. VIII (Algebraische Geometrie)
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung der funktionentheoretischen Verfahren zur Berechnung von Integralen • Beherrschung der grundlegenden Beweismethoden der Funktionentheorie
Inhalt	<p>siehe auch Modul: Vertiefung der Funktionentheorie FW-BW2 des Modulhandbuches "Lehramt Gymnasium Mathematik"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laurentreihen • Isolierte Singularitäten • Anwendungen des Residuensatzes auf Integralberechnungen • Verteilung von Null- und Polstellen • Konforme Abbildungen, Automorphismen • Riemannscher Abbildungssatz
Dauer	1 Semester
Sprache	deutsch
Lehrformen	Vorlesung (2) mit Übungen (1)
LP	5
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 35 h Prüfungsvorbereitung, 10 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 150 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	Basismodule Analysis 1 und 2, Aufbaumodul Funktionentheorie
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Modul F1.2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	jährlich im Sommersemester

Modulname	Modul: Freie Vertiefung
Modultyp	Pflichtmodul Bachelor Computational Mathematics
Forschungsgebiet	Alle Forschungsgebiete
Modulverantwortliche	Professoren der Mathematik
Lernziele	Die erfolgreichen Studierenden kennen die für die Forschung typischen mathematischen Techniken der Begriffsbildung, der Theorieentwicklung, der Beweisführung und der Anwendung in einem Bereich der Mathematik.
Inhalt	Eine Vertiefungsvorlesung mit Übung aus dem Angebot des Mathematischen Instituts.
Dauer	1 Semester
Sprache	Englisch nach Bedarf
Lehrformen	Vorlesung (4) mit Übungen (2)
LP	10
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 40 h Prüfungsvorbereitung, 20 h Vor-/Nachbereiten in Semesterferien, Gesamt: 300 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	laut kommentiertem Vorlesungsverzeichnis
Leistungsnachweise	Klausur oder mündliche Prüfung; Prüfungsvorleistung: aktive Teilnahme an den Übungen
Verwendbarkeit	Modul F2 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics
Angebotsturnus	Mindestens eine passende Veranstaltung pro Semester

Modulname	Bachelor-Vertiefungsseminar (Seminar in Mathematics)
Modultyp	Pflichtmodul, Bachelor Computational Mathematics
Forschungsgebiet	alle
Modulverantwortliche	Studiengangsmoderator
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung: Fähigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Einarbeitung in ein anspruchsvolles wissenschaftliches Spezialthema, z. B. durch Literaturrecherche in Englisch nach Bedarf- und englischsprachiger Literatur Beherrschung grundlegender Techniken der Arbeitsorganisation und -dokumentation Sicherheit in der Auswahl angemessener Präsentationstechniken (Tafel, Folie, Beamer, Animation etc.) • Vortrag: Fähigkeit zur freien Rede und anschaulicher Darstellung Beherrschung der gewählten Präsentationstechniken Sicherheit beim Eingehen auf Zuhörerfragen • Diskussion: Fähigkeit zur Formulierung angemessener fachlicher Fragen Sicherheit im Umgang mit fachlichen Fragen Bereitschaft und Fähigkeit zur konstruktiven Kritik an einem Vortrag Fähigkeit, konstruktive Kritik an Vorträgen zu verwerfen • Ausarbeitung: Fähigkeit, ein anspruchsvolles Thema kurz, prägnant und einprägsam schriftlich darzustellen Effizienter Umgang mit wissenschaftlichen Textsatzsystemen (z. B. \LaTeX)
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende erhalten ein anspruchsvolles fachliches Thema oder eine fortgeschrittene Projektaufgabe zur eigenständigen Einarbeitung nach Literaturempfehlung (i. d. R. Englisch nach Bedarfe und/oder englische Literatur) • Zu jedem Thema wird eine Präsentation von 45–75 Minuten Dauer vorbereitet und im Plenum vorgeführt • Über die Präsentationsinhalte und über die Präsentation selbst wird im Plenum diskutiert • Eine Ausarbeitung (5–10 Seiten) wird zu jeder Präsentation mit einem wissenschaftlichen Textsatzsystem (z. B. \LaTeX) angefertigt und im Plenum verteilt
Dauer	1 Semester oder Blockveranstaltung
Sprache	Englisch nach Bedarf, englische Vorträge möglich
Lehrformen	Hauptseminar (2)
LP	8
Arbeitsaufwand	Wöchentlich 2 h Seminar = 30 h; Inhaltliche und präsentationstechnische Vorbereitung des Vortrags 210 h; Gesamt: 240 h.
Empfohlene Vorkenntnisse	ein Vertiefungsmodul aus dem selben Forschungsgebiet
Leistungsnachweise	Vortrag, Diskussion, Ausarbeitung
Verwendbarkeit	Pflichtmodul F4 für den Bachelorstudiengang Computational Mathematics;
Angebotsturnus	jedes Semester mindestens ein Seminar

Teil IV

Anhang

Anhang SP-A: Generischer Studienplan Bachelor Mathematik

B.Sc. Mathematik

Generischer Plan

Stand 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS
1	A1.1 Analysis 1	V4+Ü2	9	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	30
	A2.1 Lineare Algebra 1	V4+Ü2	9				
	A5 Programmierkurs	V2+Ü1	3				
2	A1.2 Analysis 2	V4+Ü2	9	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	30
	A2.2 Lineare Algebra 2	V4+Ü2	9				
	A6 Mathematik am Computer	V2+Ü1	3				
3	A3 Vektoranalysis	V2+Ü1	5				29
	B-RM1-1 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
	B-AM1-1 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
	B-AM1-2 / B-RM1-2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
4	A4 Funktionentheorie	V2+Ü1	5				29
	B-RM2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
	B-AM2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
	B-MP Aufbaumodul/Praktikum	V3+Ü2	8				
5	C1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	32
	C2 Bachelor-Hauptseminar	S2	5				
	B-RM1-2 / B-AM1-2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
6	B-M Aufbaumodul	V3+Ü2	8	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	30
	D1 Bachelor-Arbeit		10				
	D2 Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	S2	3				
	Mathematik Gesamt		144	Anwendungsfach Gesamt		36	180

(Vollzeit)

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS
1	A1.1 Analysis 1	V4+Ü2	9				18
	A2.1 Lineare Algebra 1	V4+Ü2	9				
2	A1.2 Analysis 2	V4+Ü2	9				18
	A2.2 Lineare Algebra 2	V4+Ü2	9				
3	A3 Vektoranalysis	V2+Ü1	5				13
	B-RM1-1 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
4	A4 Funktionentheorie	V2+Ü1	5				13
	B-RM2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
5	A5 Programmierkurs	V2+Ü1	3	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	12
6	A6 Mathematik am Computer	V2+Ü1	3	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	12
7	B-AM1-1 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				16
	B-AM1-2 / B-RM1-2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				
8	B-AM2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8				16
	B-MP Aufbaumodul/Praktikum	V3+Ü2	8				
9	C1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				15
	C2 Bachelor-Hauptseminar	S2	5				
10	B-RM1-2 / B-AM1-2 Aufbaumodul	V3+Ü2	8	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	17
11	B-M Aufbaumodul	V3+Ü2	8	E Anwendungsfach	V4+Ü2	9	17
12	D1 Bachelor-Arbeit		10				13
	D2 Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	S2	3				
	Mathematik Gesamt		144	Anwendungsfach Gesamt		36	180

