

Modulhandbuch
Bachelor-Studiengang
„Mathematik“
mit einem Fachanteil von 100%

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Fakultät für Mathematik und Informatik

Fassung vom 17.07.2017 zur Prüfungsordnung vom 25.06.2015

Studienform: Vollzeit

Art des Studiengangs: Grundständig

Regelstudienzeit: 6 Semester

Anzahl der im Studiengang zu erwerbenden Leistungspunkte: 180

Einführungsdatum: 05.08.2008

Studienstandort: Heidelberg

Anzahl der Studienplätze: Keine Zulassungsbeschränkung

Gebühren/Beiträge: Gemäß allgemeiner Regelung der Universität Heidelberg

Präambel

Qualitätsziele der Universität Heidelberg in Studium und Lehre

Anknüpfend an ihr Leitbild und ihre Grundordnung verfolgt die Universität Heidelberg in ihren Studiengängen fachliche, fachübergreifende und berufsfeldbezogene Ziele in der umfassenden akademischen Bildung und für eine spätere berufliche Tätigkeit ihrer Studierenden. Das daraus folgende Kompetenzprofil wird als für alle Disziplinen gültiges Qualifikationsprofil in den Modulhandbüchern aufgenommen und in den spezifischen Qualifikationszielen sowie den Curricula und Modulen der einzelnen Studiengänge umgesetzt:

- Entwicklung von fachlichen Kompetenzen mit ausgeprägter Forschungsorientierung;
- Entwicklung transdisziplinärer Dialogkompetenz;
- Aufbau von praxisorientierter Problemlösungskompetenz;
- Entwicklung von personalen und Sozialkompetenzen;
- Förderung der Bereitschaft zur Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung auf der Grundlage der erworbenen Kompetenzen.

Fachliche und überfachliche Qualifikationsziele des Bachelor-Studiengangs Mathematik

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

Inhaltsverzeichnis

1	Studienverlaufsplan	5
2	Pflichtmodule	7
	Analysis I	8
	Lineare Algebra I	10
	Einführung in die Praktische Informatik	11
	Analysis II	13
	Lineare Algebra II	14
	Einführung in die Numerik	15
	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	16
	Proseminar	18
	Höhere Analysis	19
	Seminar	20
	Bachelor-Arbeit	21
	Bachelor-Seminar	22
3	Wahlpflichtbereich	23
3.1	Wahlpflichtbereich 1	24
	Algebra I	25
	Algebra II	26
	Funktionentheorie I	28
	Funktionentheorie II	29
	Algebraische Topologie I	30
	Algebraische Topologie II	31
	Differentialgeometrie I	32
3.2	Wahlpflichtbereich 2	33
	Gewöhnliche Differentialgleichungen	34
	Partielle Differentialgleichungen	35
	Funktionalanalysis	36
	Wahrscheinlichkeitstheorie	37
3.3	Wahlpflichtbereich 3	39
	Numerik	40
	Statistik	41
	Lineare Optimierung	42
	Nichtlineare Optimierung	43
	Computational Statistics	44

3.4	Wahlbereich	46
	Lie Algebren und Lie Gruppen I	47
	Lie Algebren und Lie Gruppen II	48
	Elementare Zahlentheorie	49
	Einführung in die Geometrie	50
	Mathematische Logik	51
	Mengentheoretische Topologie	52
	Einführung in die Theoretische Informatik	53
	Complex Network Analysis	55
4	Fachübergreifende Kompetenzen	57
	Tutorenschulung	58
	Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik	60
	Einführung in die Mengenlehre	61
	Bildung durch Sommerschule, Ferienkurs oder Konferenz	62
	Industriepraktikum	63
	Anfängerpraktikum	65
	Software-Praktikum für Fortgeschrittene	66
	Einführung in das Textsatzsystem LaTeX	67
	Projektmanagement	69
5	Anwendungsgebiete	71
	Astronomie	72
	Biowissenschaften	73
	Chemie	74
	Computerlinguistik	75
	Informatik	76
	Philosophie	77
	Physik	78
	Psychologie	79
	Wirtschaftswissenschaften	80

1 Studienverlaufsplan

In diesem Kapitel ist der Studienverlaufsplan aufgeführt, an welchem sich die Abfolge des Studiums orientieren sollte. Zur zügigen Gestaltung des Studiums müssen die Zyklen Analysis und Lineare Algebra im ersten Studienjahr absolviert werden. Die Orientierungsprüfung besteht aus der erfolgreichen Teilnahme an den Pflichtmodulen *Analysis I* und *Lineare Algebra I*. Weiteres zur Orientierungsprüfung ist der Prüfungsordnung zu entnehmen.

Pro Semester sollten ungefähr 30 Leistungspunkte (LP) erbracht werden, es ist jedoch grundsätzlich möglich, weniger oder mehr Punkte zu absolvieren.

Die einzelnen Module im Studium sind zeitlich vertauschbar, soweit es die Abfolge der Lehrveranstaltungen nicht stört.

Studienverlaufsplan

1. Jahr:	1. Semester:	
	Analysis I	8 LP
	Lineare Algebra I	8 LP
	Einführung in die Praktische Informatik	8 LP
	2. Semester:	
	Analysis II	8 LP
	Lineare Algebra II	8 LP
	Einführung in die Numerik <i>oder</i>	
	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	8 LP
	Proseminar	6 LP
	<i>Frei verteilbar:</i>	
	Anwendungsgebiet und/oder freie FÜK	6 LP
	Summe	60 LP
2. Jahr:	3. Semester:	
	Höhere Analysis	8 LP
	Einführung in die Numerik <i>oder</i>	
	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	8 LP
	Wahlpflicht I	8 LP
	4. Semester:	
	Wahlpflicht II	8 LP
	Wahlpflicht III	8 LP
	Seminar	6 LP
	<i>Frei verteilbar:</i>	
	Anwendungsgebiet und/oder freie FÜK	14 LP
	Summe	60 LP
3. Jahr:	5. Semester:	
	Wahlpflicht IV	8 LP
	Wahlpflicht V	8 LP
	Wahlpflicht VI	8 LP
	6. Semester:	
	Bachelor-Arbeit	12 LP
	Bachelor-Seminar	8 LP
	<i>Frei verteilbar:</i>	
	Anwendungsgebiet und/oder freie FÜK	16 LP
	Summe	60 LP
Gesamt:		180 LP

2 Pflichtmodule

Nachfolgend sind die Pflichtmodule der Mathematik beschrieben, welche auch ein Modul aus der Informatik die *Einführung in die Praktische Informatik* enthalten. Die Reihenfolge der Module orientiert sich dabei an der Abfolge im Studienverlaufsplan auf Seite 6.

Analysis I

Code MA1	Name Analysis I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	<p>Grundwissen über reelle und komplexe Zahlen, die Konvergenz von Folgen und Reihen und die Differential und Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen;</p> <p>Verständnis der Beweistechniken auf diesem Gebiet und die Fähigkeit, kleinere Beweise selbst durchführen zu können</p> <p>Abstraktes und analytisches Denken auf Grenzwertprozesse anzuwenden;</p> <p>Selbständig Aussagen aus dem Bereich der Analysis zu beweisen, Aufgaben aus dem Themenbereich zu lösen und die Ergebnisse zu präsentieren.</p>	
Inhalt	<p>Die Systeme der reellen Zahlen und komplexen Zahlen; Konvergenz von Folgen und Reihen, Potenzreihen, Exponentialfunktion (auch im Komplexen) und verwandte Funktionen; Stetigkeit und Differenzierbarkeit, monotone Funktionen, Umkehrfunktion, gleichmäßige Konvergenz; Integral (Regel- oder Riemann-Integral), Zusammenhang zwischen Integration und Differentiation, Integrationsmethoden; Ausbau der Theorie, z. B. Behandlung spezieller Funktionsklassen. Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt.</p>	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Schulkenntnisse	
Prüfungsmodalitäten	<p>Klausurzulassung durch benotete Hausaufgaben. Die Modulnote ergibt sich aus den Klausuren. Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.</p>	

Nuetzliche Literatur	O. Forster: Analysis I (bzw. II, bzw. III) K. Königsberger: Analysis I (bzw. II) H. Amann, J. Escher: Analysis I (bzw. II, bzw. III)
---------------------------------	--

Lineare Algebra I

Code MA4	Name Lineare Algebra I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Physik
Lernziele	<p>Abstraktes und strukturelles Denken, Kenntnis mathematischer Grundstrukturen wie Gruppen, Körper und Vektorräume und ihrer Homomorphismen.</p> <p>Verständnis mathematischer Strukturbildung.</p> <p>Selbständig Eigenschaften mathematischer Grundstrukturen wie Gruppen, Körper und Vektorräume nachweisen und anwenden.</p> <p>Fähigkeit zum selbständigen Beweisen von Aussagen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich und zur schriftlichen und mündlichen Darstellung der Ergebnisse.</p>	
Inhalt	<p>I. Grundlagen: Logische Operatoren, Mengen, Relationen, Abbildungen, Gruppen, Homomorphismen, Permutationen.</p> <p>II. Vektorräume: (affine) Unterräume, Faktorräume, direkte Summen, Basis, Dimension, Koordinaten, lineare Abbildungen.</p> <p>III. Lineare Operatoren: Matrizen, lineare Gleichungssysteme, Basiswechsel, Eigenvektoren, Determinanten</p> <p>IV. Innenprodukträume: Bilinearformen, Orthogonalität und Orthonormalbasen, normale Operatoren, selbstadjungierte Operatoren und Isometrien.</p>	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Schulkenntnisse	
Prüfungsmodalitäten	Klausurzulassung durch benotete Hausaufgaben. Die Modulnote ergibt sich aus den Klausuren. Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
Nützliche Literatur	<p>S. Bosch: Lineare Algebra</p> <p>F. Lorenz: Lineare Algebra I</p> <p>G. Fischer: Lineare Algebra</p>	

