

Modulhandbuch
Bachelorstudiengang
„Mathematik“
mit einem Fachanteil von 100%

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Fakultät für Mathematik und Informatik

Fassung vom 09.02.2021 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

Inhaltsverzeichnis

1	Qualifikationsziele, Profil und Besonderheiten des Bachelorstudiengangs Mathematik mit einem Fachanteil von 100%	4
1.1	Präambel - Qualifikationsziele der Universität Heidelberg	4
1.2	Fachliche Qualifikationsziele des Studiengangs	4
1.3	Überfachliche Qualifikationsziele des Studiengangs	4
1.4	Berufsfelder für Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs	5
1.5	Erläuterungen zum Studiengang und den Modulbeschreibungen	5
1.5.1	Begründung für Module mit weniger als 5 LP:	5
1.5.2	Beschreibung der Lehr- und Lernformen	5
1.5.3	Prüfungsmodalitäten	6
2	Studienverlaufsplan und Mobilität	7
2.1	Studienverlaufsplan	7
2.2	Mobilitätsfenster	9
3	Pflichtmodule	10
	Analysis I	11
	Lineare Algebra I	12
	Einführung in die Praktische Informatik	13
	Analysis II	14
	Lineare Algebra II	15
	Einführung in die Numerik	16
	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	17
	Proseminar	18
	Höhere Analysis	19
	Seminar	20
	Bachelorarbeit	21
	Bachelor-Seminar	22
4	Wahlpflichtbereich	23
4.1	Wahlpflichtbereich 1	24
	Algebra I	25
	Algebra II	26
	Funktionentheorie I	28
	Funktionentheorie II	29
	Algebraische Topologie I	30
	Differentialgeometrie I	31
	Discrete Structures 1	32
4.2	Wahlpflichtbereich 2	33
	Gewöhnliche Differentialgleichungen	34
	Partielle Differentialgleichungen	35
	Funktionalanalysis	36

	Wahrscheinlichkeitstheorie	37
4.3	Wahlpflichtbereich 3	38
	Numerik	39
	Statistik	40
	Grundlagen der Optimierung	41
	Die Programmiersprache R und ihre Anwendungen in der Stochastik	42
	Numerical Linear Algebra	43
4.4	Wahlbereich	44
	Mengentheoretische Topologie	45
	Einführung in die Theoretische Informatik	46
	Complex Network Analysis	48
5	Fachübergreifende Kompetenzen	50
	Tutorenschulung Mathematik	51
	Fun Facts aus der Analysis und Linearen Algebra	53
	Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik	54
	Einführung in die Mengenlehre	55
	Bildung durch Sommerschule, Ferienkurs oder Konferenz	56
	Industriepraktikum	57
	Anfängerpraktikum	58
	Fortgeschrittenenpraktikum	59
	Einführung in das Textsatzsystem LaTeX	60
	Projektmanagement	61
6	Anwendungsgebiete	62
	Astronomie	62
	Biowissenschaften	64
	Chemie	65
	Computerlinguistik	66
	Informatik	67
	Philosophie	68
	Physik	69
	Psychologie	70
	Wirtschaftswissenschaften	71

1 Qualifikationsziele, Profil und Besonderheiten des Bachelorstudiengangs Mathematik mit einem Fachanteil von 100%

1.1 Präambel - Qualifikationsziele der Universität Heidelberg

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.

1.2 Fachliche Qualifikationsziele des Studiengangs

Der Bachelorstudiengang Mathematik mit einem Fachanteil von 100% hat das Ziel einer fundierten mathematischen Grundausbildung. Mathematische Arbeit umfasst die Konstruktion und Analyse abstrakter Strukturen mit Hilfe formaler logischer Deduktion. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage zu beurteilen, ob ein Problem einer Behandlung mit mathematischen Methoden zugänglich ist. Solche Probleme können sie dann auf der Grundlage des erworbenen Wissens mathematischen Methoden aus der Algebra, Analysis, Topologie, Geometrie, Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik, Numerik oder Optimierung zuordnen, mathematisch modellieren und bearbeiten, und die Ergebnisse interpretieren. Die Absolventinnen und Absolventen haben den Umgang mit grundlegenden Methoden so weit erlernt, dass sie existierende Verfahren verstehen und anwenden können, sich weiterführende mathematische Methoden eigenständig erschließen können und anfangen können wissenschaftlich zu arbeiten.

1.3 Überfachliche Qualifikationsziele des Studiengangs

Die fachbezogenen Kompetenzen, die Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Mathematik mit einem Fachanteil von 100% im Prozess der Aneignung und Anwendung mathema-

tischer Inhalte und Methoden erworben haben, sind in vielfältiger Weise zugleich von überfachlicher Relevanz. Absolventinnen und Absolventen

- besitzen strukturelles Denken und Abstraktionsvermögen, sowie Problemlösungsstrategien
- sind in der Lage, wissenschaftliche Texte zu verfassen und Berichte, Sachverhalte und Ideen einem Publikum zu präsentieren
- können den eigenen Arbeitsprozess effektiv organisieren, eigene Wissenslücken erkennen und den eigenen Lernprozess aktiv steuern
- sind in der Lage, relevante Literatur zu recherchieren und sich selbständig neues Wissen und Fähigkeiten anzueignen
- können sich mit Fachvertretern und Laien über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen austauschen und in einem interdisziplinären/interkulturellen Kontext in einem Team erfolgreich arbeiten

1.4 Berufsfelder für Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs

Das erfolgreiche Studium des Studienganges ermöglicht eine Tätigkeit in verschiedenen beruflichen Bereichen, wie der Finanz- und Versicherungsbranche, Unternehmensberatung und Softwareentwicklung.

1.5 Erläuterungen zum Studiengang und den Modulbeschreibungen

1.5.1 Begründung für Module mit weniger als 5 LP:

In diesem Studiengang gibt es einige Module mit weniger als 5 Leistungspunkten. Bei diesen Modulen handelt es sich um inhaltlich abgeschlossene Studieneinheiten, die nicht sinnvoll mit anderen Modulen zusammengelegt werden können.