(Teilzeit)

Anhang SP-B: Generischer Studienplan Bachelor Technomathematik

B.Sc. Technomathematik

Generischer Plan

Stand 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Ingenieurwissenschaften	SWS	ECTS	ECTS
1	A1.1 Analysis 1	V4+Ü2	9	E1 Informatik für Mathematiker (Konzepte)	V4+Ü2	8				29
	A2.1 Lineare Algebra 1	V4+Ü2	9							
	A5 Programmierkurs	V2+Ü1	3							
2	A1.2 Analysis 2	V4+Ü2	9	E2 Datenstrukturen und Algorithmen	V4+Ü2	8	FP1 Experimentalphysik für Ingenieure 1	V2+Ü1	4	30
	A2.2 Lineare Algebra 2	V4+Ü2	9							
3	A3 Vektoranalysis	V2+Ü1	5				FP1 Experimentalphysik für Ingenieure 2	V2+Ü1	4	31
	BP1 Einführung in die Numerik	V3+Ü2	8				FP2 Technische Mechanik 1	V3+Ü2	6	
	BP2 Einführung in die Gewöhnlichen DGL	V3+Ü2	8							
4	A4 Funktionentheorie	V2+Ü1	5	E3 Softwarepraktikum	P4	6	FP2 Technische Mechanik 2	V2+Ü2	5	32
	BP3 Einführung in die Optimierung	V3+Ü2	8							
	BP4 Einführung in die Höhere Analysis	V3+Ü2	8							
5	C1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				FP3 Elektrotechnik 1	V2+Ü2	6	31
	C2 Praktikumsseminar	P4+S2	7							
	BP5 Einführung in die Stochastik	V3+Ü2	8							
6	BW1 Einführung in die Statistik oder Vertiefungsmodul	V3+Ü2	8				FP3 Regelungstechnik	V2+Ü2	6	27
	D1 Bachelorarbeit		10							
	D2 Kolloquium zur Bachelorarbeit	S2	3							
	Mathematik Gesamt		127	Informatik Gesamt		22	Ingenieur- wissenschaften Gesamt		31	180

(Vollzeit)

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Ingenieurwissenschaften	SWS	ECTS	ECTS
1	A1.1 Analysis 1	V4+Ü2	9							18
	A2.1 Lineare Algebra 1	V4+Ü2	9							
2	A1.2 Analysis 2	V4+Ü2	9							18
	A2.2 Lineare Algebra 2	V4+Ü2	9							
3	A3 Vektoranalysis	V2+Ü1	5							16
	BP2 Einführung in die Gewöhnlichen DGL	V3+Ü2	8							
	A5 Programmierkurs	V2+Ü1	3							
4	A4 Funktionentheorie	V2+Ü1	5							13
	BP4 Einführung in die Höhere Analysis	V3+Ü2	8							
5				E1 Informatik für Mathematiker (Konzepte der Programmierung)	V4+Ü2	8	FP2 Technische Mechanik 1	V2+Ü2	6	14
6				E2 Datenstrukturen und Algorithmen	V4+Ü2	8	FP1 Experimentalphysik für Ingenieure 1	V2+Ü1	4	17
							FP2 Technische Mechanik 2	V2+Ü2	5	
7	BP1 Einführung in die Numerik	V3+Ü2	8				FP1 Experimentalphysik für Ingenieure 2	V2+Ü1	4	12
8	BP3 Einführung in die Optimierung	V3+Ü2	8	E3 Softwarepraktikum	P4	6				14
9	BP5 Einführung in die Stochastik	V3+Ü2	8				FP3 Elektrotechnik I	V2+Ü2	6	14
10	BW1 Einführung in die Statistik oder Vertiefungsmodul	V3+Ü2	8				FP3 Regelungstechnik	V2+Ü1	6	14
11	C1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10							17
	C2 Praktikumsseminar	P4+S2	7							
12	D1 Bachelorarbeit		10							13
	D2 Kolloquium zur Bachelorarbeit	S2	3							
	Mathematik Gesamt		127	Informatik Gesamt		22	Ingenieur- wissenschaften Gesamt		31	180

(Teilzeit)

Anhang SP-C: Generischer Studienplan Bachelor Wirtschaftsmathematik

B.Sc. Wirtschaftsmathematik

Generischer Plan

Stand 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Wirtschaft	SWS	ECTS	ECTS
1	A1.1 Analysis 1	V4+Ü2	9	E1 Informatik für Mathematiker	V4+Ü2	8	F1 Sprachkurs		2	31
	A2.1 Lineare Algebra 1	V4+Ü2	9							
	A3 Programmierkurs	V2+Ü1	3							
2	A1.2 Analysis 2	V4+Ü2	9	E2 Datenstrukturen und Algorithmen	V4+Ü2	8	F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	31
	A2.2 Lineare Algebra 2	V4+Ü2	9							
3	BP1 Numerik	V3+Ü2	8				F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	29
	BP2 Stochastik	V3+Ü2	8							
	BW1 Gewöhnliche DGL/ Zahlenth. u. Alg. Strukt./ Graphen- u. Netz.-Alg.	V3/4+Ü2	8							
4	BP3 Optimierung	V3+Ü2	8				F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	29
	BP4 Statistik	V3+Ü2	8							
	BW2 Höhere Analysis/ Computeralgebra/ Iter. Verfahren der Numerik	V3+Ü2	8							
5	C1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	E3 Software-Praktikum	P4	6	F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	29
				E4 Datenbanken	V4+Ü2	8				
6	C2 Bachelor-Hauptseminar	S2	5	G Anwendungsvertiefung (Vertiefungsvorlesung oder Praktikum)				*	8	31
	D1 Bachelor-Arbeit		10				F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	
	D2 Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	S2	3							
	Mathematik Gesamt		115	Informatik Gesamt		30	Wirtschaft Gesamt		35	180

(Vollzeit)