Einführung in die Praktische Informatik

Code IPI	Name Einführung in die Praktische Informatik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jedes Wintersemester
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 90 h Präsenzstudium 15 h Prüfungsvorbereitung 135 h Selbststudium und Aufgabenbearbeitung (eventuell in Gruppen)	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik, Lehramt Informatik, B.Sc. Mathematik
Lernziele	Kenntnis der unten angegebenen Inhalte Fähigkeit, kleine Programme in C++ zu entwerfen, zu realisieren, zu testen und Eigenschaften der Programme zu ermitteln. Umgang mit einfachen Programmierwerkzeugen.	
Inhalt	<p>Die Lehrveranstaltung führt in die Entwicklung von Software im Kleinen ein. Überblick über die Praktische Informatik. Technische und formale Grundlagen der Programmierung. Sprachliche Grundzüge (Syntax und Semantik von Programmiersprachen). Einführung in die Programmierung (Wert, elementare Datentypen, Funktion, Bezeichnerbindung, Sichtbarkeit von Bindungen, Variable, Zustand, Algorithmus, Kontrollstrukturen, Anweisung, Prozedur) Weitere Grundelemente der Programmierung (Typisierung, Parametrisierung, Rekursion, strukturierte Datentypen, insbesondere z.B. Felder, Listen, Bäume). Grundelemente der objektorientierten Programmierung (Objekt, Referenz, Klasse, Vererbung, Subtypbildung). Abstraktion und Spezialisierung (insbesondere Funktions-, Prozedurabstraktion, Abstraktion und Spezialisierung von Klassen) . Spezifikation und Verifikation von Algorithmen, insbesondere einfache Testtechniken. Terminierung. Einfache Komplexitätsanalysen. Einfache Algorithmen (Sortierung).</p>	
Voraussetzungen	keine	

Pruefungs- modalitaeten	Erfolgreiche Teilnahme an den Gruppenübungen und erfolgreiche Teilnahme an einer schriftlichen Prüfung. Es wird am Ende der Vorlesungszeit eine Klausur angeboten. Wird diese nicht bestanden so kann die Prüfungsleistung in einer zweiten Klausur vor Beginn der nächsten Vorlesungszeit erbracht werden.
Nuetzliche Literatur	Wird jährlich aktualisiert

Analysis II

Code MA2	Name Analysis II	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	Grundwissen über gewöhnliche Differentialgleichungen sowie über die Differential- und Integralrechnung in mehreren Variablen. Abstraktes und analytisches Denken anwenden, Selbständiges Beweisen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	Metrische und normierte Räume, Stetigkeit; Existenz und Eindeutigkeitssatz für das Anfangswertproblem; Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Variabler, partielle und totale Differenzierbarkeit, Kettenregel, Taylor-Formel, lokale Extrema; Lokaler Umkehrsatz und implizite Funktionen, Untermannigfaltigkeiten im \mathbb{R}^n , Extremwerte mit Nebenbedingungen; Elementare Vektoranalysis, Kurvenintegrale; Integrabilitätsbedingungen, Existenz von Potentialen; Ein Integral im \mathbb{R}^n , Transformationsformel, Volumina und Oberflächen Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)	
Prüfungsmodalitäten	Klausurzulassung durch benotete Hausaufgaben. Die Modulnote ergibt sich aus den Klausuren. Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
Nützliche Literatur	O. Forster: Analysis I (bzw. II, bzw. III) K. Königsberger: Analysis I (bzw. II) H. Amann, J. Escher: Analysis I (bzw. II, bzw. III)	

Lineare Algebra II

Code MA5	Name Lineare Algebra II	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B. Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
Lernziele	Vertiefende Kenntnisse der Linearen Algebra Fähigkeit zum selbständigen Beweisen von Aussagen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich und zur schriftlichen und mündlichen Darstellung der Ergebnisse.	
Inhalt	Inhalt: Ringe und Ideale, Moduln und Homomorphismen, Basis und Rang, direkte Summen und Produkte, Tensorprodukt, äußere und symmetrische Potenzen und Determinanten, Moduln über Hauptidealringen, Elementarteilerttheorie, Normalformen von Endomorphismen, verallgemeinerte Eigenräume, Jordansche Normalform, nilpotente und halbeinfache Endomorphismen.	
Voraussetzungen	empfohlen ist: Lineare Algebra I (MA4)	
Prüfungsmodalitäten	Klausurzulassung durch benotete Hausaufgaben. Die Modulnote ergibt sich aus den Klausuren. Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Sofern es kapazitativ möglich ist, soll eine Teilnahme an der zweiten Klausur zur Notenverbesserung möglich sein. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
Nützliche Literatur	S. Bosch: Lineare Algebra F. Lorenz: Lineare Algebra II	

Einführung in die Numerik

Code MA7	Name Einführung in die Numerik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jedes Semester
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 80 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 40 h Programmieraufgaben 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	Prinzipien numerischer Algorithmen und ihrer praktischen Realisierung für Grundaufgaben der numerischen Analysis und linearen Algebra, Abstraktes und algorithmisches Denken anwenden, Anwendung von Techniken der Analysis und linearen Algebra, selbständige Durchführung von Beweisen und Lösen von theoretischen und praktischen Aufgaben aus dem Themenbereich, die Fähigkeit, Algorithmen und Beweise einer Zuhörerschaft zu erklären.	
Inhalt	I. Rechnerarithmetik, Fehleranalyse, Konditionierung II. Interpolation und Approximation, Numerische Integration III. Lineare Gleichungssysteme und Ausgleichsprobleme (LR- und QRZERlegung) IV. Iterative Verfahren (Nullstellenberechnung, lineare Gleichungssysteme, Eigenwertaufgaben)	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1/ MA2) und Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Programmierkurs (IPK), Programmierkenntnisse	
Pruefungs- modalitaeten	Die Prüfung besteht aus einer Klausur. Klausurzulassung durch Lösen von Übungsaufgaben und Programmieraufgaben. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im folgenden Semester.	
Nuetzliche Literatur	J. Stoer, R. Bulirsch: Numerische Mathematik G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann: Numerische Mathematik P. Deuffhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik	

Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Code MA8	Name Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus mindest. jedes 2. Semester
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	In der Grundvorlesung Statistik werden statistische Methoden und die ihnen zugrunde liegende Wahrscheinlichkeitstheorie behandelt. Mathematisches Modellieren zufälliger Phänomene, selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Inhalt	I. Wahrscheinlichkeitsräume: Ereignisse, diskrete Verteilungen, Verteilungen mit Dichte, Dichtetransformation, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, Formel von Bayes II. Zufallsvariable: Erwartungswert, Varianz und Kovarianz, gemeinsame Verteilungen von Zufallsvariablen, Faltung. III. Grenzwertsätze: Konvergenz von Zufallsvariablen und ihren Verteilungen, Schwaches Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz. IV. Testtheorie: Hypothesentest, Fehler erster und zweiter Art, Likelihood, Neyman-Pearson-Test, weitere Testmethoden. V. Schätztheorie: Konstruktionsprinzipien, Erwartungstreue, Bias-Varianz-Zerlegung, Konsistenz, Konfidenzbereiche. VI. Beispiele für statistische Methoden: wie lineare Regression, Varianzanalyse, Hauptkomponentenanalyse.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	

Nuetzliche Literatur	Krengel, U.: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Vieweg Rice, J.: Mathematical statistics and Data Analysis Georgii, H.: Stochastik, de Gruyter
---------------------------------	---

Proseminar

Code MPS	Name Proseminar	
Leistungspunkte 6 LP	Dauer ein Semester	Turnus jedes Semester
Lehrform Seminar 2 SWS + Tutorium 2 SWS, aktive und passive Teilnahme an Vorträgen	Arbeitsaufwand 180 h, davon 30 h Präsenzzeit 150 h Vorbereitung inkl. Betreuung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Befähigung mathematische Literatur (in der Regel ein einfacher Text) zu lesen, sich selbständig mit einer mathematischen Fragestellung zu beschäftigen und hierüber vorzutragen. Befähigung, mathematische Argumente klar und verständlich einem kleineren Kreis von Hörern mitzuteilen.	
Inhalt	nach Absprache mit dem Dozenten, insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.	
Voraussetzungen	empfohlene Vorkenntnisse werden vom Dozenten bekanntgegeben	
Prüfungsmodalitäten	Ein ca. 45- bis 90-minütiger benoteter Vortrag, aktive und passive Teilnahme an weiteren Vorträgen	
Nützliche Literatur	wird vom Dozenten bekanntgegeben	

Höhere Analysis

Code MA3	Name Höhere Analysis	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Ausbau der Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher. Erlangung höherer Abstraktionsfähigkeit, selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Inhalt	I. Lebesgue-Integral II. L_p -Räume III. Fouriertransformation IV. Differenzierbare Mannigfaltigkeiten V. Differentialformen und der Satz von Stokes	
Voraussetzungen	empfohlen sind: mindestens zwei der Module Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung	

Seminar

Code MS	Name Seminar	
Leistungspunkte 6 LP	Dauer ein Semester	Turnus jedes Semester
Lehrform Seminar 2 SWS + Tutorium 2 SWS, aktive und passive Teilnahme an Vorträgen	Arbeitsaufwand 180 h, davon 60 h Seminar und Tutorium 120 h Vorbereitung inkl. Betreuung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik M.Sc. Scientific Computing Lehramt Mathematik (GymPO)
Lernziele	Befähigung mathematische Literatur (in der Regel ein anspruchsvollerer Text) zu lesen, sich selbständig mit einer mathematischen Fragestellung zu beschäftigen und hierüber vorzutragen. Befähigung mathematische Argumente klar und verständlich einem kleineren Kreis von Hörern mitzuteilen.	
Inhalt	nach Absprache mit dem Dozenten, insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.	
Voraussetzungen	empfohlene Vorkenntnisse werden vom Dozenten bekanntgegeben	
Prüfungsmodalitäten	ein ca. 45- bis 90-minütiger benoteter Vortrag, aktive und passive Teilnahme an weiteren Vorträgen	
Nützliche Literatur	wird vom Dozenten bekanntgegeben	

Bachelor-Arbeit

Code MBA_100	Name Bachelor-Arbeit	
Leistungspunkte 12 LP	Dauer	Turnus jedes Semester
Lehrform Betreutes Selbststudium 1 SWS	Arbeitsaufwand 360 h Bearbeitung eines individuellen Themas (Forschungs- und Entwicklungsarbeiten) und schriftliche Ausarbeitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik mit einem Fachteil von 100%
Lernziele	Einsatz der erlernten Fachkenntnisse und Methoden zum selbstständigen Lösen einer überschaubaren Problemstellung aus der Mathematik und ihren Anwendungen Fähigkeit, eine wissenschaftlichen Arbeit zu erstellen	
Inhalt	selbstständiges wissenschaftliches Bearbeiten einer beschränkten Aufgabenstellung aus der Mathematik und ihren Anwendungen	
Voraussetzungen	nach Prüfungsordnung mindestens 120 LP; weiterhin sind empfohlen: Wahlpflichtvorlesungen und Modul Seminar (MS)	
Pruefungs- modalitaeten	regelmäßige Treffen mit der/dem BetreuerIn und schriftliche Ausarbeitung	
Nuetzliche Literatur		

Bachelor-Seminar

Code MBS	Name Bachelor-Seminar	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jedes Semester
Lehrform Seminar 2 SWS, aktive + passive Teilnahme an Vorträgen	Arbeitsaufwand 240 h; davon 30 h Seminar 210 h Selbstständige Ausarbeitung des Vortrags zur Bachelor-Arbeit	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Erwerb und Kommunikation komplexer mathematischer Sachverhalte Befähigung, einen umfangreichen mathematischen Themenkreis klar und verständlich einem kleineren Kreis von Hörern zu vermitteln	
Inhalt	Vorstellung der Bachelor-Arbeit vor dem Betreuer / der Betreuerin und anderen Bachelor-Studierenden in Form eines Vortrags	
Voraussetzungen	empfohlene Vorkenntnisse werden vom Dozenten bekanntgegeben	
Prüfungsmodalitäten	in der Regel ein etwa 1-stündiger benoteter Vortrag	
Nützliche Literatur	wird vom Dozenten bekanntgegeben	

3 Wahlpflichtbereich

Im Folgenden sind die Wahlpflicht- und Wahlmodule des Bachelor-Studiengangs Mathematik beschrieben. Diese werden in vier Bereiche unterteilt. Diese heißen Wahlpflichtbereich 1 bis 3 und Wahlbereich. Von den vier zu absolvierenden Wahlpflichtmodulen muss mindestens je eines aus den Wahlpflichtbereichen 1 bis 3 gewählt werden. In mindestens einem der Wahlpflichtbereiche muss eine vertiefende Vorlesung gekennzeichnet durch II oder eine Vorlesung aus dem Master-Programm enthalten sein. Die zwei Module für die Wahl Mathematik können aus den vier oben genannten Bereichen frei gewählt werden.