1.5.2 Beschreibung der Lehr- und Lernformen

Vorlesung: Präsentation des Lehrstoffs durch die Lehrperson mittels geeigneter Medien, Interaktion und Nachfragen möglich

Übung: Übungsaufgaben und kleinere Teile des Lehrstoffs werden erläutert, Nachfragen, Interaktion und Diskussion von und mit den Studierenden zum Verständnis des Lehrstoffs und der Beispielaufgaben

Seminar: Selbstständiges Erarbeiten eines wissenschaftlichen Themas, Erstellen einer Präsentation, Halten des Vortrags mit anschließenden Fragen und Diskussion der Teilnehmer zum Vortrag

Praktikum: Projektarbeit anhand einer Programmieraufgabe, selbstständiges Erstellen einer Software inklusive Dokumentation, Anfertigen eines Projektberichts und eines Vortrags, Halten des Vortrags zur Präsentation der Software

1.5.3 Prüfungsmodalitäten

Zu Beginn jeder Veranstaltung werden die Details und insbesondere Abweichungen zu den unten aufgeführten Prüfungsmodalitäten von der Lehrperson bekannt gegeben.

Viele Module haben eine einheitliche Regelung bei der Vergabe der LP, daher wird diese Regelung hier einmal ausführlich beschrieben und bei den Modulbeschreibungen dann nur hierher verwiesen.

Regelung zur Vergabe der LP: In diesem Modul werden die LP bei bestandener Abschlussprüfung vergeben. Die Details zur Abschlussprüfung stehen bei den einzelnen Modulen. In diesem Modul gibt es einen Übungsbetrieb mit der Bearbeitung von Übungsaufgaben. Um zur Abschlussprüfung zugelassen zu werden, sollen in der Regel 50% der Punkte in den Übungsaufgaben erreicht werden, nach Ermessen der Lehrenden kann in Einzelfällen davon abgewichen werden.

Prüfungsschema: Gemäß Prüfungsordnung besteht nach dem ersten Versuch eine Wiederholungsmöglichkeit. Eine bestandene Prüfung kann nicht wiederholt werden.

Bei einigen Modulen besteht ein Prüfungsversuch aus zwei Klausuren. Die Lehrperson gibt bekannt, ob diese Regelung angewendet wird.

Prüfungszeitraum: Für die schriftlichen Prüfungen (Klausuren) zum Ende jeden Semesters wurden zwei Prüfungszeiträume von jeweils 3 Wochen festgelegt. Der erste Prüfungszeitraum besteht aus der letzten Woche der Vorlesungszeit und den ersten beiden Wochen der vorlesungsfreien Zeit. Der zweite Prüfungszeitraum besteht aus den letzten 3 Wochen der vorlesungsfreien Zeit. In Ausnahmefällen können Prüfungen außerhalb dieser Prüfungszeiträume stattfinden.

Prüfungstermine: Bei Modulen die einmal jährlich oder seltener angeboten werden, werden im Anschluss an das Modul immer zwei Prüfungstermine angeboten. Bei schriftlichen Prüfungen liegen diese innerhalb der oben genannten Prüfungszeiträume. Bei mündlichen Prüfungen werden die Termine von den Lehrenden festgelegt.

Bei Modulen, die in jedem Semester angeboten werden, gibt es im Anschluss an das Modul nur einen Prüfungstermin.

Falls es Ausnahmen zu den Prüfungsterminen gibt, insbesondere wenn diese außerhalb der oben genannten Prüfungszeiträume liegen, müssen diese von der Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben werden.

2 Studienverlaufsplan und Mobilität

2.1 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 dies mit den fachlichen Voraussetzungen vereinbar ist.

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
	Wahl Mathematik I	8 LP
	Wahl Mathematik II	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

2.2 Mobilitätsfenster

Das Mobilitätsfenster für den Bachelorstudiengang Mathematik mit einem Fachanteil von 100% liegt in der Regel im vierten und fünften Fachsemester. Diese beiden Semester eignen sich besonders gut für einen Studienaufenthalt an einer anderen Hochschule im In- und Ausland. In diesen beiden Semestern liegen nur wenige Pflichtmodule, welche teilweise auch in andere Semester verschoben werden könnten. Bei Modulen aus dem Wahlpflicht- oder Wahlbereich, dem Bereich FÜK oder dem Anwendungsgebiet ist eine Anerkennung durch die Wahlmöglichkeiten tendenziell einfacher.

Ein Studienaufenthalt an einer anderen Hochschule im In- und Ausland kann auch in anderen Semestern stattfinden. Allerdings sollten die Zyklen Analysis und Lineare Algebra im ersten Studienjahr mit der Orientierungsprüfung, bestehend aus der erfolgreichen Teilnahme an den Pflichtmodulen *Analysis I* und *Lineare Algebra I*, an der Universität Heidelberg absolviert werden.

Die Planungen für einen solchen Studienaufenthalt sollten frühzeitig begonnen werden, gerade für einen Auslandsaufenthalt kann diese Organisationsphase durchaus ein Jahr betragen.

Informationen zum Auslandsstudium finden Sie auf den Seiten der Fakultät <https://www.mathinf.uni-heidelberg.de/de/exchangeprograms>.

3 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 8.

Analysis I

Code MA1	Name Analysis I	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Winter
Format Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Übungsaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO) B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - Grundwissen über reelle und komplexe Zahlen, die Konvergenz von Folgen und Reihen und die Differential- und Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können; - Verständnis der Beweistechniken auf diesem Gebiet und die Fähigkeit, kleinere Beweise selbst durchführen zu können; - Abstraktes und analytisches Denken auf Grenzwertprozesse anzuwenden; - Fähigkeit, selbständig Aussagen aus dem Bereich der Analysis zu beweisen, Aufgaben aus dem Themenbereich zu lösen und die Ergebnisse zu präsentieren. 	
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Systeme der komplexen und reellen Zahlen. Vollständige Induktion - Folgen, Grenzwerte, Reihen - Stetigkeit, Funktionenfolgen - Potenzreihen, Exponentialfunktion, Logarithmus, trigonometrische Funktionen - Differential- und Integralrechnung in einer Dimension, Hauptsatz, Taylorentwicklung - Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt. 	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Schulkenntnisse	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
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	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Winter
Format 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. Informatik B.Sc. Physik
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	<p>Abstraktes und strukturelles Denken, Kenntnis mathematischer Grundstrukturen wie Gruppen, Körper und Vektorräume und ihrer Homomorphismen und damit Fähigkeit die Zusammenhänge erläutern. Verständnis mathematischer Strukturbildung und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben.</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>	
Lerninhalte	<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> <p>Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt.</p>	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Schulkenntnisse	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	<p>S. Bosch: Lineare Algebra F. Lorenz: Lineare Algebra I G. Fischer: Lineare Algebra</p>	