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Wirtschaft	SWS	ECTS	ECTS
1	A1.1 Analysis 1	V4+Ü2	9							18
	A2.1 Lineare Algebra 1	V4+Ü2	9							
2	A1.2 Analysis 2	V4+Ü2	9							18
	A2.2 Lineare Algebra 2	V4+Ü2	9							
3	A5 Programmierkurs	V2+Ü1	3	E1 Informatik für Mathematiker	V4+Ü2	8	F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	16
4				E2 Datenstrukturen und Algorithmen	V4+Ü2	8	F1 Sprachkurs	V2+Ü1	2	15
							F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	
5	BW1 Gewöhnliche DGL/ Zahlenthe. u. Alg. Strukt./ Graphen- u. Netz.-Alg.	V3/4+Ü2	8							16
	BP1 Numerik	V3/4+Ü2	8							
6	BW2 Höhere Analysis/ Computeralgebra/ Iter. Verfahren. der Numerik	V3+Ü2	8				F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	13
7	BP2 Stochastik	V3+Ü2	8	E4 Datenbanken	V4+Ü2	8				16
8	BP4 Statistik	V3+Ü2	8				F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	13
9				G Anwendungsvertiefung (Vertiefungsvorlesung oder Praktikum)				*	8	14
				E3 Software-Praktikum	P4	6				
10	BP3 Optimierung	V3+Ü2	8				F1 Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	13
11	C1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10							15
	C2 Bachelor-Hauptseminar	S2	5							
12	D1 Bachelor-Arbeit		10							13
	D2 Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	S2	3							
	Mathematik Gesamt		115	Informatik Gesamt		30	Wirtschaft Gesamt		35	180

(Teilzeit)

Anhang SP-D: Generischer Studienplan Bachelor Computational Mathematics

B.Sc. Computational Mathematics

Generischer Plan

Stand: 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS
1	Analysis I A1.1	V4+Ü2	9	Programmierkurs C1	V2+Ü1	3	29
	Lineare Algebra I A2.1	V4+Ü2	9	Konz. d. Prog. C3.1	V4+Ü2	8	
2	Analysis II A1.2	V4+Ü2	9	Informatik II C3.2/3	V4+Ü2	8	30
	Lineare Algebra II A2.2	V4+Ü2	9	Physikalische Grundlagen I C4.1	V2+Ü1	4	
3	Numerik B1.1	V3+Ü2	8	Physikalische Grundlagen II C4.2	V2+Ü1	4	28
	Gewöhnliche Dgln B1.2	V3+Ü2	8				
	Stochastik B1.3	V3+Ü2	8				
4	Aufbaumodul B	V3+Ü2	8	OO Prog. C5.1	V2+Ü2	4	30
	Aufbaumodul B	V3+Ü2	8				
	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10				
5	Aufbaumodul B	V3+Ü2	8	Anwendung E	V2+Ü1	8	30
	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10	Templ. Prog. C5.2	V2+Ü2	4	
6	Aufbaumodul B	V3+Ü2	8	Anwendung E	V4+Ü2	8	31
	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10				
	Seminar F3	S2	5				
7	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10	Anwendung E	V2+Ü1	5	31
	Vertiefungsseminar F4	S2	8	Anwendung E	V4+Ü2	8	
8	Vertiefungsmodul F2	V4+Ü2	10	Anwendung E	V4+Ü2	8	31
	Bachelorarbeit G1		10				
	BA Kolloquium G2	S2	3				
Mathematik Gesamt			168	Anwendungsfach Gesamt		72	240

(Vollzeit Stream D1 und D2)

Anhang SP-D: Generischer Studienplan Bachelor Computational Mathematics

B.Sc. Computational Mathematics

Generischer Plan

Stand: 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS	
1	Analysis I A1.1	V4+Ü2	9	Programmierkurs C1	V2+Ü1	3	29	
	Lineare Algebra I A2.1	V4+Ü2	9	Konz. d. Prog. C3.1	V4+Ü2	8		
2	Analysis II A1.2	V4+Ü2	9	Informatik II C3.2	V4+Ü2	8	29	
	Lineare Algebra II A2.2	V4+Ü2	9	Mathe am Computer C2	V2+Ü1	3		
3	Numerik B1.1	V3+Ü2	8	Anwendung E	V4+Ü2	8	32	
	Gewöhnliche Dgln B1.2	V3+Ü2	8					
	Zahlentheorie B2.1	V3+Ü2	8					
4	Algebra B2.2	V3+Ü2	8	Anwendung E	V4+Ü2	8	29	
	Computeralgebra B2.4	V3+Ü2	8					
	Modul F1	V2+Ü1	5					
5	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10	Anwendung E	V2+Ü1	5	31	
	Stochastik B1.3	V3+Ü2	8					
	Alg. Geometrie B2.3	V3+Ü2	8					
6	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10	OO Prog. C5.1	V2+Ü2	4	29	
	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10					
	Seminar F3	S2	5					
7	Stream-Vertiefung D	V4+Ü2	10	Anwendung E	V4+Ü2	8	30	
	Vertiefungsseminar F4	S2	8	Programmieren mit Templates C5.2	V2+Ü2	4		
8	Vertiefungsmodul F2	V4+Ü2	10	Anwendung E	V4+Ü2	8	31	
	Bachelorarbeit G1		10					
	BA Kolloquium G2	S2	3					
Mathematik Gesamt			173	Anwendungsfach Gesamt			67	240

(Vollzeit Stream D3)

Anhang SP-D: Generischer Studienplan Bachelor Computational Mathematics

B.Sc. Computational Mathematics

Generischer Plan

Stand: 10.06.21

	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS
1	Analysis I A1.1	V4+Ü2	9	Programmierkurs C1	V2+Ü1	3	29
	Lineare Algebra I A2.1	V4+Ü2	9	Konz. d. Prog. C3.1	V4+Ü2	8	
2	Analysis II A1.2	V4+Ü2	9	Informatik II C3.2/3	V4+Ü2	8	30
	Lineare Algebra II A2.2	V4+Ü2	9	Physik I C4.1	V2+Ü1	4	
3	Numerik B1.1	V3+Ü2	8	Physik II C4.2	V2+Ü1	4	28
	Gewöhnliche Dgln B1.2	V3+Ü2	8				
	Stochastik B1.3	V3+Ü2	8				
4	Aufbaumodul B	V3+Ü2	8	OO Prog. C 5.1	V2+Ü2	4	30
	Stream Vertiefung D	V4+Ü2	10				
	Iterative Methoden B3.6	V3+Ü2	8				
5	Numerik von PDEs D	V4+Ü2	10	Anwendung E	V4+Ü2	8	32
	Ang. Funktionalanalysis D	V4+Ü2	10	Prog. Templ. C 5.2	V2+Ü2	4	
6	Aufbaumodul/Praktikum B	V3+Ü2	8	Anwendung E	V2+Ü1	5	33
	Seminar F3	S2	5	Anwendung E	V2+Ü1	5	
	Stream Vertiefung D	V4+Ü2	10				
7	Aufbaumodul B	V3+Ü2	8	Anwendung E	V2+Ü1	5	36
	Vertiefungsseminar F4	S2	8	Anwendung E	V2+Ü1	5	
	Freie Vertiefung F	V4+Ü2	10				
8	Bachelorarbeit G1		10	Anwendung E	V4+Ü2	10	23
	BA Kolloquium G2	S	3				
	Modellierungswoche ESG	B					
	Vertiefungsmodul ESG D1	V4+Ü2		Parallele Num. Methoden ESG C2	B		
Mathematik Gesamt			168	Anwendungsfach Gesamt		73	241

Der Stream D4 besitzt eine Brückenfunktion zum Elitestudiengang Scientific Computing (ESG). Im Stream D und E erbrachte Leistungen können im ESG angerechnet werden. Grau unterlegt sind Leistungen, die nicht mehr im Bachelor, sondern im ESG erbracht werden.