3.1 Wahlpflichtbereich 1

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 1 aufgeführt.

Algebra I

Code MB1	Name Algebra I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
Lernziele	Grundwissen über Gruppen, Ringe und Körper einschließlich der Galoisschen Theorie. Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen einer begrifflich komplexen mathematischen Theorie, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Gruppen: Homomorphie- und Isomorphiesätze, Normalreihen und auflösbare Gruppen, Konstruktion und Darstellung von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen, Operation von Gruppen, Sylowsätze, einfache Gruppen. II. Ringe: Homomorphismen und Ideale, Polynomringe, Hauptidealringe und euklidische Ringe, faktorielle Ringe, simultane Kongruenzen, Quotientenringe, symmetrische Polynome. III. Körper: Algebraische und transzendente Körpererweiterungen, endliche Körper, separable und normale Körpererweiterungen, algebraisch abgeschlossene Hülle, Fundamentalsatz der Galoistheorie, Berechnung der Galoisgruppe, abelsche und Kummererweiterungen, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I (MA4) und Lineare Algebra II (MA5)	
Pruefungsmodalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	S. Bosch: Algebra S. Lang: Algebra F. Lorenz, F. Lemmermeyer: Algebra	

Algebra II

Code MB2	Name Algebra II	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Lehramt Mathematik (GymPO)
Lernziele	<p>Aneignung vertiefter Kenntnisse im Bereich Algebra, z.B. Kommutative Algebra, Homologische Algebra oder Darstellungstheorie, wobei die Stoffauswahl insbesondere die Bedürfnisse der algebraischen und arithmetischen Geometrie berücksichtigt.</p> <p>Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen begrifflich komplexer mathematischer Theorien, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen</p>	
Inhalt	<p>Der Dozent stellt eine Auswahl aus den folgenden Themenbereichen vor:</p> <p>I. Kommutative Algebra: Noethersche und Artinsche Ringe und Moduln, Hilbertscher Basissatz, Spektrum und Primärzerlegung, Kompletierung, weitere Themen aus dem Bereich kommutative Algebra</p> <p>II. Darstellungstheorie: Halbeinfache Algebren, Wedderburn-Theorie, Brauergruppe, Gruppencharaktere, induzierte Charaktere und Darstellungen, weitere Themen aus dem Bereich Darstellungstheorie.</p> <p>III. Homologische Algebra: Universelle Konstruktionen, projektive und injektive Moduln, Kategorien und Funktoren, abelsche Kategorien, abgeleitete Funktoren, Gruppenkohomologie, weitere Themen aus dem Bereich Homologische Algebra.</p> <p>IV. Unendliche Galoistheorie: unendliche Galoiserweiterungen, die absolute Galoisgruppe, Galoiskohomologie, Hilberts Satz 90, weitere Themen aus dem Bereich Unendliche Galoistheorie.</p> <p>V. Weitere Themenbereiche der Algebra.</p>	
Voraussetzungen	empfohlen ist: Algebra I (MB1)	

Pruefungs- modalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.
Nuetzliche Literatur	M. Atiyah, I. MacDonal: Introduction to Commutative Algebra D. Eisenbud: Commutative Algebra P. Hilton, U. Stammach: A Course in Homological Algebra H. Matsumura: Commutative Ring Theory J.-P. Serre: Linear Representations of Finite Groups C. H. Weibel: An Introduction to Homological Algebra

Funktionentheorie I

Code MB3	Name Funktionentheorie I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
Lernziele	Einführung in die komplexe Analysis. Selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen; Fähigkeit der Anwendung auf andere Gebiete wie z. B. Mathematische und Theoretische Physik	
Inhalt	I. Differentialrechnung im Komplexen: Komplexe Ableitung, die Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen. II. Integralsätze: Der Cauchysche Integralsatz, die Cauchyschen Integralformeln. III. Singularitäten analytischer Funktionen, Residuensatz: Potenzreihen, Abbildungseigenschaften analytischer Funktionen, Fundamentalsatz der Algebra, Singularitäten analytischer Funktionen, Laurentzerlegung, der Residuensatz. IV. Konforme Abbildungen. V. Topologische Ergänzungen: Die Homotopieversion des Cauchyschen Integralsatzes, Charakterisierungen von einfach zusammenhängenden Gebieten.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Pruefungsmodalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	Freitag, Busam: Funktionentheorie I Remmert, Schumacher: Funktionentheorie I Fischer, Lieb: Funktionentheorie	

Funktionentheorie II

Code MB4	Name Funktionentheorie II	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
Lernziele	Fortsetzung der Vorlesung Funktionentheorie I (MB3). Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Inhalt	I. Konstruktion analytischer Funktionen: Spezielle Funktionen (z. B. Gammafunktion), der Weierstraßsche Produktsatz, der Partialbruchsatz von Mittag-Leffler II. Elliptische Funktionen III. Modulformen Mögliche Vertiefungen finden in den folgenden Gebieten statt: I. Riemannsche Flächen II. Funktionentheorie mehrerer Veränderlicher III. Analytische Zahlentheorie IV. Wertverteilungstheorie, geometrische Funktionentheorie	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Funktionentheorie I (MB3)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.	

Algebraische Topologie I

Code MB5	Name Algebraische Topologie I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus 2-jährlich
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Inhalt	Grundlagen der Punktmengentopologie, Homotopie, Fundamentalgruppe, Satz von Seifert-Van Kampen, Theorie der Überlagerungen, Homologie, Grundlegende Begriffsbildungen aus der Kategorientheorie, Eilenberg-Steenrod Axiomatik, Mayer-Vietoris Sequenz, die Euler-Charakteristik, Anwendungen.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Glen E. Bredon: Topology and Geometry James R. Munkres: Elements of Algebraic Topology	

Algebraische Topologie II

Code MB6	Name Algebraische Topologie II	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus 2-jährlich
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Inhalt	Kohomologie, Koeffizienten, universelles Koeffiziententheorem, Produkte in der Kohomologie, Künneth-Theorem, Topologische und glatte Mannigfaltigkeiten, Orientierung und Fundamentalklasse, Dualitätssätze für Mannigfaltigkeiten, Homotopietheorie: Satz von Hurewicz, Satz von Whitehead, Faserungen und Kofaserungen, Schleifenräume, Puppe-Sequenz, Eilenberg-MacLane Räume, Postnikov-Turm	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Algebraische Topologie I (MB5)	
Pruefungs-modalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	Glen E. Bredon: Topology and Geometry, James R. Munkres: Elements of Algebraic Topology, Edwin H. Spanier: Algebraic Topology, James F. Davis, Paul Kirk: Lecture Notes in Algebraic Topology	

Differentialgeometrie I

Code MG15	Name Differentialgeometrie I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Kenntnis der Grundbegriffe der Differentialgeometrie, Beherrschung des Kalküls Fähigkeit, Methoden aus der Analysis und Algebra zu Behandlung geometrischer Probleme anzuwenden. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	Differenzierbare Mannigfaltigkeit, (Semi-) Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Zusammenhänge, Geodätische, Krümmung.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) und Lineare Algebra I und II (MA4, MA5))	
Pruefungs- modalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	Do Carmo: Riemannian Geometry Gallot-Hulin-Lafontaine: Riemannian Geometry Gromoll-Klingenberg-Meyer: Riemannsche Geometrie im Großen Kobayashi-Nomizu: Foundations of Differential Geometry Petersen: Riemannian Geometry Spivak: Differential Geometry	

3.2 Wahlpflichtbereich 2

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 2 aufgeführt.

Gewöhnliche Differentialgleichungen

Code MC1	Name Gewöhnliche Differentialgleichungen	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus mindst. jedes 4. Semester
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Einführung in die Lösungstheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Elementare Lösungsmethoden: Trennung der Variablen, Variation der Konstanten, exakte Differentialgleichungen II. Existenz- und Eindeutigkeitsätze: eindeutige Lösbarkeit von Anfangswertproblemen, maximale Lösungen, Lemma von Gronwall III. Abhängigkeit von Parametern: stetige und differenzierbare Abhängigkeit von Anfangswerten und Parametern IV. Lineare Differentialgleichungen: Fundamentalsystem, Wronskideterminante, Evolutionsoperator, Exponentialfunktion V. Dynamische Systeme und Flüsse: Orbit, Phasenporträt, Satz von Liouville, ebene lineare Flüsse, hyperbolische lineare Flüsse, Koordinatentransformation, Flussäquivalenz VI. Stabilität: Ljapunovstabilität, invariante Mengen, Ljapunovfunktionen	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1,MA2), Lineare Algebra I (MA4)	
Prüfungsmodalitäten	Klausur (2-stündig)	
Nützliche Literatur	H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen V.I. Arnold: Gewöhnliche Differentialgleichungen	

Partielle Differentialgleichungen

Code MC2	Name Partielle Differentialgleichungen	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus mindst. jedes 4. Semester
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Einführung in das Gebiet der partiellen Differentialgleichungen an Hand dreier klassischer Beispiele sowie Grundwissen über einen funktionalanalytischen Zugang. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Die Potentialgleichung: Fundamentallösung, Maximumprinzip, Perron-Verfahren, Newton-Potential II. Die Wärmeflussgleichung: Anfangswertproblem III. Die Wellengleichung: Wellengleichung in niederen Raumdimensionen, Cauchy-Problem IV. Die Hilbertraummethode bei elliptischen Randwertproblemen	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)	
Pruefungsmodalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	J. Jost: Partielle Differentialgleichungen	