Einführung in die Praktische Informatik

Code IPI	Name Einführung in die Praktische Informatik	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Wintersemester
Format Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 90 h Präsenzstudium 15 h Prüfungsvorbereitung 135 h Selbststudium und Bearbeitung der Übungsaufgaben (eventuell in Gruppen)	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik Lehramt Informatik B.Sc. Mathematik
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema 1+3
Lernziele	Die Studierenden erlernen die Entwicklung von Software im Kleinen und können mit diesem Wissen kleine Programme in C++ entwerfen, realisieren, testen und Eigenschaften der Programme ermitteln, dazu können sie mit einfachen Programmierwerkzeugen umgehen.	
Lerninhalte	<p>Die Lehrveranstaltung führt in die Entwicklung von Software im Kleinen ein. Überblick über die Praktische Informatik.</p> <p>Technische und formale Grundlagen der Programmierung.</p> <p>Sprachliche Grundzüge (Syntax und Semantik von Programmiersprachen).</p> <p>Einführung in die Programmierung (Wert, elementare Datentypen, Funktion, Bezeichnerbindung, Sichtbarkeit von Bindungen, Variable, Zustand, Algorithmus, Kontrollstrukturen, Anweisung, Prozedur)</p> <p>Weitere Grundelemente der Programmierung (Typisierung, Parametrisierung, Rekursion, strukturierte Datentypen, insbesondere z.B. Felder, Listen, Bäume).</p> <p>Grundelemente der objektorientierten Programmierung (Objekt, Referenz, Klasse, Vererbung, Subtypbildung).</p> <p>Abstraktion und Spezialisierung (insbesondere Funktions-, Prozedurabstraktion, Abstraktion und Spezialisierung von Klassen) .</p> <p>Spezifikation und Verifikation von Algorithmen, insbesondere einfache Testtechniken.</p> <p>Terminierung.</p> <p>Einfache Komplexitätsanalysen.</p> <p>Einfache Algorithmen (Sortierung).</p>	
Teilnahmevoraussetzungen	keine	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	Wird von der bzw. dem Lehrenden bekannt gegeben.	

Analysis II

Code MA2	Name Analysis II	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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. Informatik
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - Grundwissen über gewöhnliche Differentialgleichungen sowie über die Differential- und Integralrechnung in mehreren Variablen und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können. - Abstraktes und analytisches Denken anwenden, - Selbständiges Beweisen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen 	
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Metrische und normierte Räume - Gewöhnliche Differentialgleichungen, Picard-Lindelöf - Differentialrechnung in höheren Dimensionen, partielle und totale Ableitung, Extremwerte, Taylorreihe - Satz von der impliziten Funktion, Umkehrsatz, Untermannigfaltigkeiten, Extrema mit Nebenbedingungen - Wegintegrale, Vektorfelder, Rotation und Divergenz - Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt. 	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
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	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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)
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Vertiefende Kenntnisse der Linearen Algebra und damit die Fähigkeit die Strukturen zu handhaben und die Zusammenhänge zu erläutern Fähigkeit zum selbständigen Beweisen von Aussagen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich und zur schriftlichen und mündlichen Darstellung der Ergebnisse.	
Lerninhalte	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. Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen ist: Lineare Algebra I (MA4)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	S. Bosch: Lineare Algebra F. Lorenz: Lineare Algebra II	

Einführung in die Numerik

Code MA7	Name Einführung in die Numerik	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Semester
Format 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 B.Sc. Informatik
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
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.	
Lerninhalte	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)	
Teilnahme- voraus- setzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1/ MA2) und Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Programmierkurs (IPK), Programmierkenntnisse	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
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	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus mindest. jedes 2. Semester
Format 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. Informatik
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
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.	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche 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	
LP 6	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Semester
Format 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
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende je nach Angebot	Prüfungsschema
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.	
Lerninhalte	nach Absprache mit der bzw. dem Lehrenden, insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlene Vorkenntnisse werden von der bzw. dem Lehrenden bekanntgegeben	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Prüfung abgeschlossen. Diese Prüfung umfasst die Ausarbeitung und das Halten eines Vortrages von etwa 45 bis 90 Minuten Dauer. Zur Vergabe der LP muss die Prüfung bestanden werden und aktive und passive Teilnahme an weiteren Vorträgen erforderlich. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt.	
Nuetzliche Literatur	wird von der bzw. dem Lehrenden bekanntgegeben	

Höhere Analysis

Code MA3	Name Höhere Analysis	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Winter
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau der Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher. Insbesondere Grundwissen über das Lebesgueintegral und die klassische Integralsätze und damit die Fähigkeit die Strukturen zu handhaben und die Zusammenhänge zu erläutern - Erlangung höherer Abstraktionsfähigkeit, selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen. 	
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Maßtheorie - Lebesgueintegral, Konvergenzsätze, L^p-Räume - Satz von Fubini und Transformationssatz - Fouriertransformation, Faltung - Satz von Gauß, Satz von Stokes - Differentialformen, Integration auf Mannigfaltigkeiten 	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung	

Seminar

Code MS	Name Seminar	
LP 6	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Semester
Format 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 Lehramt Mathematik (GymPO)
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende je nach Angebot	Prüfungsschema
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.	
Lerninhalte	nach Absprache mit der bzw. dem Lehrenden, insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlene Vorkenntnisse werden von der bzw. dem Lehrenden bekanntgegeben	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Prüfung abgeschlossen. Diese Prüfung umfasst die Ausarbeitung und das Halten eines Vortrages von etwa 45 bis 90 Minuten Dauer. Zur Vergabe der LP muss die Prüfung bestanden werden und aktive und passive Teilnahme an weiteren Vorträgen erforderlich. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt.	
Nuetzliche Literatur	wird von der bzw. dem Lehrenden bekanntgegeben	