(Vollzeit Stream D4)

Anhang SP-E: Generischer Studienplan Master Mathematik

M.Sc. Mathematik

Generischer Plan

Stand 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS
1	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Anwendungsfach	V4+Ü2	10	30
	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				
2	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Anwendungsfach	V4+Ü2	10	30
	A2 Master-Hauptseminar	S2	10				
3	C1 Master-Arbeit		15				30
	B1 Spezialisierungsmodul	V2+Ü1	5				
	A2 Master-Hauptseminar / Praktikum	S2	10				
4	B2 Spezialisierungsmodul / "Lernen durch Lehren"				V2+Ü1	5	30
	C1 Master-Arbeit		15				
	C2 Kolloquium zur Master-Arbeit	S2	10				
	Mathematik Gesamt		95	Anwendungsfach Gesamt		25	120

(Vollzeit)

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Anwendungsfach	SWS	ECTS	ECTS
1	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Anwendungsfach	V2+Ü1	5	15
2	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Anwendungsfach	V2+Ü1	5	15
3	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Anwendungsfach	V2+Ü1	5	15
4	A2 Master-Hauptseminar	S2	10	D Anwendungsfach	V2+Ü1	5	15
5	B2 Spezialisierungsmodul / "Lernen durch Lehren"				V2+Ü1	5	15
	A2 Master-Hauptseminar / Praktikum	S2	10				
6	B1 Spezialisierungsmodul	V2+Ü1	5				15
	C1 Master-Arbeit		10				
7	C1 Master-Arbeit		15				15
8	C1 Master-Arbeit		5				15
	C2 Kolloquium zur Master-Arbeit	S2	10				
	Mathematik Gesamt		95	Anwendungsfach Gesamt		25	120

(Teilzeit)

Anhang SP-F: Generischer Studienplan Master Technomathematik

M.Sc. Technomathematik

Generischer Plan

Stand 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Ingenieurwissenschaften	SWS	ECTS	ECTS
1	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V2+Ü1	5				30
	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V2+Ü1	5				
2	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				E Ingenieurwissenschaften	V2+Ü1	5	30
	A2 Master-Hauptseminar	S2	10				E Ingenieurwissenschaften	V2+Ü1	5	
3	C1 Masterarbeit		15	B1 Spezialisierung	V2+Ü1	5				30
				B3 Praktikum oder Hauptseminar(e) in Informatik oder Ingenieurwissenschaften				S2	10	
4	C1 Masterarbeit		15				B2 Spezialisierung	V2+Ü1	5	30
	C2 Kolloquium zur Masterarbeit	S2	10							
	Mathematik Gesamt		80	Informatik Gesamt		15	Ingenieurwissenschaften Gesamt		25	120

(Vollzeit)

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Ingenieurwissenschaften	SWS	ECTS	ECTS
1	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V2+Ü1	5				15
2	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V2+Ü1	5				15
3	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				E Ingenieurwissenschaften	V2+Ü1	5	15
4	A2 Master-Hauptseminar	S2	10				E Ingenieurwissenschaften	V2+Ü1	5	15
5				B1 Spezialisierung	V2+Ü1	5				15
				B3 Praktikum oder Hauptseminar(e) in Informatik oder Ingenieurwissenschaften				S2	10	
6	C1 Master-Arbeit		10				B2 Spezialisierung	V2+Ü1	5	15
7	C1 Master-Arbeit		15							15
8	C1 Masterarbeit		5							15
	C2 Kolloquium zur Masterarbeit	S2	10							
	Mathematik Gesamt		80	Informatik Gesamt		15	Ingenieurwissenschaften Gesamt		25	120

(Teilzeit)

Anhang SP-G: Generischer Studienplan Master Wirtschaftsmathematik

M.Sc. Wirtschaftsmathematik

Generischer Plan

Stand 17.05.21

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Wirtschaft	SWS	ECTS	ECTS
1	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V4+Ü2	10				30
	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10							
2	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				E Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	30
	A2 Master-Hauptseminar	S2	10				E Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	
3	C1 Master-Arbeit		15	B1 Spezialisierung	V2+Ü1	5				30
				B3 Praktikum oder Hauptseminar in Informatik oder Wirtschaftswissenschaften					10	
4	C1 Master-Arbeit		15				B2 Spezialisierung	V2+Ü1	5	30
	C2 Kolloquium zur Master-Arbeit	S2	10							
	Mathematik Gesamt		80	Informatik Gesamt		15	Wirtschaft Gesamt		25	120

(Vollzeit)

FS	Mathematik	SWS	ECTS	Informatik	SWS	ECTS	Wirtschaft	SWS	ECTS	ECTS
1	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V2+Ü1	5				15
2	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10	D Informatik	V2+Ü1	5				15
3	A1 Vertiefungsmodul	V4+Ü2	10				E Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	15
4	A2 Master-Hauptseminar	S2	10				E Wirtschafts- wissenschaften	V2+Ü1	5	15
5				B1 Spezialisierung	V2+Ü1	5				15
				B3 Praktikum oder Hauptseminar in Informatik oder Wirtschaftswissenschaften					10	
6	C1 Master-Arbeit		10				B2 Spezialisierung	V2+Ü1	5	15
7	C1 Master-Arbeit		15							15
8	C1 Master-Arbeit		5							15
	C2 Kolloquium zur Master-Arbeit	S2	10							
	BW2 Höhere Analysis/ Computeralgebra			Informatik Gesamt		15	Wirtschaft Gesamt		25	120

(Teilzeit)

Anhang SP-H: Generischer Studienplan Master Computational Mathematics

M.Sc. Computational Mathematics

Generischer Plan

Stand: 20.3.2023

	Vorlesungen und Seminar	SWS	ECTS	Masterarbeit	SWS	ECTS	ECTS
1	Master-Hauptseminar A1	S2	10	Masterarbeit C1		15	30
	Spezialkenntnisse B1	V2+Ü1	5				
2	Spezialkenntnisse B2	V2+Ü1	5	Masterarbeit C1		15	30
				Kolloquium zur Masterarbeit C2	S2	10	
Vorlesungen und Seminar			20	Masterarbeit		40	60

(Vollzeit)

(Vollzeit)