Funktionalanalysis

Code MC3	Name Funktionalanalysis	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus in der Regel jährlich
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Metrische Räume und ihre Abbildungen: u.a. Vervollständigung, Satz von Baire, (relativ) kompakte Teilmengen und ihre Charakterisierung, Fortsetzbarkeit gleichmässig stetiger Abbildungen II. Normierte Räume und ihre Abbildungen: inklusiv Banach-Räume, Dualräume, schwache Topologien, topologische Vektorräume, Beispiele von Funktionenräumen, Spektraltheorie kompakter Operatoren, mit den üblichen Sätzen (inklusive Spektralsatz) III. Hilbert-Räume und ihre Abbildungen	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung	

Wahrscheinlichkeitstheorie

Code MC4	Name Wahrscheinlichkeitstheorie	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Grundlagen für alle Gebiete der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Maß- und Integrationstheorie: Algebren, Borel-Algebra, messbare Abbildungen, Konstruktion von Wahrscheinlichkeitsmaßen, Produkträume. Erwartungswert als Maßintegral, Sätze von Lebesgue, Beppo Levi, Fubini und Radon-Nikodym. II. Konvergenz von Zufallsvariablen: L_p -Räume, Zusammenhang zwischen fast sicherer, stochastischer und L_p -Konvergenz, Starkes Gesetz der großen Zahlen, Konvergenz in Verteilung, charakteristische Funktionen, zentraler Grenzwertsatz. III. Bedingte Verteilungen: Bedingte Erwartungen, Markov-Kerne, Martingale in diskreter Zeit. IV. Stochastische Prozesse: Brownsche Bewegung, Poisson-Prozess, Empirischer Prozess.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (MA 8)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	

Nuetzliche Literatur	Bauer, H.: Wahrscheinlichkeitstheorie, de Gruyter. Billingsley, P.: Probability and Measure, Wiley. Dudley, R.N.: Real Analysis and Probability Durrett, R.: Probability: Theory and Examples, Duxbury Press Jacod, J. and Protter, P.: Probability Essentials, Springer Shiryaev, A.: Probability, Springer.
---------------------------------	--

3.3 Wahlpflichtbereich 3

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 3 aufgeführt.

Numerik

Code MD1	Name Numerik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Kenntnisse der numerischen Lösung von Anfangswert- und Randwertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen und einfacher partieller Differentialgleichungen. Abstraktes und algorithmisches Denken, Anwendung von Techniken der Analysis und linearen Algebra, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Theorie von Anfangs- und Randwertaufgaben II. Einschrittmethoden: Konsistenz, Stabilität, Konvergenz. III. Numerische Stabilität und steife Anfangswertaufgaben IV. Andere Verfahrensklassen: Lineare Mehrschrittmethoden, Extrapolationsmethoden, Galerkin-Methoden (optional). V. Lösung von Differentiellalgebraischen Aufgaben VI. Lösung von Randwertaufgaben: Schießverfahren, Differenzen und Galerkin-Verfahren (optional). VII. Differenzenverfahren für elliptische partielle Differentialgleichungen, Laplace-Gleichung, 5-Punkte-Approximation. VIII. Iterative Lösungsverfahren für diskretisierte Probleme.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Numerik (MA7)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung (Vorlesungsskriptum)	

Statistik

Code MD2	Name Statistik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Prinzipien der mathematischen Statistik. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Entscheidungstheorie: Dualität von Tests und Konfidenzbereichen, Neyman-Pearson-Theorie, allgemeine Entscheidungsverfahren, Risikofunktionen, Bayes- und Minimaxoptimalität II. Asymptotische Statistik: Verteilungsapproximation, Fisher-Information, relative asymptotische Effizienz von Tests und Schätzern, Likelihood-basierte Verfahren, nichtparametrische Verfahren.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik (MA8), Wahrscheinlichkeitstheorie (MC4)	
Pruefungs- modalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	Bickel, P. J. and Doksum, K. A.: Mathematical Statistics, Prentice Hall Lehmann, E. L.: Testing Statistical Hypotheses, Springer Verlag Van der Vaart, A. W.: Asymptotic Statistics, Cambridge University Press	

Lineare Optimierung

Code MD3	Name Lineare Optimierung	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus 2-jährlich
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Probleme, Theorie, Methoden und Algorithmen der Linearen Optimierung. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen, Bearbeiten von praktischen Programmieraufgaben	
Inhalt	Die Vorlesung behandelt die folgenden Themen: Formulierung von linearen Optimierungsproblemen Dualitätstheorie Struktur von Polyedern Die Simplexmethode, Grundversion und Varianten Der duale Simplex-Algorithmus Postoptimale Analyse und Re-Optimierung Polynomiale Algorithmen zur Linearen Optimierung Innere-Punkte-Methoden	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I, Programmierkenntnisse	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Padberg: Linear Optimization and Extensions Chvátal: Linear Programming Wright: Primal-Dual Interior-Point Methods	

Nichtlineare Optimierung

Code MD4	Name Nichtlineare Optimierung	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Probleme, Theorie, Methoden und Algorithmen der Nichtlinearen Optimierung. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen, Bearbeiten von praktischen Programmieraufgaben	
Inhalt	Die Vorlesung behandelt die folgenden Themen: Endlich-dimensionale, glatte, kontinuierliche, nichtlineare Optimierungsprobleme, Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Optimierungsprobleme, Gradientenverfahren, Konjugierte Gradienten-(CG-)Verfahren, Line Search, Newton- und Quasi-Newton-SQP-Verfahren, Gauß-Newton-Verfahren, Behandlung von Ungleichungsbeschränkungen, Trust-Region-Verfahren, Automatische Differentiation	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I, Analysis I und II, Programmierkenntnisse	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben. Benotete Klausur bzw. mündliche Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Nocedal, Wright: Numerical Optimization Gill, Murray, Saunders, Wright: Practical Optimization Geiger, Kanzow: Numerik (un)restringierter Optimierung Jarre, Stoer: Optimierung	

Computational Statistics

Code MD6	Name Computational Statistics	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus in der Regel jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	<p>Statistische Modellierung; praktische Anwendung statistischer Verfahren am Computer; Output-Interpretation und Analyse; Modell- und Datendiagnostik; Programmierung in R. Anwendung eines Statistik-Systems (als Beispiel R); Output-Analyse und Diagnostik; Entwurf und Implementierung einfacher stochastischer Simulationen.</p>	
Inhalt	<p>In diesem Kurs soll die Anwendung statistischer Verfahren am Computer eingeübt werden. Statistische Grundkenntnisse werden vorausgesetzt. Der Hintergrund der im Kurs verwendeten Methoden wird bei Bedarf wiederholt. Verwendet wird die speziell für die Statistik entwickelte Programmiersprache R. Vorkenntnisse über R sind nicht erforderlich. Eine Einführung in R ist Teil des Kurses. Dieser Teil wird evtl. als Blockkurs angeboten. Es wird empfohlen, diesen Teil vorab zu besuchen. 'Computational Statistics' ist der Zweig der Statistik, der von den heutigen rechnerischen Möglichkeiten ausgeht. Neben effizienter Implementierung klassischer Verfahren stehen oft neue bis hin zu experimentellen Ansätzen. Die Vorlesung stellt typische Konzepte der Statistik vor und illustriert ihre praktische Anwendung. Themenbereiche sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnostik und Anpassungstests für univariate Verteilungen - Lineare Modelle, incl. Residuenanalyse und Regressionsdiagnostik - Allgemeine Zwei-Stichproben-Vergleiche - Nichtparametrische Verfahren - Monte-Carlo-Verfahren, Resampling-Verfahren, Simulation - Beispiele für multivariate Methoden, wie z.B. multidimensionale Skalierung, Hauptkomponenten-Analyse, Projection Pursuit 	

Voraussetzungen	empfohlen ist: Statistik (MD2) kann eventuell auch parallel besucht werden
Pruefungs- modalitaeten	Programmieraufgaben: Implementierung statistischer Auswertung für gegebene Datensätze und schriftliche Analyse der Ergebnisse.
Nuetzliche Literatur	John M. Chambers: Computational Methods for Data Analysis G. Sawitzki: Computational Statistics: An Introduction to R

3.4 Wahlbereich

Nachfolgend sind die Module für den Wahlbereich aufgeführt.

Das Modul *Einführung in die Theoretische Informatik* kann im Wahlbereich nicht angerechnet werden, wenn das Anwendungsgebiet *Informatik* ist.

Lie Algebren und Lie Gruppen I

Code MB10	Name Lie Algebren und Lie Gruppen I	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Grundwissen über Lie-Algebren und Lie-Gruppen. Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen einer begrifflich komplexen mathematischen Theorie, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Lie Gruppen, assoziierte Lie Algebra, Exponentialabbildung, Beispiele (in der Physik) II. Abstrakte Lie-Algebren, Ideale, Homomorphismen, auflösbare und nilpotente Lie-Algebren. III. Halbeinfache Lie-Algebren: Theoreme von Lie und Cartan, Killing Form, Darstellungen (von $\mathfrak{sl}(2)$), Wurzelraumzerlegung	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I (MA4) und Lineare Algebra II (MA5), evtl. Algebra I (MB1)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur bzw. mit mündlicher Prüfung.	
Nützliche Literatur	J. P. Serre: Complex Semisimple Lie Algebras J. P. Serre: Lie algebras and Lie groups J. E. Humphreys: Introduction to Lie algebras and Representation theory N. Jacobson: Lie algebras V. S. Varadarajan: Lie Groups, Lie Algebras, and Their Representations	

Lie Algebren und Lie Gruppen II

Code MB11	Name Lie Algebren und Lie Gruppen II	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Klassifikation von Lie-Algebren und Lie-Gruppen. Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen begrifflich komplexer mathematischer Theorien, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Wurzelsysteme, Weyl Gruppe, Klassifikation, Gewichte II. Isomorphie- und Konjugations-Teoreme, Existenzsatz, Universelle Einhüllende Algebra, Poincaré-Birkhoff-Witt Theorem III. Darstellungstheorie IV. Komplexe und kompakte Gruppen	
Voraussetzungen	empfohlen ist: Lie Algebren und Lie Gruppen I (MB10)	
Pruefungs- modalitaeten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung.	
Nuetzliche Literatur	J. P. Serre: Complex Semisimple Lie Algebras J. P. Serre: Lie algebras and Lie groups J. E. Humphreys: Introduction to Lie algebras and Representation theory N. Jacobson: Lie algebras V. S. Varadarajan: Lie Groups, Lie Algebras, and Their Representations	