Bachelorarbeit

Code MBA_100	Name Bachelorarbeit	
LP 12	Dauer 3 Monate	Angebotsturnus jedes Semester
Format 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%
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende je nach Angebot	Prüfungsschema
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	
Lerninhalte	selbstständiges wissenschaftliches Bearbeiten einer beschränkten Aufgabenstellung aus der Mathematik und ihren Anwendungen	
Teilnahme- voraus- setzungen	nach Prüfungsordnung mindestens 120 LP; weiterhin sind empfohlen: Wahlpflichtvorlesungen und Modul Seminar (MS)	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Zur Vergabe der LP ist das Bestehen der benoteten Bachelorarbeit nötig. Die Bachelorarbeit umfasst regelmäßige Treffen mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer und die schriftliche Ausarbeitung.	
Nuetzliche Literatur		

Bachelor-Seminar

Code MBS	Name Bachelor-Seminar	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Semester
Format 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
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende je nach Angebot	Prüfungsschema
Lernziele	Erwerb und Kommunikation komplexer mathematischer Sachverhalte Befähigung, einen umfangreichen mathematischen Themenkreis klar und verständlich einem kleineren Kreis von Hörern zu vermitteln	
Lerninhalte	Vorstellung der Bachelorarbeit vor der Betreuerin bzw. dem Betreuer und anderen Bachelorstudierenden in Form eines Vortrags	
Teilnahme- voraus- setzungen	empfohlene Vorkenntnisse werden von der Betreuerin bzw. dem Betreuer bekanntgegeben	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten mündlichen Prüfung abgeschlossen. Diese Prüfung umfasst einen etwa 1-stündigen Vortrag über die Bachelorarbeit. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt.	
Nuetzliche Literatur	wird von der Betreuerin bzw. dem Betreuer bekanntgegeben	

4 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. Diese kann aus den Grund- und Aufbaumodulen des Master Mathematik gewählt werden. Die zwei Module für die Wahl Mathematik können aus den vier oben genannten Bereichen frei gewählt werden.

4.1 Wahlpflichtbereich 1

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 1 aufgeführt.

Das Modul *Discrete Structures 1* (IDS1) aus der Informatik kann als Wahlpflichtmodul in diesem Wahlpflichtbereich 1 angerechnet werden.

Algebra I

Code MB1	Name Algebra I	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Winter
Format 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)
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Grundwissen über Gruppen, Ringe und Körper einschließlich der Galoisschen Theorie; Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen einer begrifflich komplexen mathematischen Theorie, mit diesen genannten Kenntnissen die Fähigkeit die Strukturen zu handhaben und die Zusammenhänge zu erläutern, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Lineare Algebra I (MA4) und Lineare Algebra II (MA5)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	S. Bosch: Algebra S. Lang: Algebra F. Lorenz, F. Lemmermeyer: Algebra	

Algebra II

Code MB2	Name Algebra II	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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)
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	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; Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen begrifflich komplexer mathematischer Theorien, mit diesen genannten Kenntnissen die Fähigkeit die Strukturen zu handhaben und die Zusammenhänge zu erläutern, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	Der Dozent stellt eine Auswahl aus den folgenden Themenbereichen vor: I. Kommutative Algebra: Noethersche und Artinsche Ringe und Moduln, Hilbertscher Basissatz, Spektrum und Primärzerlegung, Kompletterung, weitere Themen aus dem Bereich kommutative Algebra II. Darstellungstheorie: Halbeinfache Algebren, Wedderburn-Theorie, Brauergruppe, Gruppencharaktere, induzierte Charaktere und Darstellungen, weitere Themen aus dem Bereich Darstellungstheorie. III. Homologische Algebra: Universelle Konstruktionen, projektive und injektive Moduln, Kategorien und Funktoren, abelsche Kategorien, abgeleitete Funktoren, Gruppenkohomologie, weitere Themen aus dem Bereich Homologische Algebra. IV. Unendliche Galoistheorie: unendliche Galoiserweiterungen, die absolute Galoisgruppe, Galoiskohomologie, Hilberts Satz 90, weitere Themen aus dem Bereich Unendliche Galoistheorie. V. Weitere Themenbereiche der Algebra.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen ist: Algebra I (MB1)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten mündlichen oder schriftlichen Prüfung abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	

Nuetzliche Literatur	M. Atiyah, I. MacDonald: 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	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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)
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Einführung in die komplexe Analysis und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können. 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	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	Freitag, Busam: Funktionentheorie I Remmert, Schumacher: Funktionentheorie I Fischer, Lieb: Funktionentheorie	

Funktionentheorie II

Code MB4	Name Funktionentheorie II	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus unregelmäßig
Format 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)
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Fortsetzung der Vorlesung Funktionentheorie I (MB3) und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können, Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Lerninhalte	<p>I. Konstruktion analytischer Funktionen: Spezielle Funktionen (z. B. Gammafunktion), der Weierstraßsche Produktsatz, der Partialbruchsatz von Mittag-Leffler</p> <p>II. Elliptische Funktionen</p> <p>III. Modulformen</p> <p>Mögliche Vertiefungen finden in den folgenden Gebieten statt:</p> <p>I. Riemannsche Flächen</p> <p>II. Funktionentheorie mehrerer Veränderlicher</p> <p>III. Analytische Zahlentheorie</p> <p>IV. Wertverteilungstheorie, geometrische Funktionentheorie</p>	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Funktionentheorie I (MB3)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nuetzliche Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.	