	Vorlesungen und Seminar	SWS	ECTS	Masterarbeit	SWS	ECTS	ECTS
1	Master-Hauptseminar A1	S2	10				15
	Spezialkenntnisse B1	V2+Ü1	5				
2	Spezialkenntnisse B2	V2+Ü1	5	Masterarbeit C1		10	15
3				Masterarbeit C1		15	15
4				Masterarbeit C1		5	15
				Kolloquium zur Masterarbeit C2	S2	10	
Vorlesungen und Seminar			20	Masterarbeit		40	60

(Teilzeit)

(Teilzeit)

Anhang MÜ-A: Modulübersicht Bachelor Mathematik

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Fach-Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Mathematik an der Universität Bayreuth vom 1. Juni 2011 in der Fassung der Sammeländerungssatzung vom 9. Januar 2023 15

Anhang 1: Modulübersicht

Pflichtbereich A Basismodule Ma- thematik 52 LP	Modul A1.1 Analysis 1 9 LP	Modul A2.1 Lineare Algebra 1 9 LP	Modul A1.2 Analysis 2 9 LP	Modul A2.2 Lineare Algebra 2 9 LP
	Modul A3 Vektoranalysis 5 LP	Modul A4 Funktionentheorie 5 LP	Modul A5 Programmierkurs 3 LP	Modul A6 Mathematik am Computer 3 LP

Wahlpflichtbe- reich B Aufbaumodule Mathematik 64 LP, d. h. 8 Module gemäß § 4	Zwei Wahlpflichtmodule B-RM1 Reine Mathematik RM1 (aus B-RM1a, B-RM1b, B-RM1c) je 8 LP	B-RM1a Einführung in die Zahlentheorie und Algebraische Struk- turen	B-RM1b Einführung in die Geometrie: Projektive und Al- gebraische Geometrie	B-RM1c Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichun- gen	
	Ein Wahlpflichtmodul B-RM2 Reine Mathematik RM2 (aus B-RM2a, B-RM2b, B-RM2c) 8 LP	B-RM2a Einführung in die Algebra	B-RM2b Einführung in die Geometrie: Differential-geo- metrie und Topo- logie	B-RM2c Einführung in die Computeralgebra	
	Zwei Wahlpflichtmodule B-AM1 Angewandte Mathematik AM1 (aus B-AM1a, B-AM1b, B-AM1c) je 8 LP	B-AM1a Einführung in die Numerik	B-AM1b Einführung in die Stochastik	B-AM1c Einführung in die gewöhnlichen Differentialglei- chungen	
	Ein Wahlpflichtmodul B-AM2 Angewandte Mathematik AM2 (aus B-AM2a, B-AM2b, B-AM2c, B-AM2d, B-AM2e) 8 LP	B-AM2a Ein-füh- rung in die Höhere Analysis	B-AM2b Ein-füh- rung in die Optimie- rung	B-AM2c Ein-füh- rung in die Statistik	B-AM2d Ein-füh- rung in die Computer- algebra
Ein Wahlpflichtmodul B-MP Aufbaumodul/Praktikum/ weiteres Vertiefungsmodul (ein beliebiges Aufbaumodul)	Ein Wahlpflichtmodul B-M Aufbaumodul (ein beliebiges Aufbaumodul aus RM1/RM2/AM1/AM2) 8 LP				

Erstellt durch die Abteilung I, Referat I/1 der Zentralen Universitätsverwaltung, Universität Bayreuth

	aus RM1/RM2/AM1/AM2 oder Praktikum oder ein weiteres Vertiefungsmodul aus C1) 8 LP	
--	--	--

Wahlpflichtbereich C	Modul C1 Erste vertiefte Kenntnisse in Mathematik (Eine Vertiefungsvorlesung)	Modul C2 Bachelor-Hauptseminar
Vertiefungsmodule Mathematik	10 LP	5 LP
15 LP		

Bereich D	Modul D1 Bachelorarbeit	Modul D2 Kolloquium zur Bachelorarbeit
Bachelorarbeit	10 LP	3 LP
13 LP		

Wahlpflichtbereich E	Module E Anwendungsfach inklusive „Multimedia-Kompetenz“	
Anwendungsfach gemäß § 4	36 - 40 LP	
36 - 40 LP		

Anhang MÜ-B: Modulübersicht Bachelor Technomathematik

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Anhang 1: Modulübersicht

Pflichtbereich A Basismodule Mathematik 49 LP	Modul A1.1 Analysis 1 9 LP	Modul A2.1 Lineare Algebra 1 9 LP	Modul A1.2 Analysis 2 9 LP	Modul A2.2 Lineare Algebra 2 9 LP
	Modul A3 „Vektoranalysis“ 5 LP	Modul A4 „Funktionentheorie“ 5 LP	Modul A5 „Programmierkurs“ 3 LP	

Bereich B Aufbaumodule Mathematik 48–50 LP	Modul BP1 „Einführung in die Numerik“ 8 LP	Modul BP2 „Einführung in die Gewöhnlichen Differentialgleichungen“ 8 LP	Modul BP3 „Einführung in die Optimierung“ 8 LP	Modul BP4 „Einführung in die Höhere Analysis“ 8 LP	Modul BP5 „Einführung in die Stochastik“ 8 LP	Modul BW1 „Einführung in die Statistik“ oder „Erste Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“ 8 bzw. 10 LP
---	--	---	--	--	---	--

Wahlpflichtbereich C Vertiefungsmodule Mathematik 17 LP	Modul C1 „Praktikumsseminar“ 7 LP	Modul C2 „Erste vertiefte Kenntnisse in Mathematik“: Eine Vertiefungsvorlesung in Mathematik 10 LP
--	---	--

Bereich D Bachelorarbeit 13 LP	Modul D1 „Bachelorarbeit“ 10 LP	Modul D2 „Kolloquium zur Bachelorarbeit“ 3 LP
---	---	---

Bereich E	Modul E1 „Informatik für Mathematiker“	Modul E2 „Datenstrukturen und Algorithmen“	Modul E3 „Softwarepraktikum“
Informatik (erstes Anwendungs- fach)	8 LP	8 LP	6 LP
22 LP			

Bereich F	Modul FP1.1 „Experi- mental- Physik für Ingenieure 1“	Modul FP1.2 Experi- mental-Physik für Ingenieure 2“	Modul FP2.1 „Techni- sche Mechanik 1“	Modul FP2.2 „Techni- sche Mechanik 2“	Modul FP3.1 „Elektro- technik 1“	Modul FP3.2 „Rege- lungstech- nik“
Ingenieurwis- senschaften (zweites Anwendungs- fach)	4 LP	4 LP	6 LP	5 LP	6 LP	6 LP
31 LP						

Anhang MÜ-C: Modulübersicht Bachelor Wirtschaftsmathematik

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Fach-Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik
 an der Universität Bayreuth vom 1. Juni 2011
 in der Fassung der Sammeländerungssatzung vom 9. Januar 2023..... 14