Elementare Zahlentheorie

Code ME1	Name Elementare Zahlentheorie	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Einführung in die Zahlentheorie und ihre Anwendungen. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Teilbarkeitslehre: Teilbarkeit, Euklidischer Algorithmus, Primfaktorzerlegung, Gruppe der primen Restklassen, Chinesischer Restsatz, RSA-Verfahren II. Primzahlen: Quadratische Reziprozität, Summen von Quadraten, Primzahltests, elementare Resultate zur Primzahlverteilung III. Quadratische Zahlkörper: Ganzheitsring, Einheitengruppe, Kettenbrüche, Idealklassengruppe, Zerlegungsgesetz, diophantische Gleichungen.	
Voraussetzungen	empfohlen ist: Lineare Algebra I (MA4)	
Prüfungs- modalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Schmidt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie	

Einführung in die Geometrie

Code ME2	Name Einführung in die Geometrie	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Sommer
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik nicht anrechenbar bei 50% Fachanteil
Lernziele	Grundbegriffe der Geometrie mit Anwendungen. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	Axiomatische Grundlegung der ebenen Geometrie: Inzidenzgeometrie, affine und projektive Geometrie, Geometrie in Hilbertebenen und euklidische Geometrie. Ausblicke in die nichteuklidische Geometrie, sowie eine Einführung in die Theorie der Polyeder. Inhalte umfassen unter anderem: geometrische Abbildungen, Trigonometrie, die Grundlagen des Messens, hyperbolische Geometrie, platonische Körper, die Euler'sche Polyederformel. Weitere mögliche Inhalte sind: Kegelschnitte, Rotationskörper, parametrisierte Kurven und Flächen.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung	

Mathematische Logik

Code ME3	Name Mathematische Logik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	Einführung in die verschiedenen Teilgebiete der Mathematischen Logik. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	I. Prädikatenlogik: Untersuchung der in der Mathematik üblichen logischen Schlussweisen. II. Mengenlehre: Grundlagentheorie der Mathematik sowie Theorie der Ordinal- und Kardinalzahlen. III. Modelltheorie: Zusammenhang zwischen axiomatischen Theorien und ihren Modellen mit Beispielen aus der Algebra. IV. Berechenbarkeitstheorie: Eigenschaften des Begriffes der berechenbaren Funktion. V. Beweistheorie: Grenzen der Formalisierbarkeit, Unvollständigkeit und Unentscheidbarkeit.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Praktische Informatik (IPI)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung	

Mengentheoretische Topologie

Code ME5	Name Mengentheoretische Topologie	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus
Lehrform Vorlesung 4SWS, Übung 2SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Grundkenntnisse über mengentheoretische Topologie. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen (topologische Räume, Erzeugung topologischer Räume, stetige Abbildungen, Trennungsaxiome, Eigenschaften topologischer Räume) Im Anschluß wird die Theorie in einem oder mehreren Themen vertieft: - Konstruktion stetiger Funktionen auf topologischen Räumen - Uniforme Räume - Homotopietheorie - CW-Komplexe - Topologische Gruppen - Topologische Vektorräume 	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	<p>Jänich: Topologie Laures, Szymik: Grundkurs Topologie Schubert: Topologie Kelley: General Topology Weitere Literatur wird gegebenenfalls in der Vorlesung bekanntgegeben.</p>	

Einführung in die Theoretische Informatik

Code ITH	Name Einführung in die Theoretische Informatik	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer ein Semester	Turnus jedes Sommersemester
Lehrform Vorlesung 4 SWS, Gruppen-Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 90 h Präsenzstudium 15 h Prüfungsvorbereitung 135 h Selbststudium und Aufgabenbearbeitung (eventuell in Gruppen)	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik, Lehramt Informatik
Lernziele	<p>Die Studierenden sind mit grundlegenden Aspekten des Berechenbarkeitsbegriffs vertraut, insbesondere mit dessen anschaulicher Bedeutung und den Formalisierungen durch Turingmaschinen, Registermaschinen und rekursive Funktionen, kennen den Beweis der Äquivalenz der verschiedenen Formalisierungen des Berechenbarkeitsbegriffs und damit ein wichtiges Argument für die Gültigkeit der Church-Turing-These, wissen um die Grenzen der Berechenbarkeit, können die Unentscheidbarkeit des Halteproblems nachweisen und durch die Reduktionsmethode auf weitere Probleme übertragen, werden durch den Nachweis der Existenz universeller Maschinen und vollständiger aufzählbarer Probleme beispielhaft an Methoden und Fragestellungen der Berechenbarkeitstheorie herangeführt, können Probleme hinsichtlich deren Zeit- und Platzkomplexität beschreiben und erhalten durch die Hierarchiesätze einen Einblick in die Auswirkungen unterschiedlicher Zeit- und Platzschranken, kennen die Grenzen der tatsächlichen Berechenbarkeit, die Klassen P und NP und das P-NP-Problem, können die NP-Vollständigkeit des Erfüllbarkeitsproblem nachweisen und durch die Reduktionsmethode auf weitere Probleme übertragen und diese damit als vermutlich nicht effizient entscheidbar charakterisieren, kennen grundlegende Begriffe der Theorie der Formalen Sprachen und können die in der Informatik betrachteten Sprachen gemäßen Stufen der Chomsky-Hierarchie als reguläre, kontextfreie, kontextsensitive und allgemeine Chomsky-Sprachen charakterisieren und die verschiedenen Stufen jeweils durch spezielle Typen von generativen Grammatiken und durch Automatenmodelle beschreiben.</p>	

Inhalt	Die Vorlesung gibt eine Einführung in drei zentrale Gebiete der Theoretischen Informatik: in die Berechenbarkeitstheorie, in die Komplexitätstheorie sowie in die Theorie Formaler Sprachen und die zugehörige Automatentheorie.
Voraussetzungen	empfohlen sind: Grundkenntnisse aus Mathematik und Informatik
Pruefungs- modalitaeten	Erfolgreiche Teilnahme an den Gruppenübungen und erfolgreiche Teilnahme an einer schriftlichen Prüfung
Nuetzliche Literatur	

Complex Network Analysis

Code ICNA	Name Complex Network Analysis	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer one semester	Turnus every 2nd wintersemester
Lehrform Lecture 4 SWS, Exercise 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; thereof 90 h lecture 15 h preparation for exam 135 h self-study and working on assignments/projects (optionally in groups)	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik, M.Sc. Angewandte Informatik, M.Sc. Scientific Computing
Lernziele	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> - can describe basic measures and characteristics of complex networks - can implement and apply basic network analysis algorithms - can describe different network models and can describe, compute, and analyze characteristic parameters of these models - know how to compute different complex network measures and how to interpret these measures - know different generative models for constructing complex networks, especially scale-free networks - know the fundamental methods for the detection of communities in networks and the analysis of their evolution over time - are familiar with basic concepts of network robustness - understand the spread of phenomena in complex networks 	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Graph theory and graph algorithms; basic network measures - Random networks and their characteristics (degree distribution, component sizes, clustering coefficient, network evolution), small world phenomena - Scale-free property of networks, power-laws, hubs, universality - Barabasi-Albert model, growth and preferential attachment, degree dynamics, diameter and clustering coefficient - Evolving networks, Bianconi-Barabasi model, fitness, Bose-Einstein condensation - Degree correlation, assortativity, degree correlations, structural cutoffs - Network robustness, percolation theory, attack tolerance, cascading failures - Communities, modularity, community detection and evolution - Spreading phenomena, epidemic modeling, contact networks, immunization, epidemic prediction 	

Voraussetzungen	recommended are: Algorithms and Data Structures (IAD), Knowledge Discovery in Databases (IKDD), Linear Algebra I (MA4)
Pruefungs-modalitaeten	Assignments; at least 50% of the credit points for the assignments need to be obtained to be eligible to participate in the final written exam; students can also work on project (non-graded); final written exam
Nuetzliche Literatur	<p>Albert-Laszlo Barabasi: Network Science, Cambridge University Press, 2016.</p> <p>M.E.J. Newmann: Networks: An Introduction, Oxford University Press, 2010.</p> <p>Reza Zafarani, Mohammad Abbasi, Huan Liu: Social Media Mining-An Introduction, Cambridge University Press, 2014.</p> <p>David Easley, Jon Kleinberg: Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World, Cambridge University Press, 2010.</p> <p>Stanley Wasserman, Katherine Faust: Social Network Analysis-Methods and Applications, Cambridge University Press, 1994.</p>

4 Fachübergreifende Kompetenzen

Die fachübergreifenden Kompetenzen (FÜK) zerfallen in einen in die Pflichtveranstaltungen integrierten Teil und einen Wahlbereich. Insgesamt sind 20 LP zu erbringen.

In den Pflichtbereich integriert sind 8 LP:

- 3 LP Programmieren in *Einführung in die Praktische Informatik*
- 3 LP Interdisziplinäres Arbeiten in die Veranstaltungen des Anwendungsgebietes
- 2 LP Fachdidaktik in Proseminar und Seminar

Der Wahlbereich besteht aus folgenden Kategorien:

- die unten aufgeführten Module
- bis zu 10 LP aus dem Studienangebot der Universität
- bis zu 10 LP fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Veranstaltungen der Universität oder der Pädagogischen Hochschule
- bis zu zwei Auslandssemester zu je 3 LP

In diesem Kapitel sind die Module aufgeführt, die von Studierenden im Rahmen der FÜK aus dem Angebot der Fakultät für Mathematik und Informatik belegt werden können. Module aus der Mathematik oder dem Anwendungsfach können nicht als FÜK angerechnet werden. Bei der Belegung von Software-Praktika ist zu beachten, dass nur eines der Module IAP oder IFM im Rahmen der FÜK im Bachelorstudium Mathematik angerechnet werden kann. Aus dem Bereich der FÜK der Informatik können die Module *Einführung in das Textsatzsystem LaTeX (ILat)* und *Projektmanagement (IProj)* gewählt werden.

Im Rahmen der FÜK können auch Veranstaltungen aus dem Studienangebot der Universität, die nicht zum Studiengang oder zum Anwendungsgebiet gehören, absolviert werden. Dies umfasst auch Sprachkurse. Dabei werden die Leistungspunkte des Angebots übernommen (insbesondere auch für Sprachkurse).

