

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

**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Fakultät für Mathematik und Informatik**

**Fassung vom 14.07.2021 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

## Präambel

# Qualitätsziele der Universität Heidelberg in Studium und Lehre

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

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

## Fachliche und überfachliche Qualifikationsziele des Bachelor-Studiengangs Mathematik

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

## **Einige Erläuterungen zu den Modulen**

### **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.

### **Erläuterungen zur Sprache der Module:**

Die Modulbeschreibungen sind in der Sprache verfasst in welcher das Modul auch angeboten wird, d.h. bei Modulbeschreibungen in Deutsch wird das Modul auch auf Deutsch gehalten, bei englischer Beschreibung auf Englisch. Ausnahmen sind möglich.

### **Beschreibung der Lehr- und Lernformen**

Vorlesung: Präsentation des Lehrstoffs durch den Lehrenden 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

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Pflichtmodule</b>	<b>8</b>
	Analysis I	9
	Lineare Algebra I	11
	Einführung in die Praktische Informatik	12
	Analysis II	14
	Lineare Algebra II	15
	Einführung in die Numerik	16
	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	17
	Proseminar	19
	Höhere Analysis	20
	Seminar	21
	Bachelor-Arbeit	22
	Bachelor-Seminar	23
<b>3</b>	<b>Wahlpflichtbereich</b>	<b>24</b>
3.1	Wahlpflichtbereich 1	25
	Algebra I	26
	Algebra II	27
	Funktionentheorie I	29
	Funktionentheorie II	30
	Algebraische Topologie I	31
	Differentialgeometrie I	32
	Discrete Structures 1	33
3.2	Wahlpflichtbereich 2	35
	Gewöhnliche Differentialgleichungen	36
	Partielle Differentialgleichungen	37
	Funktionalanalysis	38
	Wahrscheinlichkeitstheorie	39
3.3	Wahlpflichtbereich 3	41
	Numerik	42
	Statistik	43
	Grundlagen der Optimierung	44
	Die Programmiersprache R und ihre Anwendungen in der Stochastik	45
	Numerical Linear Algebra	47
3.4	Wahlbereich	48
	Einführung in die Geometrie	49

Mathematische Logik . . . . .	50
Mengentheoretische Topologie . . . . .	51
Einführung in die Theoretische Informatik . . . . .	52
Complex Network Analysis . . . . .	54
<b>4 Fachübergreifende Kompetenzen</b>	<b>56</b>
Tutorenschulung Mathematik . . . . .	57
Fun Facts aus der Analysis und Linearen Algebra . . . . .	59
Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik . . . . .	60
Einführung in die Mengenlehre . . . . .	62
Bildung durch Sommerschule, Ferienkurs oder Konferenz . . . . .	63
Industriepraktikum . . . . .	64
Anfängerpraktikum . . . . .	66
Fortgeschrittenenpraktikum . . . . .	67
Einführung in das Textsatzsystem LaTeX . . . . .	68
Projektmanagement . . . . .	70
<b>5 Anwendungsgebiete</b>	<b>72</b>
Astronomie . . . . .	73
Biowissenschaften . . . . .	74
Chemie . . . . .	75
Computerlinguistik . . . . .	76
Informatik . . . . .	77
Philosophie . . . . .	78
Physik . . . . .	79
Psychologie . . . . .	80
Wirtschaftswissenschaften . . . . .	81

# 1 Studienverlaufsplan

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

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

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

# Studienverlaufsplan

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

## 2 Pflichtmodule

Nachfolgend sind die Pflichtmodule der Mathematik beschrieben, welche auch ein Modul aus der Informatik die *Einführung in die Praktische Informatik* enthalten. Die Reihenfolge der Module orientiert sich dabei an der Abfolge im Studienverlaufsplan auf Seite 7.

## Analysis I

<b>Code</b> MA1	<b>Name</b> Analysis I	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Winter
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)  B.Sc. Angewandte Informatik
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundwissen über reelle und komplexe Zahlen, die Konvergenz von Folgen und Reihen und die Differential- und Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen;</li> <li>- Verständnis der Beweistechniken auf diesem Gebiet und die Fähigkeit, kleinere Beweise selbst durchführen zu können</li> <li>- Abstraktes und analytisches Denken auf Grenzwertprozesse anzuwenden;</li> <li>- Fähigkeit, selbständig Aussagen aus dem Bereich der Analysis zu beweisen, Aufgaben aus dem Themenbereich zu lösen und die Ergebnisse zu präsentieren.</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systeme der komplexen und reellen Zahlen. Vollständige Induktion</li> <li>- Folgen, Grenzwerte, Reihen</li> <li>- Stetigkeit, Funktionenfolgen</li> <li>- Potenzreihen, Exponentialfunktion, Logarithmus, trigonometrische Funktionen</li> <li>- Differential- und Integralrechnung in einer Dimension, Hauptsatz, Taylorentwicklung</li> <li>- Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt.</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Schulkenntnisse	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	

<b>Nuetzliche Literatur</b>	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

<b>Code</b> MA4	<b>Name</b> Lineare Algebra I	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Winter
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)  B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Physik
<b>Lernziele</b>	<p>Abstraktes und strukturelles Denken, Kenntnis mathematischer Grundstrukturen wie Gruppen, Körper und Vektorräume und ihrer Homomorphismen.</p> <p>Verständnis mathematischer Strukturbildung.</p> <p>Selbständig Eigenschaften mathematischer Grundstrukturen wie Gruppen, Körper und Vektorräume nachweisen und anwenden.</p> <p>Fähigkeit zum selbständigen Beweisen von Aussagen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich und zur schriftlichen und mündlichen Darstellung der Ergebnisse.</p>	
<b>Inhalt</b>	<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>	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Schulkenntnisse	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	<p>eine Klausur</p> <p>Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde.</p> <p>Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.</p>	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	<p>S. Bosch: Lineare Algebra</p> <p>F. Lorenz: Lineare Algebra I</p> <p>G. Fischer: Lineare Algebra</p>	