Algebraische Topologie I

Code MB5	Name Algebraische Topologie I	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus 2-jährlich
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende Markus Banagl	Prüfungsschema
Lernziele	Grundwissen der Algebraischen Topologie und damit die Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können, Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten mündlichen oder schriftlichen Prüfung abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	Glen E. Bredon: Topology and Geometry James R. Munkres: Elements of Algebraic Topology	

Differentialgeometrie I

Code MG15	Name Differentialgeometrie I	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
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	
Lerninhalte	Differenzierbare Mannigfaltigkeit, (Semi-) Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Zusammenhänge, Geodätische, Krümmung.	
Teilnahme- voraus- setzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) und Lineare Algebra I und II (MA4, MA5))	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
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	

Discrete Structures 1

Code IDS1	Name Discrete Structures 1	
LP 8	Dauer one semester	Angebotsturnus every winter semester
Format Lecture 4 SWS + Exercise course 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; thereof 90 h lecture 20 h preparation for exam 130 h self-study and working on assignments/projects (optionally in groups)	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik B.Sc. Mathematik
Sprache English	Lehrende Felix Joos	Prüfungsschema 1+1
Lernziele	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - understand several basic graph parameters and the central theorems in these areas - can solve easy problems involving discussed topics - can describe graph algorithms computing discussed graph parameters - know how to use graphs and graph parameters to model real world problems 	
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction to graph theory terminology - Matchings in graph and hypergraphs - Graph connectivity - Planar graphs - Graph Colouring - Hamilton Cycles - Ramsey Theory - Random graphs - Algebraic Graph constructions (Cayley graphs, Kneser graphs,...) - Algorithms computing discussed graph parameters 	
Teilnahmevoraussetzungen	recommended are: Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Mathematik für Informatiker 1 (IMI1) or Lineare Algebra 1 (MA4), Mathematik für Informatiker 2 (IMI2) oder Analysis 1 (MA1)	
Vergabe der LP und Modulendnote	The module is completed with a graded oral or written exam. The final grade of the module is determined by the grade of the exam. The requirements for the assignment of credits follows the regulations in section modalities for exams.	
Nuetzliche Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Reinhard Diestel Graph Theory, 5th edition, Springer, 2016/17 - Douglas West, Introduction to Graph Theory, Pearson, 2011. - J.A. Bondy and U.S.R. Murty, Graph Theory, Springer, 2008. - Bernhard Korte and Jens Vygen, Combinatorial Optimization, 6th edition, 2018. 	

4.2 Wahlpflichtbereich 2

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 2 aufgeführt.

Gewöhnliche Differentialgleichungen

Code MC1	Name Gewöhnliche Differentialgleichungen	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus mindst. jedes 4. Semester
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Einführung in die Lösungstheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können, Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	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	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1,MA2), Lineare Algebra I (MA4)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen V.I. Arnold: Gewöhnliche Differentialgleichungen	

Partielle Differentialgleichungen

Code MC2	Name Partielle Differentialgleichungen	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus mindst. jedes 4. Semester
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Einführung in das Gebiet der partiellen Differentialgleichungen an Hand dreier klassischer Beispiele sowie Grundwissen über einen funktionalanalytischen Zugang und damit Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	I. Die Potentialgleichung: Fundamentallösung, Maximumprinzip, Perron-Verfahren, Newton-Potential II. Die Wärmeleitungsgleichung: Anfangswertproblem III. Die Wellengleichung: Wellengleichung in niederen Raumdimensionen, Cauchy-Problem IV. Die Hilbertraummethode bei elliptischen Randwertproblemen	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten mündlichen oder schriftlichen Prüfung abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	J. Jost: Partielle Differentialgleichungen	

Funktionalanalysis

Code MC3	Name Funktionalanalysis	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus in der Regel jährlich
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Grundwissen der Funktionalanalysis und damit die Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können, Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	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	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung	

Wahrscheinlichkeitstheorie

Code MC4	Name Wahrscheinlichkeitstheorie	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Grundlagen für alle Gebiete der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik und damit die Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	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)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche 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.	

4.3 Wahlpflichtbereich 3

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 3 aufgeführt.

Das Modul *Lineare Optimierung* wurde zum WS 2021/22 umbenannt zu *Grundlagen der Optimierung*.

Numerik

Code MD1	Name Numerik	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Sommer
Format 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
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
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	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Numerik (MA7)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung (Vorlesungsskriptum)	

Statistik

Code MD2	Name Statistik	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich im Winter
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Prinzipien der mathematischen Statistik. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	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.	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik (MA8), Wahrscheinlichkeitstheorie (MC4)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
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	

Grundlagen der Optimierung

Code MD3	Name Grundlagen der Optimierung	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jährlich
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - einen Überblick über verschiedene Klassen kontinuierlicher, unrestringierter und restringierter Optimierungsaufgaben zu gewinnen, - typische Argumentationsweisen zur Herleitung von Optimalitätsbedingungen kennenzulernen, - wesentliche Lösungsalgorithmen und ihre Konvergenzeigenschaften zu verstehen 	
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Klassifikation von Optimierungsaufgaben - Optimalitätsbedingungen, Gradienten- und Newton-Verfahren für unrestringierte differenzierbare Optimierungsaufgaben - Optimalitätsbedingungen, Dualität, Simplex-Verfahren für lineare Optimierungsaufgaben - Richtungsableitung und Subdifferential konvexer Funktionen, Optimalitätsbedingungen, Gradienten- und Proximale-Punkte Verfahren für konvexe Optimierungsaufgaben 	
Teilnahmevoraussetzungen	Empfohlen sind: Lineare Algebra I, Analysis I und II, Programmierkenntnisse	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten mündlichen oder schriftlichen Prüfung abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
Nuetzliche Literatur	Geiger, Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben Vanderbei: Linear Programming Beck: First-Order Methods in Optimization	