Tutorenschulung

Code MTUT	Name Tutorenschulung	
Leistungspunkte 2 LP FÜK	Dauer ein Semester	Turnus jährlich im Winter
Lehrform Blockkurs zu Semesterbeginn und eine Veranstaltung im Semester	Arbeitsaufwand 60 h; davon 15 h Vorlesung/Seminar zu Semesterbeginn 30 h Nachbereitung und Reflexion im Semester (davon ca. 6h Präsenz) 15 h Abschlussbericht	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik M.Sc. Scientific Computing
Lernziele	<p>Professionelles Handeln bei der Durchführung von Tutorien in Mathematik: effizientes und angemessenes Korrigieren von Hausaufgaben und Klausuren, Umgang mit Studierenden im Tutorium, Vortragstechniken und Einsatz verschiedener Medien</p> <p>Absolventen können ihre Rolle in Lehr- und Lernprozessen einschätzen und den Gegebenheiten anpassen, können verwendete Vortragstechniken evaluieren und professionell mit Studierenden agieren, können ihre Arbeitstechniken bei der Korrektur kritisch betrachten und auf Qualität und Effizienz hin optimieren.</p>	
Inhalt	<p>Korrekturen: Ziele und Kennzeichen einer guten Hausaufgabenkorrektur, Diskussion von Bewertung und Bewertungskriterien, Arbeitstechniken und Zeiteinteilung, Studentenkritik und Nachkorrektur.</p> <p>Tutorium: Erwartungen der Dozierenden und der Studierenden, das Vorrechnenlassen, Umgang mit den Studierenden und mit Kritik, Vortragstechniken in der Kleingruppe, Nutzung von Medien wie Tafel und Folien, Vorbereitung von Übungsstoff.</p> <p>Erstsemestertutorien: Spezifische Aufgaben im ersten Semester, Beispiele von Aufgaben und Inhalten der Linearen Algebra I und der Analysis I, Umgang mit schwierigen Situationen, Studienabbrecher</p>	
Voraussetzungen		

Pruefungs- modalitaeten	Portfolio (Tagebuch) über die Selbstreflexion nach den Übungsstunden und Abschlussbericht nach Anwendung des Gelernten in einem Tutorium. Der Bericht sollte im Umfang zwischen 600 und 1000 Wörtern liegen und eine Reflexion der Schulungsinhalte in Bezug auf das eigene Handeln im Tutorium darstellen. Das Modul ist unbenotet und wird mit *bestanden* oder *nicht bestanden* bewertet.
Nuetzliche Literatur	

Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik

Code MFIN	Name Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik	
Leistungspunkte 2 LP FÜK	Dauer ein Semester	Turnus unregelmäßig
Lehrform Blockveranstaltung während der vorlesungsfreien Zeit	Arbeitsaufwand 60 h; davon 15 h Präsenzzeit 30 h Nacharbeiten, Hausaufgaben und Selbststudium 15 h Prüfungsvorbereitung/Hausarbeit	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik
Lernziele	Transfer von mathematischen Aussagen und Methoden auf Anwendungen aus der Finanz- und Versicherungswirtschaft. Grundlagen der Anwendung mathematischer Methoden und Konzepte in der Finanz- und Versicherungswirtschaft, Bedeutung der Mathematik für die Anwendungen, Verständnis für kaufmännische und rechtliche Rahmenbedingungen.	
Inhalt	<p>Zu diesen Veranstaltungen lädt die Fakultät ausgewählte Dozenten aus dem staatlichen und privaten Finanz- und Versicherungssektor ein, die aus Ihrer praktischen Erfahrung den Bezug zu Studieninhalten herstellen. Die konkreten Inhalte der Veranstaltung richten sich dabei nach den Dozenten</p> <p>Inhalte sind z. B. die mathematische Darstellung von Lebensversicherungen, versicherungsmathematische Bilanzgleichungen, die Mathematik hinter Geschäftsberichten, Risikoberechnung von Kapitalanlagen, risk management, Mathematik von Derivaten.</p> <p>Zusätzlich zu den Anwendungen der Mathematik in ihren Bereichen geben die Dozenten Einblicke in kaufmännische, rechtliche und politische Rahmenbedingungen.</p>	
Voraussetzungen		
Prüfungsmodalitäten	Mündliche Prüfung oder eine Hausarbeit. Genaueres geben die Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt.	
Nützliche Literatur		

Einführung in die Mengenlehre

Code ME6	Name Einführung in die Mengenlehre	
Leistungspunkte 4 LP FÜK	Dauer ein Semester	Turnus
Lehrform Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS	Arbeitsaufwand 120 h; davon 30 h Vorlesung 15 h Übung 60 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 15 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Die Axiome von Zermelo - Fraenkel mit Auswahlaxiom, transfinite Zahlen und Wohlordnungen, fundierte Relationen und Rekursion, Kontinuumhypothese und Unabhängigkeitsbeweise. Selbständiges Lösen von Problemen aus dem Themenbereich	
Inhalt	Mannichfaltigkeitslehre wurde in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts von Georg Cantor ex nihilo als [ein mathematisch-philosophischer Versuch in der Lehre des Unendlichen] entwickelt. Im Mittelpunkt der Vorlesung steht die Axiomatisierung der Cantorschen Mengenlehre sowie die elementare Theorie der transfiniten Zahlen. Ein weiteres Thema sind die erkenntnistheoretischen Aspekte dieser Theorie, welche David Hilbert als [die bewundernswerteste Blüte mathematischen Geistes] gepriesen hat.	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben und benotete Abschlussprüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
Nützliche Literatur	H. D. Ebbinghaus: Einführung in die Mengenlehre. Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, Darmstadt.	

Bildung durch Sommerschule, Ferienkurs oder Konferenz

Code MBIL	Name Bildung durch Sommerschule, Ferienkurs oder Konferenz	
Leistungspunkte 1 LP FÜK pro 30h	Dauer	Turnus
Lehrform Teilnahme an einer im Block durchgeführten Mathematik-Veranstaltung mit Inhalten, die im Studiengang Mathematik nicht vermittelt werden	Arbeitsaufwand Mindestens 30 h Präsenzzeit bei der Veranstaltung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Erfahrung mit über das Studium hinausgehenden fachlichen Inhalten und intensiven Diskussionen dazu	
Inhalt		
Voraussetzungen		
Pruefungs-modalitaeten	schriftlicher Bericht über die Veranstaltung und Erfahrung (ca. 1 Seite pro LP) (unbenotet)	
Nuetzliche Literatur		

Industriepraktikum

Code MPI	Name Industriepraktikum	
Leistungspunkte 4 bis 8 LP	Dauer 4 - 8 Wochen	Turnus
Lehrform Praktikum mit Abschlussbericht	Arbeitsaufwand 120-240 h; davon 5-10 h Verfassung des Abschlussberichts	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Lernziele	Erfahrung von Anwendungen mathematischer Methoden und Konzepte in der industriellen, handwerklichen und kaufmännischen Praxis; Fähigkeit, mathematische Methoden auf konkrete Probleme anzuwenden; Fähigkeit, mathematische Sachverhalte auch Fachfremden kommunizieren zu können Team- und Kooperationsfähigkeit, Kommunikations- und Transferkompetenzen	
Inhalt	<p>Der Inhalt wird zwischen Studierenden, dem Unternehmen, bei dem das Praktikum geleistet wird und einem betreuenden Dozenten individuell vereinbart. Dazu wird vor Beginn des Praktikums ein Praktikumsplan mit Inhalten und Zeitverlauf vereinbart und vom betreuenden Dozenten nach Prüfung bezüglich der Lernziele genehmigt. Die Studierenden fertigen während des Praktikums einen Erfahrungsbericht im Umfang von 600 bis 1000 Wörtern an, der nach dem Praktikum dem betreuenden Dozenten zur Abnahme vorgelegt wird. Der Bericht muss insbesondere den Bezug des Praktikums zum Studium widerspiegeln.</p> <p>Hinweis: Studierende mit Interesse an einem Industriepraktikum sollten zunächst selbständig einen Praktikumsplatz finden. Dann wenden sich an einen Dozenten ihrer Wahl und vereinbaren die Betreuung; die Aufgaben des Dozenten beschränken sich hierbei auf die Genehmigung des Praktikumsplans und die Abnahme des Berichts.</p>	
Voraussetzungen	Mindestens vier Pflichtmodule des Bachelorstudiengangs Mathematik; Angebot eines mit den Lernzielen verträglichen Praktikumsplatzes	

Pruefungs- modalitaeten	<p>Der betreuende Dozent bewertet den Bericht in Bezug auf die Lernziele des Praktikums. Das Modul ist unbenotet und wird mit *bestanden* oder *nicht bestanden* bewertet.</p> <p>Zuweisung von Leistungspunkten: Für jede Woche Praktikum (à 40h) wird je ein Leistungspunkt vergeben, wobei das Praktikum mindestens 4 Wochen dauern muss und nicht mehr als 8 Wochen anerkannt werden.</p>
Nuetzliche Literatur	

Anfängerpraktikum

Code IAP	Name Anfängerpraktikum	
Leistungspunkte 2 LP + 4 LP FÜK	Dauer	Turnus jedes Semester
Lehrform Praktikum 4 SWS	Arbeitsaufwand 180 h; davon mind. 15 Präsenzstunden	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik, fachübergreifende Kompetenzen Bachelor Mathematik
Lernziele	<p>Die Studierenden können allgemeine Entwurfs- und Implementierungsaufgaben im Rahmen von Informatiksystemen lösen; können Problemanalyse- und Beschreibungstechniken anwenden; besitzen Programmierkenntnisse in der jeweiligen für das Projekt erforderlichen Programmiersprache.</p> <p>Zusätzlich stehen die projektypischen Kompetenzen im Vordergrund, insbesondere das Arbeiten im Team (von bis zu drei Studierenden):</p> <p>Durchführung von Projekten und ihrer Phasenstruktur Planung von Projekt- und Teamarbeit.</p> <p>Zu den zu trainierenden Softskills zählen somit insbesondere Teamfähigkeit, Einübung von Präsentationstechniken sowie eigenverantwortliches Arbeiten.</p>	
Inhalt	<p>Domänenkenntnisse abhängig von den DozentInnen; allgemeine Lerninhalte sind:</p> <p>Einführung in die Projektarbeit Eigenständige Entwicklung von Software und deren Dokumentation</p>	
Voraussetzungen	empfohlen sind: Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Programmierkurs (IPK)	
Prüfungsmodalitäten	Bewertung der dokumentierten Software, des Projektberichts (ca. 5 Seiten) und des Vortrags (ca. 30 Minuten zzgl. Diskussion)	
Nützliche Literatur		