Anhang 1: Modulübersicht

Pflichtbereich A	Modul A1.1 „Analysis 1“	Modul A2.1 „Lineare Algebra 1“	Modul A1.2 „Analysis 2“	Modul A2.2 „Lineare Algebra 2“	Modul A5 „Programmierkurs“
	9 LP	9 LP	9 LP	9 LP	3 LP
	39 LP				

Bereich B	Modul BP1 „Einführung in die Numerik“		Modul BP2 „Einführung in die Stochastik“		Modul BP3 „Einführung in die Optimierung“		Modul BP4 „Einführung in die Statistik“	
	8 LP		8 LP		8 LP		8 LP	
	Ein Wahlpflichtmodul (aus BW1a, BW1b, BW1c)				Ein Wahlpflichtmodul (aus BW2a, BW2b, BW2c)			
Aufbaumodule Mathematik	Modul BW1a „Einführung in die Zahlentheorie und Algebraische Strukturen“	Modul BW1b „Einführung in die Gewöhnlichen Differentialgleichungen“	Modul BW1c „Einführung in die Graphen- und Netzwerkalgorithmen“	Modul BW2a „Einführung in die iterativen Verfahren der Numerik“	Modul BW2b „Einführung in die Höhere Analysis“	Modul BW2c „Einführung in die Computeralgebra“		
	8 LP	8 LP	8 LP	8 LP	8 LP	8 LP		
48 LP								

Wahlpflichtbereich C	Modul C1 „Erste vertiefte Kenntnisse in Mathematik“: Eine Vertiefungsvorlesung in Mathematik		Modul C2 „Bachelor-Hauptseminar“			
	10 LP		5 LP			
	15 LP					

Bereich Bachelorarbeit 13 LP	Modul D1 „Bachelorarbeit“ 10 LP	Modul D2 „Kolloquium zur Bachelorarbeit“ 3 LP
---	--	--

Bereich Informatik (erstes Anwendungsfach) 30 LP	Modul E1 „Informatik für Ma- thematiker“ 8 LP	Modul E2 „Datenstrukturen und Algorithmen“ 8 LP	Modul E3 „Software-prakti- kum“ 6 LP	Modul E4 „Datenbanken“ 8 LP
---	--	--	---	--

Bereich Wirtschaftswis- senschaften (zweites Anwen- dungsfach) 27 LP	Module F1 Wahlpflichtmodule (inhaltlich abgestimmte Kombinationen finden sich in Beispielstudienverlaufsplänen) 27 LP			
---	--	--	--	--

Bereich Anwendungsver- tiefung 8 - 10 LP	Modul Ga „Praktikum“ 8 LP	Modul Gb Weitere Module aus der Informatik 8 - 10 LP	Modul Gc Weitere Module aus den Wirtschaftswissenschaften 8 - 10 LP
---	--	---	--

Anhang 2: Leistungspunkte, Prüfungen, Prüfungsgesamtnote

¹In der folgenden Übersicht ist aufgeführt, wie viele Leistungspunkte (LP) durch jedes Modul erworben werden, wie viele LP eines Moduls in die Prüfungsgesamtnote eingehen und mit welchem Gewicht diese LP in die Prüfungsgesamtnote eingehen. ²Für jedes Modul im Kernfach ist eine Prüfungsleistung erforderlich. ³Prüfungsformen im Kernfach sind in der Regel: Klausuren (sP) oder mündliche Prüfungen für Vorlesungen mit Übungen (mP), Vorträge und ggf. kurze schriftliche Ausarbeitungen für Seminare (V), schriftliche Berichte für Praktika (sB). ⁴Mit LNW gekennzeichnete Leistungsnachweise werden nicht

Anhang MÜ-D: Modulübersicht Bachelor Computational Mathematics

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Bereich A	Modul A1.1	Modul A1.2	Modul A2.1	Modul A2.2
Basis- module	Analysis 1	Analysis 2	Lineare Algebra 1	Lineare Algebra 2
Mathematik				
36 LP	9 LP	9 LP	9 LP	9 LP

Bereich B	Pflichtmodule					
Aufbau- module	Modul B1.1		Modul B1.2		Modul B1.3	
Mathematik	Einf. in die numerische Mathematik		Einf. in die gewöhnlichen Differentialgleichungen		Einf. in die Stochastik	
	8 LP		8 LP		8 LP	
	Wahlpflichtmodule: 4-5 Module, davon mindestens ein Modul aus B2					
	Modul B2.1		Modul B2.2		Modul B2.3	
	Einf. in die Zahlentheorie und Algebraischen Strukturen		Einf. in die Algebra		Einf. in die Geometrie: Projektive und Algebraische Geometrie	
	8 LP		8 LP		8 LP	
	Modul B3.1	Modul B3.2	Modul B3.3	Modul B3.4	Modul B3.5	Modul B3.6
	Einf. in die Optimierung	Einf. in die Höhere Analysis	Einf. in die Statistik	Einf. in die Geometrie: Differentialgeometrie und Topologie	Praktikum	Einf. in die iterativen Methoden der Numerik
56-64 LP	8 LP	8 LP	8 LP	8 LP	8 LP	8 LP

Bereich C	Pflichtmodule			
Basis- module	Modul C1 Programmierkurs 3 LP		Modul C 3.1 Konzepte der Programmierung 8 LP	
Anwendung	Wahlpflichtmodule: 19 -24 LP			
	Modul C2 Mathe am Computer 3 LP	Modul C3.2 Algorithmen und Datenstrukturen I 8 LP	Modul C3.3 Theoretische Informatik I 8 LP	
30-35 LP	Modul C4.1 Physikalische Grundlagen I 4 LP	Modul C4.2 Physikalische Grundlagen II 4 LP	Modul C5.1 Objektorientiertes Programmieren 4 LP	Modul C5.2 Programmieren mit Templates 4 LP

Bereich D	Auswahl aus 4 verschiedenen Streams D1-D4			
Stream Mathematik	Modul DX.1 Stream- Vertiefung I 10 LP	Modul DX.2 Stream- Vertiefung II 10 LP	Modul DX.3 Stream- Vertiefung III 10 LP	Modul DX.4 Stream- Vertiefung IV 10 LP
40 LP				

Bereich E	Module E
Stream Anwendung	Wahlpflichtmodule
25–38 LP	25-38 LP

Bereich F	Wahlmodule: 0-2 Module		
	Modul F1.1	Modul F1.2	Modul F1.3
	Funktionentheorie I	Funktionentheorie II	Vektoranalysis
	5 LP	5 LP	5 LP
Allgemeine Mathematik- kenntnisse	Pflichtmodule		
	Modul F2	Modul F3	Modul F4
	Freie Vertiefung	Seminar	Vertiefungsseminar
23-33 LP	10 LP	5 LP	8 LP