Die Programmiersprache R und ihre Anwendungen in der Stochastik

Code MD7	Name Die Programmiersprache R und ihre Anwendungen in der Stochastik	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus unregelmäßig
Format Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 60 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 20 h Klausur mit Vorbereitung 50 h Programmierprojekt 20 h Erstellen eines Berichts sowie Vorbereitung und Durchführung einer Kurzpräsentation des Projektes	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik
Sprache Deutsch	Lehrende Christof Schötz	Prüfungsschema
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - Selbstständige Umsetzung einfacher theoretischer Konzepte aus der Stochastik am Computer - Selbstständiges Bearbeiten von praktischen Programmieraufgaben in R - Schreiben von effektiven und wiederverwendbaren Programmcodes - Implementierung eines umfangreicheren Projekts 	
Lerninhalte	<p>Grundlagen der R-Programmierung Datenstrukturen, Subsetting, Funktionen, Objekte, funktionale Programmierung</p> <p>Grundkenntnisse zur Effizienz von R-Programmen Simulation von Zufallsexperimenten und deren Analyse Anwendungen von R in der Statistik Informationsvisualisierung Erstellung von Paketen</p>	
Teilnahme- voraus- setzungen	empfohlen sind: Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik (MA8) (diese kann auch parallel gehört werden)	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Prüfung abgeschlossen. Die Prüfung umfasst die Klausur, den Bericht und die Kurzpräsentation des Projektes. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt. Weitere Details zur Vergabe der LP werden vom Lehrenden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	https://de.wikibooks.org/wiki/GNU_R Hadley Wickham - Advanced R	

Numerical Linear Algebra

Code MD8	Name Numerical Linear Algebra	
LP 8	Dauer one semester	Angebotsturnus annually in Winter
Format Lecture 4 SWS + Exercise course 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; thereof 60 h lectures, 30 h exercises, 120 h homework and lecture wrap-up, 30 h exam preparations	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Sprache Englisch	Lehrende Guido Kanschat	Prüfungsschema
Lernziele	Understanding eigenvalue problems from a numerical point of view; conditioning and estimates. Knowledge of methods for determining single and more eigenvalues of dense matrices and understanding their theoretical foundation. Understanding of the particular demands of sparse linear systems. Knowledge of Krylov space methods and being able to analyze them mathematically.	
Lerninhalte	Conditioning of eigenvalue problems, eigenvalue estimates, power iterations for single eigenvalues, the QR method to compute the whole spectrum of dense matrices; the concept of sparse matrices and matrix free computations, Krylov space methods for the solution of sparse linear systems: the conjugate gradient method and the generalized minimal residual method. Krylov space methods for sparse eigenvalue problems: Lanczos and Arnoldi methods.	
Teilnahmevoraussetzungen	recommended are: Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Einführung in die Numerik (MA7)	
Vergabe der LP und Modulendnote	The module is completed with a graded oral or written exam. The final grade of the module is determined by the grade of the exam. The requirements for the assignment of credits is sufficient success with homework assignments, theoretical as well as programming and passing the final exam. Details will be given by the lecturer at the beginning of the class.	
Nuetzliche Literatur	Y. Saad: Iterative methods for sparse linear systems Y. Saad: Numerical methods for large eigenvalue problems	

4.4 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.

Mengentheoretische Topologie

Code ME5	Name Mengentheoretische Topologie	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus unregelmäßig
Format 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
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema
Lernziele	Grundkenntnisse über mengentheoretische Topologie und damit die Fähigkeit die Strukturen handhaben und die Zusammenhänge erläutern zu können. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
Lerninhalte	<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 	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten mündlichen oder schriftlichen Prüfung abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.	
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	
LP 8	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Sommersemester
Format Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon 90 h Präsenzstudium 15 h Prüfungsvorbereitung 135 h Selbststudium und Bearbeitung der Übungsaufgaben (eventuell in Gruppen)	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik Lehramt Informatik B.Sc. Mathematik
Sprache Deutsch	Lehrende Felix Joos, Wolfgang Merkle	Prüfungsschema 1+1
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>	
Lerninhalte	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.	

Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Grundkenntnisse aus Mathematik und Informatik
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen. Die Modulendnote wird durch die Note der Klausur festgelegt. Für die Vergabe der LP gilt die Regelung aus dem Kapitel Prüfungsmodalitäten.
Nuetzliche Literatur	

Complex Network Analysis

Code ICNA	Name Complex Network Analysis	
LP 8	Dauer one semester	Angebotsturnus every 2nd wintersemester
Format Lecture 4 SWS + Exercise course 2 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; thereof 90 h lecture 12 h preparation for exam 130 h self-study and working on assignments/projects (optionally in groups)	Verwendbarkeit M.Sc. Angewandte Informatik M.Sc. Data and Computer Science M.Sc. Scientific Computing B.Sc. Mathematik
Sprache English	Lehrende Michael Gertz	Prüfungsschema 1+1
Lernziele	<p>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 using programming environments such as R or Python - 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 principles behind the spread of phenomena in complex networks 	
Lerninhalte	<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 	
Teilnahmevoraussetzungen	recommended are: Algorithmen und Datenstrukturen (IAD), Knowledge Discovery in Databases (IKDD), Lineare Algebra I (MA4)	

Vergabe der LP und Modulendnote	The module is completed with a graded written exam. The final grade of the module is determined by the grade of the exam. The requirements for the assignment of credits follows the regulations in section modalities for exams.
Nuetzliche Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Albert-Laszlo Barabasi: Network Science, Cambridge University Press, 2016. - M.E.J. Newmann: Networks: An Introduction, Oxford University Press, 2010. - Vito Latora, Vincenzo Nicosia, Giovanni Russo: Complex Networks - Principles, Methods and Applications, Cambridge University Press, 2017. - David Easley, Jon Kleinberg: Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World, Cambridge University Press, 2010. - Stanley Wasserman, Katherine Faust: Social Network Analysis-Methods and Applications, Cambridge University Press, 1994.

5 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 Mathematik

Code MTuSchu	Name Tutorenschulung Mathematik	
LP 2 FÜK	Dauer ein Semester	Angebotsturnus zu Beginn jedes Wintersemesters
Format Schulung	Arbeitsaufwand 60 h; davon 15 h Präsenzzeit Schulung 2 h Präsenzzeit Kollegiale Kurshospitation 5 h Präsenzzeit Kollegiale Praxisberatung 38 h Abschlussreflexion	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik
Sprache Deutsch	Lehrende	Prüfungsschema
Lernziele	<p>Die Teilnehmenden haben ihr didaktisches Handlungsrepertoire in Bezug auf die Gestaltung von Lehr-Lern-Situationen erweitert, indem sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - didaktische Grundkonzepte beschreiben und in der eigenen Veranstaltungsplanung umsetzen können - Methoden zur Aktivierung von Teilnehmenden erlebt haben und deren Bedeutung für den Lernprozess einordnen können - unterschiedliche Rollenmodelle diskutieren und sich in Bezug auf diese verorten können - sich und andere in Unterrichtssituationen beobachten und daraus Rückschlüsse für ihr eigenes Handeln ziehen können - sich über im Tutorium erlebte herausfordernde Situationen austauschend beraten können. 	