Software-Praktikum für Fortgeschrittene

Code IFM	Name Software-Praktikum für Fortgeschrittene	
Leistungspunkte 8 LP	Dauer	Turnus jedes Semester
Lehrform Praktikum 6 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon mind. 25 h Präsenzzeit 10 h Vorbereitung Vortrag	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik, M.Sc. Angewandte Informatik Fachübergreifende Kompetenzen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik
Lernziele	<p>Die Studierenden erlangen vertiefende Problemlösungskompetenz für komplexe Entwurfs- und Implementierungsaufgaben können Problemanalyse- und Beschreibungstechniken klar darstellen, differenzieren und anwenden vertiefen Programmierkenntnisse in der jeweiligen für das Projekt erforderlichen Programmiersprache sind in der Lage, das Projekt mit Hilfe einer Softwareentwicklungsumgebung durchzuführen</p> <p>Zusätzlich werden die projektypischen Kompetenzen vertieft, insbesondere das Arbeiten im Team (von bis zu drei Studierenden):</p> <p>Durchführung und Evaluation von Projekten und ihrer Phasenstruktur</p> <p>Planung und Durchführung von Projekt- und Teamarbeit.</p> <p>Zu den zu trainierenden Softskills zählen somit insbesondere Teamfähigkeit, Verfeinerung von Präsentationstechniken, etwaige Erschließung wissenschaftlicher Literatur sowie eigenverantwortliches Arbeiten.</p>	
Inhalt	<p>Domänenkenntnisse abhängig von den DozentInnen; allgemeine Lerninhalte sind:</p> <p>Vertiefung in die Projektarbeit</p> <p>Eigenständige Entwicklung von komplexer Software und deren Dokumentation</p>	
Voraussetzungen	keine	
Pruefungs-modalitaeten	Bewertung der dokumentierten Software, des Projektberichts und des Vortrags	
Nuetzliche Literatur		

Einführung in das Textsatzsystem LaTeX

Code ILat	Name Einführung in das Textsatzsystem LaTeX	
Leistungspunkte 2 FÜK	Dauer ein Semester	Turnus unregelmäßig
Lehrform Praktikum 2 SWS	Arbeitsaufwand 60 h; davon 30 h Präsenzstudium 15 h praktische Übung am Rechner 15 h Hausaufgaben	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	<p>Nachdem Studierende die Veranstaltung besucht haben, können sie</p> <ul style="list-style-type: none"> * ein TeX-System installieren und einrichten. * LaTeX-Dokumente mit komplexer Struktur erstellen und bearbeiten. * gängige Fehler in LaTeX-Dokumenten identifizieren und beheben. * LaTeX-Makros programmieren. * LaTeX-Umgebungen mit verschiedenen Paketen aufsetzen. 	
Inhalt	<p>Der Kurs gibt eine Einführung in das Satzsystem LaTeX und vermittelt grundlegende typographische Kenntnisse. Ziel des Kurses ist es, längere und komplexe Dokumente (z. B. Bachelor- und Masterarbeiten sowie Dissertationen) eigenständig in hoher Qualität zu entwickeln, ohne auf die Probleme zu stoßen, die ein komplexes System wie LaTeX dem Anfänger bereitet. Es werden weiterhin auch moderne Konzepte und Entwicklungen von LaTeX vorgestellt, die dem Anwender interessante und hilfreiche Tools zur Verfügung stellen. Behandelt werden u.a.</p> <ul style="list-style-type: none"> * allgemeine Formatierung, Pakete Schriften * Gleitobjekte: Bilder, Tabellen * Verzeichnisse * Mathematiksatz * mehrsprachige Dokumente * Präsentationen * Diagramme * Typographische Feinheiten * Professionelle Briefe, Lebenslauf 	
Voraussetzungen	keine	
Prüfungsmodalitäten	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen	

Nuetzliche Literatur	
---------------------------------	--

Projektmanagement

Code IProj	Name Projektmanagement	
Leistungspunkte 3 LP FÜK	Dauer ein Semester	Turnus voraussichtlich jedes Wintersemester
Lehrform 5 Workshops mit Übungen. Zwischen den Workshops sind Aufgaben zu bearbeiten.	Arbeitsaufwand 80 h; davon 25 h Präsenzstudium 55 h Selbststudium und Aufgabenbearbeitung	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik
Lernziele	Dieser Kurs lehrt, wie man Projekte klar definiert, in kleine, überschaubare Portionen teilt und diese hinsichtlich Inhalt, Zeit, Budget, Qualität, personeller Besetzung, Kommunikation, Risiken und dem Einkauf externer Produkte oder Dienstleistungen strukturiert, plant, ausführt und kontrolliert.	
Inhalt	<p>Dieser Kurs vermittelt die Grundlagen eines praxisorientierten Projektmanagements und basiert auf den weltweit anerkannten Standards des PMI®. Teilnehmer lernen die grundlegenden Projektmanagement-Prozesse, -Methoden und -Instrumente, um Projekte strukturiert und zielführend zu planen, durchzuführen und zu steuern bzw. als Mitglied in Projektteams großer Projekte zu arbeiten. Projektmanagement-Kenntnisse eignen sich außerdem auch über die Grenzen des klassischen Projekts hinaus zur Bewältigung umfangreicher Aufgaben und Veränderungen. Die Teilnehmer werden die wichtigsten Techniken im Rahmen von 3-4 fachnahen und komplexeren Projekten in Arbeitsgruppen anwenden.</p> <p>Das Kursprogramm umfasst Präsentationen, Diskussionen, praktische Übungen, Gruppenarbeit mit kleinen Beispielprojekten</p>	
Voraussetzungen	keine	
Prüfungsmodalitäten	Durch aktive Mitarbeit kann ein ECTS-Schein über 3 Leistungspunkte für fachübergreifende Kompetenzen erworben werden. Es besteht Anwesenheitspflicht.	

Nuetzliche Literatur	A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 4th Edition
---------------------------------	---

5 Anwendungsgebiete

Zum Sommersemester 2017 wurden die Anwendungsgebiete überarbeitet. Studierende, die bereits ihr Anwendungsfach absolvieren und bei denen durch die Aktualisierungen Schwierigkeiten auftreten, melden sich bitte zwecks Klärung im Prüfungssekretariat.

Im Anwendungsgebiet sind 24 LP zu erbringen, davon werden 3 LP den fachübergreifenden Kompetenzen zugeordnet, so dass 21 LP für das Anwendungsgebiet gewertet werden.

Informationen zum Anwendungsgebiet sollten schon zum Studienbeginn eingeholt werden, denn einige Anwendungsgebiete sollten bereits mit dem ersten Semester begonnen werden, da sich deren Module über drei Wintersemester erstrecken und anderenfalls ein Studienteilnehmer in Regelstudienzeit sehr schwierig wird. Die meisten Anwendungsgebiete starten im Wintersemester und erstrecken sich dann über drei bis vier Semester, dies bedeutet, sie sollten im dritten Semester begonnen werden, damit ein Studienteilnehmer in Regelstudienzeit möglich ist. Da die ersten Veranstaltungen im Anwendungsgebiet häufig die Einführungsveranstaltungen sind, kann es hilfreich sein, im LSF nach vergangenen Semestern zu schauen, denn oft liegen diese großen Veranstaltungen in festen Zeitslots.

Zusätzlich zu den in der Prüfungsordnung angegebenen Anwendungsfächern wurden die Anwendungsgebiete Computerlinguistik und Psychologie in der hier im Modulhandbuch angegebenen Fassung genehmigt.

Weitere Anwendungsgebiete können auf Antrag an den Prüfungsausschuss genehmigt werden.

Die Anwendungsgebiete sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt:

- Astronomie
- Biowissenschaften
- Chemie
- Computerlinguistik
- Informatik
- Philosophie
- Physik
- Psychologie
- Wirtschaftswissenschaften

Astronomie

Für dieses Anwendungsgebiet stehen zwei Varianten zur Verfügung. Ansprechpartner ist die Fachstudienberatung Physik. Alle hier angegebenen Module ausgenommen das *Astrophysikalische Praktikum I* bestehen aus Vorlesung und Übung und werden mit einer Klausur abgeschlossen.

Variante 1:

Experimentalphysik I	4+2 SWS	7 LP	WS
Experimentalphysik II	4+2 SWS	7 LP	SS
Einführung in die Astronomie I	2+2 SWS	4 LP	WS
Einführung in die Astronomie II	2+2 SWS	4 LP	SS
Astrophysikalisches Praktikum I	4 SWS	2 LP	

Variante 2:

Theoretische Physik I	4+2 SWS	8 LP	WS
Experimentalphysik II	4+2 SWS	7 LP	SS
Einführung in die Astronomie I	2+2 SWS	4 LP	WS
Einführung in die Astronomie II	2+2 SWS	4 LP	SS
Astrophysikalisches Praktikum I	4 SWS	2 LP	

Variante 2 wird empfohlen, falls das Studium zum Master fortgesetzt werden soll. Diese Variante wird mit 24 LP verbucht.

Das *Astrophysikalische Praktikum I* wird jedes Semester als einwöchiger Blockkurs während der vorlesungsfreien Zeit angeboten.

Biowissenschaften

Für das Anwendungsgebiet Biowissenschaften stehen drei Varianten zur Verfügung. Die Module sollten in der angegebenen Reihenfolge absolviert werden. Ansprechpartner ist die Studienberatung für den Bachelor Biowissenschaften.

Variante 1:

Grundvorlesung Biologie II	Vorlesung	Klausur	9 LP	SS
Grundvorlesung Biologie III	Vorlesung	Klausur	9 LP	WS
Grundkurs Methoden der molekularen Biowissenschaften	Praktikum	Protokolle und Klausur	6 LP	SS

Variante 2:

Grundvorlesung Biologie I	Vorlesung	Klausur	5 LP	WS
Grundvorlesung Biologie II (ohne Teil Biochemie)	Vorlesung	Klausur	6 LP	SS
Grundvorlesung Biologie III	Vorlesung	Klausur	9 LP	WS
Grundvorlesung Biologie IV	Vorlesung	Klausur	4 LP	SS

Variante 3:

Grundvorlesung Biologie I	Vorlesung	Klausur	5 LP	WS
Grundvorlesung Biologie II	Vorlesung	Klausur	9 LP	SS
Grundvorlesung Biologie IV	Vorlesung	Klausur	4 LP	SS
Grundkurs Methoden der molekularen Biowissenschaften	Praktikum	Protokolle und Klausur	6 LP	SS

Empfohlen werden die Varianten 1 und 2.

Wichtige Anmerkung: Der *Grundkurs Methoden der molekularen Biowissenschaften* sollte nicht zeitgleich mit der *Grundvorlesung Biologie II* absolviert werden, sondern erst im folgenden Sommersemester.

Inhalte der einzelnen Grundvorlesungen:

- Biologie I: Mikroskopie, Zellenlehre, Genetik, Organismenreiche, Evolution
- Biologie II: Biochemie, Molekularbiologie, Molekulare Zellbiologie
- Biologie III: Entwicklung der Tiere, Tierphysiologie, Entwicklung der Pflanzen, Physiologie und Metabolismus der Pflanzen, Biotechnologie
- Biologie IV: Ökologie, Parasitologie, Virologie, Immunologie
- Grundkurs Methoden der molekularen Biowissenschaften: Biochemie, Molekularbiologie, Mikrobiologie

Chemie

Für dieses Anwendungsgebiet stehen zwei Varianten zur Auswahl.