Bereich G	Modul G1	Modul G2
Bachelor- arbeit	Bachelorarbeit	Kolloquium zur Bachelorarbeit
13 LP	10 LP	3 LP

Anhang MÜ-E: Modulübersicht Master Mathematik

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Fach-Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Mathematik
 an der Universität Bayreuth vom 01. Juni 2011
 in der Fassung der Sammeländerungssatzung vom 9. Januar 2023..... 15

Anhang 1: Modulübersicht

¹Die im Folgenden angegebenen Modulfristen geben das Fachsemester an, in dem der erste Prüfungsversuch spätestens erfolgt sein muss. ²Ist in einem Modul bis zum Ablauf der Modulfrist kein Prüfungsversuch erfolgt, so gilt die Prüfung in diesem Modul als einmal abgelegt und erstmals nicht bestanden, außer der Kandidat hat die Gründe dafür nicht zu vertreten (Nachweis erforderlich). ³In einem Teilzeitstudium gelten überall die doppelten Fristen. ⁴Modulfristen, die durch individuelle Studienverläufe in ein Wintersemester fallen, werden zur Vereinfachung auf das darauf folgende Sommersemester verlängert.

Bereich A Vertiefungsbe- reich Mathematik 50 LP	Zwei Module A1-1/A1-2 „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“: Zwei Vertiefungsvorlesungen aus verschiedenen Forschungsgebieten je 10 LP Frist: 4. Sem.	Ein Modul A1-3 „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“ Eine weitere Vertiefungsvorlesung aus dem Forschungsgebiet von A1-1 oder A1-2 10 LP Frist: 4. Sem.
	Ein Modul A2-1 „Master-Hauptseminar“: Ein frei wählbares Master-Seminar der Mathe- matik 10 LP Frist: 4. Sem.	Ein Modul A2-2 „Master-Hauptseminar“ oder „Master-Praktikum“: Ein frei wählbares Master-Seminar der Mathe- matik oder ein Praktikum 10 LP Frist: 4. Sem.

Bereich B Spezialisierungs- bereich 10 LP	Modul B1 „Spezialkenntnisse in Mathematik“: Eine Spezialvorlesung in Mathematik 5 LP Frist: 4. Sem	Modul B2 „Spezialkenntnisse in Mathematik“ oder „Ler- nen durch Lehren“ oder weitere fachliche Mo- dule im Anwendungsfach: Eine zusätzliche Spezialvorlesung in Mathematik bzw. Korrektur und/oder Tuto- riumsleitung in der Mathematik bzw. frei wähl- bare Module im Anwendungsfach 5 LP Frist: 4. Sem
---	--	--

Anhang MÜ-F: Modulübersicht Master Technomathematik

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Anhang 1: Modulübersicht

Bereich A Vertiefungs- bereich Mathematik 40 LP	Zwei Module A1-1/A1-2 „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“: Zwei Vertiefungsvorlesungen aus verschiedenen Forschungsgebieten je 10 LP	Ein Modul A1-3 „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“ Eine weitere Vertiefungsvorlesung aus dem Forschungsgebiet von A1-1 oder A1-2 10 LP
	Ein Modul A2 „Master-Hauptseminar“: Ein frei wählbares Master-Seminar der Mathematik 10 LP	

Bereich B Spezialisie- rungsbereich Muss Informatik und Ingenieurwis- senschaften enthalten 20 LP	Modul B1 „Spezialkenntnisse in Mathematik“ oder weitere Module in Informatik oder Ingenieurwissenschaften: Spezialvorlesung Mathematik bzw. frei wählbare Module in Informatik oder Ingenieurwissenschaften 5 LP	Modul B2 „Lernen durch Lehren“ oder weitere Module in Informatik oder Ingenieurwissenschaften: Korrektur und/oder Tutoriumsleitung in der Mathematik bzw. frei wählbare Module in Informatik oder Ingenieurwissenschaften 5 LP	Modul B3 „Master-Praktikum“ oder Seminar modul(e) im Anwendungsfach: Ein Praktikum bzw. ein oder mehrere Seminare in Informatik oder Ingenieurwissenschaften 10 LP
---	--	--	--

Bereich C Masterarbeit 40 LP	Modul C1 „Masterarbeit“ 30 LP	Modul C2 „Kolloquium zur Masterarbeit“ 10 LP
------------------------------------	--	---

Wahlpflicht- bereich D Informatik gemäß § 4 10 LP	Module D Informatik 10 LP
---	---

Wahlpflicht- bereich E Ingenieur- wissenschaften gemäß § 4 10 LP	Module E Ingenieurwissenschaften 10 LP
---	--

Anhang MÜ-G: Modulübersicht Master Wirtschaftsmathematik

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Fach-Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
 an der Universität Bayreuth vom 01. Juni 2011
 in der Fassung der Sammeländerungssatzung vom 9. Januar 2023

Seite 16

Anhang 1: Modulübersicht

Wird die Masterprüfung gemäß § 3 Abs. 8 im Rahmen einer Fast-Track-Promotion abgelegt, so ist der Bereich A verpflichtend; in den Teilbereichen B, C, D und E können unter den Voraussetzungen von § 4 Abs. 4 Sätze 2 und 3 Kompetenzen angerechnet werden, die im Rahmen des jeweiligen Promotionsprogramms der BayNAT erworben wurden.

Bereich A Vertiefungsbe- reich Mathematik 40 LP	Zwei Module A1-1/A1-2 „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“: Zwei Vertiefungsvorlesungen aus verschiedenen Forschungsgebieten je 10 LP	Ein Modul A1-3 „Vertiefte Kenntnisse in Mathematik“ Eine weitere Vertiefungsvorlesung aus dem Forschungsgebiet von A1-1 oder A1-2 10 LP
	Ein Modul A2 „Master-Hauptseminar“: Ein frei wählbares Master-Seminar der Mathematik 10 LP	

Bereich B Spezialisierungs- bereich Muss Informatik und Wirtschafts- wissenschaften enthalten 20 LP	Modul B1 „Spezialkenntnisse in Mathematik“ oder weitere Module in Informatik oder Wirtschaftswissenschaften: Spezialvorlesung Mathematik bzw. frei wählbare Module in Informatik oder Wirtschaftswissenschaften 5 LP	Modul B2 „Lernen durch Lehren“ oder weitere Module in Informatik oder Wirtschaftswissenschaften: Korrektur und/oder Tutoriumsleitung in der Mathematik bzw. frei wählbare Module in Informatik oder Wirtschaftswissenschaften 5 LP	Modul B3 „Master-Praktikum“ oder Seminar modul(e) im Anwendungsfach: Ein Praktikum bzw. ein oder mehrere Seminare in Informatik und/oder Wirtschaftswissenschaften 10 LP
---	---	---	--

Anhang MÜ-H: Modulübersicht Master Computational Mathematics

(Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung)

Bereich A	Modul A1	
Master - Haupt- seminar Mathematik	Master-Hauptseminar Mathematik	
10 LP	10 LP	

Bereich B	Modul B1	Modul B2
Speziali- sierungs- module	Spezialkenntnisse in Mathematik	Spezialkenntnisse in Mathematik oder Anwendung
10 LP	5 LP	5 LP

Bereich C	Modul C1	Modul C2
Master- arbeit	Masterarbeit	Kolloquium zur Masterarbeit
40 LP	30 LP	10 LP

Anhang SQ: Ausweisung von Schlüsselqualifikationen

In den Mathematik-Studiengängen ist die Vermittlung von Allgemeinen Schlüsselqualifikationen (ASQ) in die Fach-Module der Studiengänge integriert. Die folgenden Tabellen geben eine grobe Schätzung über Art und Umfang (Leistungspunkte = LP) der in den Mathematik-Studiengängen vermittelten ASQ. Die ASQ durch das Studium der Anwendungsfächer sind hier nicht berücksichtigt.