Lerninhalte	<p>Die Schulung besteht aus folgenden Teilen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Didaktik-Schulung 1 Tag - Fachdidaktik-Schulung Mathematik 1 Tag - Kollegiale Kurshospitation (jeweils 1 h) - Kollegiale Praxisberatung (1/2 Tag), während des Semesters - Didaktische Reflexion und Dokumentation (Schreiben einer ca. 5-6 seitigen Abschlussreflexion über die eigene Erfahrung) <p>Inhalte allgemeiner Didaktikteil:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leitungsrolle als Tutor - Grundlagen Lehr-Lern-Konzepte - herausfordernde Situationen im Tutorium meistern <p>aktive Lernumgebung schaffen</p> <p>Inhalte Fachdidaktikteil Mathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übungszettel korrigieren - Was macht ein gutes Tutorium aus? - Umgang mit Präsenzaufgaben - Lernen an Lösungsbeispielen
Teilnahmevoraussetzungen	Das Halten eines Tutoriums im Wintersemester wird empfohlen, da sonst die Teile Kollegiale Kurshospitation und Praxisberatung sowie die Abschlussreflexion nicht absolviert werden können.
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer unbenoteten Abschlussreflexion abgeschlossen. Weitere Details werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Nuetzliche Literatur	

Fun Facts aus der Analysis und Linearen Algebra

Code MFFALA	Name Fun Facts aus der Analysis und Linearen Algebra	
LP 2 FÜK	Dauer ein Semester	Angebotsturnus unregelmäßig
Format Vorlesung 2 SWS	Arbeitsaufwand 60h, davon 30h Vorlesung 20h Nachbereitung 10h gemeinsames Projekt	Verwendbarkeit BSc. Mathematik
Sprache Deutsch	Lehrende Anna Schilling	Prüfungsschema
Lernziele	Die Studierenden lernen die in den Grundvorlesungen Analysis 1 (MA1) und Lineare Algebra I (MA4) behandelten Inhalte aus einem neuen Blickwinkel zu sehen und in einen größeren Kontext zu setzen. Sie stellen Zusammenhänge zwischen den beiden Vorlesungen her und bekommen einen ersten Einblick in weitere Bereiche der Mathematik, wobei sie lernen, ihre bereits erworbenen Kenntnisse in neuen Bereichen anzuwenden.	
Lerninhalte	<p>Die Vorlesung ist ein Zusatzangebot zu den Grundvorlesungen Lineare Algebra I (MA4) und Analysis I (MA1). Ausgehend von den dort behandelten Themen werden Aspekte aus weiteren Bereichen der Mathematik vorgestellt, die über die Inhalte der Grundvorlesungen hinaus gehen.</p> <p>Zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konstruktion der reellen Zahlen - besondere (Gegen-)Beispiele konvergenter Folgen - interessante Metriken - Normalformen für Quadriken - Ableitung in Matrixgruppen <p>Der Fokus liegt dabei auf den Verbindungen zwischen den Bereichen der Mathematik und einem allgemeinen Verständnis der größeren Zusammenhänge.</p>	
Teilnahmevoraussetzungen	keine; gleichzeitiger Besuch der Grundvorlesungen Analysis I (MA1) und Lineare Algebra I (MA4) ist hilfreich	
Vergabe der LP und Modulendnote	Die LP werden für das bestandene Modul vergeben. Zum Bestehen ist eine aktive Teilnahme an der Vorlesung und eine erfolgreiche Teilnahme an einem gemeinsamen Projekt am Ende der Vorlesung notwendig. Weitere Details werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur		

Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik

Code MFIN	Name Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik	
LP 2 FÜK	Dauer ein Semester	Angebotsturnus jedes Semester
Format Block- veranstaltung während der vorlesungsfrei- en 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
Sprache Deutsch	Lehrende Johannes Bartels	Prüfungsschema
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.	
Lerninhalte	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 Inhalte sind z. B. die mathematische Darstellung von Lebensversicherungen, versicherungsmathematische Bilanzgleichungen, die Mathematik hinter Geschäftsberichten, Risikoberechnung von Kapitalanlagen, risk management, Mathematik von Derivaten. Zusätzlich zu den Anwendungen der Mathematik in ihren Bereichen geben die Dozenten Einblicke in kaufmännische, rechtliche und politische Rahmenbedingungen.	
Teilnahme- voraus- setzungen		
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Die Details zur Abschlussprüfung und der Vergabe der LP werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur		

Einführung in die Mengenlehre

Code ME6	Name Einführung in die Mengenlehre	
LP 4 FÜK	Dauer ein Semester	Angebotsturnus
Format Vorlesung 2 SWS	Arbeitsaufwand 120 h; davon 30 h Vorlesung 90 h Bearbeitung der Hausaufgaben, Nachbereitung der Vorlesung und Vorbereitung Abschlussprüfung	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Sprache Deutsch	Lehrende Kai Hauser	Prüfungsschema
Lernziele	Die Axiome von Zermelo - Fraenkel mit Auswahlaxiom, transfiniten Zahlen und Wohlordnungen, fundierte Relationen und Rekursion, Kontinuumshypothese und Unabhängigkeitsbeweise. Selbständiges Lösen von Problemen aus dem Themenbereich	
Lerninhalte	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.	
Teilnahme- voraus- setzungen	empfohlen sind: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Die Details zur Abschlussprüfung und der Vergabe der LP werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.	
Nuetzliche 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	
LP 1 LP FÜK pro 30h	Dauer	Angebotsturnus
Format 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
Sprache	Lehrende Prüfungsausschussvorsitzender	Prüfungsschema
Lernziele	Erfahrung mit über das Studium hinausgehenden fachlichen Inhalten und intensiven Diskussionen dazu	
Lerninhalte		
Teilnahme- voraus- setzungen		
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Das Modul wird mit einer unbenoteten Prüfung abgeschlossen. Diese Prüfung umfasst einen schriftlichen Bericht über die Veranstaltung und dabei gesammelte Erfahrungen (ca. 1 Seite pro LP) . Zur Vergabe der LP muss dieser Bericht bestanden werden.	
Nuetzliche Literatur		