Wichtig: Bei beiden Varianten in die Sicherheitsvorlesung *Sicheres Arbeiten im anorganischen Labor (GS I)* eine verpflichtende Einzelveranstaltung.

Die Module sollten in der angegebenen Reihenfolge absolviert werden. Ansprechpartner ist die Fachstudienberatung Chemie.

Variante 1:

Einführung in die Allgemeine Chemie (AC I)	Vorlesung + Tutorium	ca. 3 SWS	Klausur	6 LP	WS (1. Semesterhälfte)
Anorganisch-Chemisches Praktikum für Geowissenschaftler, Geographen und Mathematiker [Link 1]	Praktikum	ca. 8 SWS	Praktikum + Kolloquien + Klausur	8 LP	SS
Einführung in die Physikalische Chemie I (PC I)	Vorlesung + Übung	4+2 SWS	Klausur	9 LP	WS

Variante 2:

Einführung in die Allgemeine Chemie (AC I)	Vorlesung + Tutorium	ca. 3 SWS	Klausur	6 LP	WS (1. Semesterhälfte)
Anorganisch-Chemisches Praktikum für Geowissenschaftler, Geographen und Mathematiker [Link 1]	Praktikum	ca. 8 SWS	Praktikum + Kolloquien + Klausur	8 LP	SS
Organische Chemie für Biowissenschaftler [Link 2 und 3]	Vorlesung + Seminar + Praktikum	ca. 3 SWS	Klausuren	10 LP	WS (2. Semesterhälfte)

Das Seminar und Praktikum der *Organischen Chemie für Biowissenschaftler* wird als 10 Tage Block in der vorlesungsfreien Zeit nach dem WS angeboten.

Bei der ersten Variante ergibt sich eine automatische Aufwertung auf 24 LP.

Links zu einigen Veranstaltungen:

Link 1: <http://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/chemgeo/aci/linti/Lehre.html#Praktikum>

Link 2: http://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/chemgeo/oci/akstraub/Teaching/teaching_ws12_03.html

Link 3: http://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/chemgeo/oci/akstraub/Teaching/teaching_ws12_04.html

Computerlinguistik

Der Ansprechpartner für dieses Anwendungsgebiet ist die Studienberatung Bachelor Computerlinguistik (studienberatung-bachelor@cl.uni-heidelberg.de). Die Anmeldung zu den Prüfungen erfolgt über das Sekretariat der Computerlinguistik während der Commitmentfrist (typischerweise ein Zeitraum von 4 Wochen gegen Ende der Vorlesungszeit).

Einführung in die Computerlinguistik	Vorlesung (und Übung)	4 (+2) SWS	Klausur	6 LP	WS
Formale Syntax	Vorlesung (und Übung)	4 (+2) SWS	Klausur	6 LP	SS
Formale Semantik	Vorlesung (und Übung)	4 (+2) SWS	Klausur / Hausarbeit / Projektarbeit	6 LP	WS
Statistical Methods for Computational Linguistics	Vorlesung (und Übung)	4 (+2) SWS	Klausur	6 LP	WS

Die Module sollten in der angegebenen Reihenfolge absolviert werden, wobei die letzten beiden Module im gleichen Wintersemester absolviert werden können. Für jede Veranstaltung wird eine Übung (Tutorium) angeboten, deren Teilnahme freiwillig ist, jedoch ausdrücklich empfohlen wird. Das letzte Modul wird in der Regel auf Englisch gehalten, alle anderen Module und die Übungen sind auf Deutsch.

Informatik

Für das Anwendungsgebiet Informatik sind Module aus dem Modulhandbuch des Bachelors Angewandte Informatik (mit Fachanteil 100%) im Umfang von 24 LP zu absolvieren, dabei dürfen nur Module die in den Kapiteln 2.1 Pflichtmodule Informatik, 3.2 Wahlpflichtmodule Informatik und 3.4 Wahlpflichtmodule Technische Informatik aufgeführt sind, gewählt werden. Bei der Auswahl ist darauf zu achten, dass die Voraussetzungen des jeweiligen Moduls erfüllt sind.

Philosophie

Ansprechpartner ist die Fachstudienberatung Bachelor Philosophie. Eine Beratung wird sehr empfohlen, da der Aufbau und die Struktur der Module sowie die Bezeichnung der Veranstaltungsart sich auf das Studium der Philosophie beziehen und sich von denen der Informatik grundlegend unterscheiden, insbesondere ist die Veranstaltungsart Proseminar in der Philosophie nicht gleichzusetzen mit den Proseminaren in der Informatik. Alle Veranstaltungen werden in jedem Semester angeboten.

Einführung in die Philosophie (Modulkürzel: P1)	2+2 SWS	9 LP
Proseminar	2 SWS	6 LP
Proseminar	2 SWS	6 LP
Vorlesung	2 SWS	3 LP

Die Veranstaltung *Einführung in die Philosophie* trägt teilweise auch andere Namen und ist im LSF unter „Propädeutik“ zu finden, entscheidend ist hier die Modulzuordnung „P1“, welche unter „Kommentar“ eingetragen ist, so können auch die Veranstaltungen mit anderem Namen erkannt werden. Hierzu gibt es ein Pflichttutorium, welches besucht werden muss. Nur wer Seminar und Tutorium sowie die erforderlichen Leistungsnachweise (Klausur und Essay oder Hausarbeit) erbracht hat, erhält neun Leistungspunkte.

Das Proseminar mit 6 LP und die Vorlesung mit 3 LP können frei aus dem Angebot gewählt werden, hierbei sind die Inhaltsbeschreibungen im LSF sehr hilfreich. Diese beiden Veranstaltungen sind im LSF jeweils unter „Proseminar“ und „Vorlesung“ zu finden. Die Leistungsnachweise sind unterschiedlich und sollten in der jeweiligen Veranstaltung erfragt werden.

Physik

Für dieses Anwendungsgebiet stehen zwei Varianten zur Verfügung. Ansprechpartner ist die Fachstudienberatung Physik. Alle hier angegebenen Module bestehen aus Vorlesung und Übung und werden mit einer Klausur abgeschlossen.

Variante 1:

Experimentalphysik I	4+2 SWS	7 LP	WS
Theoretische Physik I	4+2 SWS	8 LP	WS
Theoretische Physik II	4+2 SWS	8 LP	SS

Variante 2:

Theoretische Physik I	4+2 SWS	8 LP	WS
Theoretische Physik II	4+2 SWS	8 LP	SS
Experimentalphysik II	4+2 SWS	7 LP	SS

Die Module sollten in der jeweils angegebenen Reihenfolge absolviert werden. Bei beiden Varianten ergibt sich eine automatische Aufwertung auf insgesamt 24 LP. Variante 2 wird empfohlen, falls das Studium zum Master fortgesetzt werden soll.

Dazu wird der Kurs *Physikalisches Praktikum für Anfänger* (4 LP im Bereich Fachübergreifende Kompetenzen) in der vorlesungsfreien Zeit empfohlen.

Psychologie

Für dieses Anwendungsgebiet stehen zwei Varianten zur Verfügung. Ansprechpartner ist die Fachstudienberatung Psychologie Bachelor 25% (Beifach). Alle hier angegebenen Module sind Vorlesungen und werden mit einer Klausur abgeschlossen.

Variante 1:

Einführung in die Psychologie	2 SWS	3 LP	WS
Allgemeine Psychologie I:			WS
Wahrnehmung und Lernen	1 SWS	2 LP	1. Semesterhälfte
Gedächtnis und Sprache	1 SWS	2 LP	2. Semesterhälfte
Allgemeine Psychologie II:			SS
Denken und Problemlösen	1 SWS	2 LP	1. Semesterhälfte
Emotion und Motivation	1 SWS	2 LP	2. Semesterhälfte
Einführung in die Arbeits- und Organisationspsychologie	2 SWS	4 LP	SS
Einführung in die Pädagogische Psychologie I	2 SWS	4 LP	WS
Gesundheitspsychologie	2 SWS	4 LP	WS

Variante 2:

Einführung in die Psychologie	2 SWS	3 LP	WS
Allgemeine Psychologie I:			WS
Wahrnehmung und Lernen	1 SWS	2 LP	1. Semesterhälfte
Gedächtnis und Sprache	1 SWS	2 LP	2. Semesterhälfte
Allgemeine Psychologie II:			SS
Denken und Problemlösen	1 SWS	2 LP	1. Semesterhälfte
Emotion und Motivation	1 SWS	2 LP	2. Semesterhälfte
Einführung in die Sozialpsychologie	2 SWS	4 LP	WS
Differentielle Psychologie I - Grundlagen	2 SWS	4 LP	SS
Entwicklung über die Lebensspanne:			
Kindheit und Jugend	2 SWS	4 LP	WS
<i>alternativ</i>			
Erwachsenenalter und hohes Alter	2 SWS	4 LP	SS

Bei beiden Varianten ergibt sich eine automatische Aufwertung auf insgesamt 24 LP. Mit der *Einführung in die Psychologie* und der *Allgemeinen Psychologie I* sollte begonnen werden, diese beiden Veranstaltungen können im gleichen Wintersemester absolviert werden. Im darauffolgenden Sommersemester sollte dann die *Allgemeine Psychologie II* besucht werden. Bei den nachfolgenden Modulen ist die Reihenfolge variabel, sie können auch zeitgleich mit der *Allgemeinen Psychologie II* absolviert werden.

Wirtschaftswissenschaften

Für dieses Anwendungsgebiet stehen vier Varianten zur Verfügung. Ansprechpartner ist die Studienberatung Wirtschaftswissenschaften. Alle hier angegebenen Module bestehen aus Vorlesung und Übung und werden mit einer Klausur abgeschlossen.

Variante 1:

Einführung in die Volkswirtschaftslehre	3+2 SWS	8 LP	WS
Mikroökonomik	3+3 SWS	8 LP	SS
Makroökonomik	4+2 SWS	8 LP	WS

Variante 2:

Einführung in die Volkswirtschaftslehre	3+2 SWS	8 LP	WS
Makroökonomik	4+2 SWS	8 LP	WS
Wirtschaftspolitik	3+1 SWS	6 LP	SS

Variante 3:

Einführung in die Volkswirtschaftslehre	3+2 SWS	8 LP	WS
Mikroökonomik	3+3 SWS	8 LP	SS
Spieltheorie	3+1 SWS	6 LP	SS

Variante 4:

Einführung in die Volkswirtschaftslehre	3+2 SWS	8 LP	WS
Mikroökonomik	3+3 SWS	8 LP	SS
Finanzwissenschaft	3+1 SWS	6 LP	SS

Die Module sollten in der jeweils angegebenen Reihenfolge absolviert werden. Bei den Varianten 2, 3 und 4 ergibt sich eine automatische Aufwertung auf insgesamt 24 LP.