Bachelor Mathematik mit Anwendungsfach				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	15 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	120	15
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	Bachelor-Hauptseminar	Präsentation	5	1
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	3	1
Selbstständigkeit	Bachelor-Hauptseminar	Erschließung einer Originalarbeit	5	1
dto.	Bachelor-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	10	4
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	3	1
Fremdsprachenkenntnisse	Bachelor-Hauptseminar	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	5	1
Praxiserfahrung	opt. Praktikum	Arbeitstätigkeit in der Praxis	8	0–5
Computerkenntnisse	Programmierkurs	Programmieren in höherer Programmiersprache	3	3
dto.	Mathematik am Computer	Anwendung von mathematischer Software	3	3
<i>Summe</i>				25–30
Bachelor Technomathematik				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	13 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	104	13
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	Bachelor-Hauptseminar	Präsentation	5	1
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	3	1
Selbstständigkeit	Praktikumsseminar	Aufarbeitung der Grundlagen eines Projekts	5	1
dto.	Bachelor-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	10	4
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	3	1
Fremdsprachenkenntnisse	Praktikumsseminar	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	7	2
Computerkenntnisse	Programmierkurs	Programmieren in höherer Programmiersprache	3	3
Computerkenntnisse	Software-Praktikum	Programmieren eines größeren Projekts	6	4
<i>Summe</i>				30
Bachelor Wirtschaftsmathematik				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	10 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	94	10
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	Bachelor-Hauptseminar	Präsentation	5	1
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	3	1
Selbstständigkeit	Bachelor-Hauptseminar	Erschließung einer Originalarbeit	5	1
dto.	Bachelor-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	10	4
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	3	1
Fremdsprachenkenntnisse	Bachelor-Hauptseminar	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	5	1
Praxiserfahrung	opt. Praktikum	Arbeitstätigkeit in der Praxis	10	0–5
Computerkenntnisse	Programmierkurs	Programmieren in höherer Programmiersprache	3	3
<i>Summe</i>				23–28

Bachelor Computational Mathematics				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	18 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	155	18
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	F3: Seminar	Präsentation	5	1
dto.	F4: Vertiefungsseminar	Präsentation	8	1
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	3	1
Selbstständigkeit	F3: Seminar	Erschließung einer Originalarbeit	5	1
dto.	F4: Vertiefungsseminar	Erschließung einer Originalarbeit	8	1
dto.	Bachelor-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	10	4
dto.	Kolloquium zur Bachelor-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	3	1
Fremdsprachenkenntnisse	F3: Seminar	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	5	1
dto.	F4: Vertiefungsseminar	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	8	1
Computerkenntnisse	Wahlpflichtbereich C	Programmieren in höherer Programmiersprache	22–35	5
<i>Summe</i>				35
Master Mathematik mit Anwendungsfach				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	5 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	40	5
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	1–2 Master-Hauptseminare	Präsentation	10–20	1–2
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	10	1
Selbstständigkeit	1–2 Master-Hauptseminare	Erschließung einer Originalarbeit	10–20	1–2
dto.	Master-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	30	6
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	10	1
Fremdsprachenkenntnisse	1–2 Master-Hauptseminare	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	10–20	1–2
Lehrerfahrung	Lernen durch Lehren	Praktische universitäre Lehrtätigkeit	5	2
Praxiserfahrung	opt. Praktikum	Arbeitstätigkeit in der Praxis	0–10	0–5
<i>Summe</i>				19–23
Master Technomathematik				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	3 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	30	3
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	1–2 Master-Hauptseminare	Präsentation	10	1–2
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	10	1
Selbstständigkeit	1–2 Master-Hauptseminare	Erschließung einer Originalarbeit	10	1–2
dto.	Master-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	30	6
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	10	1
Fremdsprachenkenntnisse	1–2 Master-Hauptseminare	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	10	1–2
Lehrerfahrung	Lernen durch Lehren	Praktische universitäre Lehrtätigkeit	5	2
Praxiserfahrung	opt. Praktikum	Arbeitstätigkeit in der Praxis	0–10	0–5
<i>Summe</i>				17–21

Master Wirtschaftsmathematik				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	3 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	30	3
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	1–2 Master-Hauptseminare	Präsentation	10	1–2
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	10	1
Selbstständigkeit	1–2 Master-Hauptseminare	Erschließung einer Originalarbeit	10	1–2
dto.	Master-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	30	6
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	10	1
Fremdsprachenkenntnisse	1–2 Master-Hauptseminare	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	10	1–2
Lehrerfahrung	Lernen durch Lehren	Praktische universitäre Lehrtätigkeit	5	2
Praxiserfahrung	opt. Praktikum	Arbeitstätigkeit in der Praxis	0–10	0–5
<i>Summe</i>				17–21

Master Computational Mathematics				
<i>Schlüsselqualifikation</i>	<i>Modul</i>	<i>Relevante Tätigkeit</i>	<i>LP gesamt</i>	<i>LP ASQ</i>
Teamfähigkeit	2 Vorlesungen/Übungen	Teambearbeitung der Hausaufgaben empfohlen	10	1
Kommunikationsfähigkeit, Vortragstechnik, Medientechnik	Master-Hauptseminar	Präsentation	10	1
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vortrag und Verteidigung	10	1
Selbstständigkeit	Master-Hauptseminar	Erschließung einer Originalarbeit	10	1
dto.	Master-Arbeit	Literaturrecherche, Konzeption eines längeren Textes	30	6
dto.	Kolloquium zur Master-Arbeit	Vorbereitung auf Fragen in verwandten Fachgebieten	10	1
Fremdsprachenkenntnisse	Master-Hauptseminar	Verstehen englischsprachiger Originalarbeiten	10	1
<i>Summe</i>				12

Im Allgemeinen wird angestrebt, die Studierenden entsprechend ihren individuellen Bedürfnissen beim Erwerb von ASQ zu fördern.