Industriepraktikum

Code MPI	Name Industriepraktikum	
LP 4 bis 8	Dauer 4 - 8 Wochen	Angebotsturnus
Format Praktikum mit Abschlussbericht	Arbeitsaufwand 120-240 h; davon 5-10 h Verfassung des Abschlussberichts	Verwendbarkeit B.Sc. Mathematik
Sprache	Lehrende	Prüfungsschema
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	
Lerninhalte	<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>	
Teilnahmevoraussetzungen	Mindestens vier Pflichtmodule des Bachelorstudiengangs Mathematik; Angebot eines mit den Lernzielen verträglichen Praktikumsplatzes	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul ist unbenotet und wird mit einem Bericht abgeschlossen. Dieser Erfahrungsbericht im Umfang von 600 bis 1000 Wörtern soll insbesondere den Bezug des Praktikums zum Studium widerspiegeln. Die Vergabe der LP erfolgt bei bestandenem Bericht.	
Nuetzliche Literatur		

Anfängerpraktikum

Code IAP	Name Anfängerpraktikum	
LP 2 + 4 ÜK	Dauer	Angebotsturnus jedes Semester
Format Praktikum 4 SWS	Arbeitsaufwand 180 h; davon mind. 15 Präsenzstunden	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik fachübergreifende Kompetenzen Bachelor Mathematik
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende je nach Angebot	Prüfungsschema 1+1
Lernziele	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. Zusätzlich stehen die projektypischen Kompetenzen im Vordergrund, insbesondere das Arbeiten im Team (von bis zu drei Studierenden): Durchführung von Projekten und ihrer Phasenstruktur Planung von Projekt- und Teamarbeit. Zu den zu trainierenden Softskills zählen somit insbesondere Teamfähigkeit, Einübung von Präsentationstechniken sowie eigenverantwortliches Arbeiten.	
Lerninhalte	Domänenkenntnisse abhängig von den DozentInnen; allgemeine Lerninhalte sind: Einführung in die Projektarbeit Eigenständige Entwicklung von Software und deren Dokumentation	
Teilnahme- voraus- setzungen	empfohlen sind: Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Programmierkurs (IPK)	
Vergabe der LP und Mo- dulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Prüfung abgeschlossen. Diese Prüfung umfasst die Bewertung der dokumentierten Software, des Projektberichts (ca. 5 Seiten) und des Vortrags (ca. 30 Minuten zzgl. Diskussion). Zur Vergabe der LP muss diese Prüfung bestanden werden. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt.	
Nuetzliche Literatur		

Fortgeschrittenenpraktikum

Code IFP	Name Fortgeschrittenenpraktikum	
LP 8	Dauer	Angebotsturnus jedes Semester
Format Praktikum 6 SWS	Arbeitsaufwand 240 h; davon mind. 25 h Präsenzzeit 10 h Vorbereitung Vortrag	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik Lehramt Informatik
Sprache Deutsch oder Englisch	Lehrende je nach Angebot	Prüfungsschema 1+1
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): Durchführung und Evaluation von Projekten und ihrer Phasenstruktur 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>	
Lerninhalte	<p>Domänenkenntnisse abhängig von den Lehrenden; allgemeine Lerninhalte sind: Vertiefung in die Projektarbeit Eigenständige Entwicklung von komplexer Software und deren Dokumentation</p>	
Teilnahmevoraussetzungen	empfohlen sind: Anfängerpraktikum (IAP), Einführung in Software Engineering (ISW)	
Vergabe der LP und Modulendnote	Das Modul wird mit einer benoteten Prüfung abgeschlossen. Diese Prüfung umfasst die Bewertung der dokumentierten Software, des Projektberichts (5-10 Seiten) und des Vortrags (ca. 30 Minuten zzgl. Diskussion). Zur Vergabe der LP muss diese Prüfung bestanden werden. Die Modulendnote wird durch die Note der Prüfung festgelegt.	
Nützliche Literatur		

Einführung in das Textsatzsystem LaTeX

Code ILat	Name Einführung in das Textsatzsystem LaTeX	
LP 2 ÜK	Dauer ein Semester	Angebotsturnus unregelmäßig
Format Praktikum 2 SWS	Arbeitsaufwand 60 h; davon 30 h Präsenzstudium 15 h praktische Übung am Rechner 15 h Hausaufgaben	Verwendbarkeit B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Informatik B.Sc. Mathematik M.Sc. Scientific Computing
Sprache Deutsch	Lehrende wechselnd	Prüfungsschema 1+1
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. 	
Lerninhalte	<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 	
Teilnahmevoraussetzungen	keine	
Vergabe der LP und Modulendnote	Die Details werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur		

Projektmanagement

Code IProj	Name Projektmanagement	
LP 3 ÜK	Dauer ein Semester	Angebotsturnus voraussichtlich jedes Wintersemester
Format 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, B.Sc. Informatik
Sprache Deutsch	Lehrende	Prüfungsschema 1+1
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.	
Lerninhalte	<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.</p> <p>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>	
Teilnahmevoraussetzungen	keine	
Vergabe der LP und Modulendnote	Die Details werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.	
Nuetzliche Literatur	A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 4th Edition	

6 Anwendungsgebiete

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 Studienende 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 Studienende 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. Hierbei sind bei den Wahlpflichtmodulen Informatik aus Kapitel 3.2 nur die explizit gelisteten Module erlaubt, nicht jedoch die Module aus dem Master Angewandte Informatik.

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	SS

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.