## Einführung in die Praktische Informatik

<b>Code</b> IPI	<b>Name</b> Einführung in die Praktische Informatik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jedes Wintersemester
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 90 h Präsenzstudium 15 h Prüfungsvorbereitung 135 h Selbststudium und Aufgabenbearbeitung (eventuell in Gruppen)	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik, Lehramt Informatik, B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	Kenntnis der unten angegebenen Inhalte Fähigkeit, kleine Programme in C++ zu entwerfen, zu realisieren, zu testen und Eigenschaften der Programme zu ermitteln. Umgang mit einfachen Programmierwerkzeugen.	
<b>Inhalt</b>	<p>Die Lehrveranstaltung führt in die Entwicklung von Software im Kleinen ein.</p> <p>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>	
<b>Voraussetzungen</b>	keine	

<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine schriftliche Prüfung Es wird am Ende der Vorlesungszeit eine Klausur angeboten. Wird diese nicht bestanden so kann die Prüfungsleistung in einer zweiten Klausur vor Beginn der nächsten Vorlesungszeit erbracht werden.
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung
<b>Nuetzliche Literatur</b>	Wird jährlich aktualisiert

## Analysis II

<b>Code</b> MA2	<b>Name</b> Analysis II	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Sommer
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)  B.Sc. Angewandte Informatik
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundwissen über gewöhnliche Differentialgleichungen sowie über die Differential- und Integralrechnung in mehreren Variablen.</li> <li>- Abstraktes und analytisches Denken anwenden,</li> <li>- Selbständiges Beweisen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metrische und normierte Räume</li> <li>- Gewöhnliche Differentialgleichungen, Picard-Lindelöf</li> <li>- Differentialrechnung in höheren Dimensionen, partielle und totale Ableitung, Extremwerte, Taylorreihe</li> <li>- Satz von der impliziten Funktion, Umkehrsatz, Untermannigfaltigkeiten, Extrema mit Nebenbedingungen</li> <li>- Wegintegrale, Vektorfelder, Rotation und Divergenz</li> <li>- Alle Resultate werden mit vollständigen Beweisen vermittelt.</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	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

<b>Code</b> MA5	<b>Name</b> Lineare Algebra II	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Sommer
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B. Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
<b>Lernziele</b>	Vertiefende Kenntnisse der Linearen Algebra Fähigkeit zum selbständigen Beweisen von Aussagen und Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich und zur schriftlichen und mündlichen Darstellung der Ergebnisse.	
<b>Inhalt</b>	Inhalt: Ringe und Ideale, Moduln und Homomorphismen, Basis und Rang, direkte Summen und Produkte, Tensorprodukt, äußere und symmetrische Potenzen und Determinanten, Moduln über Hauptidealringen, Elementarteilertheorie, Normalformen von Endomorphismen, verallgemeinerte Eigenräume, Jordansche Normalform, nilpotente und halbeinfache Endomorphismen.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen ist: Lineare Algebra I (MA4)	
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	S. Bosch: Lineare Algebra F. Lorenz: Lineare Algebra II	

## Einführung in die Numerik

<b>Code</b> MA7	<b>Name</b> Einführung in die Numerik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jedes Semester
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 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	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)  B.Sc. Angewandte Informatik
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	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)	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1/ MA2) und Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Programmierkurs (IPK), Programmierkenntnisse	
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur; Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im folgenden Semester.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	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

<b>Code</b> MA8	<b>Name</b> Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> mindest. jedes 2. Semester
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)  B.Sc. Angewandte Informatik
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur; Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	

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

## Proseminar

<b>Code</b> MPS	<b>Name</b> Proseminar	
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jedes Semester
<b>Lehrform</b> Seminar 2 SWS + Tutorium 2 SWS, aktive und passive Teilnahme an Vorträgen	<b>Arbeitsaufwand</b> 180 h, davon 30 h Präsenzzeit 150 h Vorbereitung inkl. Betreuung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	nach Absprache mit dem Dozenten, insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlene Vorkenntnisse werden vom Dozenten bekanntgegeben	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	Ein ca. 45- bis 90-minütiger benoteter Vortrag, aktive und passive Teilnahme an weiteren Vorträgen	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	wird vom Dozenten bekanntgegeben	

## Höhere Analysis

<b>Code</b> MA3	<b>Name</b> Höhere Analysis	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Winter
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausbau der Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher. Insbesondere Grundwissen über das Lebesgueintegral und die klassische Integralsätze.</li> <li>- Erlangung höherer Abstraktionsfähigkeit, selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßtheorie</li> <li>- Lebesgueintegral, Konvergenzsätze, <math>L^p</math>-Räume</li> <li>- Satz von Fubini und Transformationssatz</li> <li>- Fouriertransformation, Faltung</li> <li>- Satz von Gauß, Satz von Stokes</li> <li>- Differentialformen, Integration auf Mannigfaltigkeiten</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: mindestens zwei der Module Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	Klausur, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	Bekanntgabe in der Vorlesung	

## Seminar

<b>Code</b> MS	<b>Name</b> Seminar	
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jedes Semester
<b>Lehrform</b> Seminar 2 SWS + Tutorium 2 SWS, aktive und passive Teilnahme an Vorträgen	<b>Arbeitsaufwand</b> 180 h, davon 60 h Seminar und Tutorium 120 h Vorbereitung inkl. Betreuung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik Lehramt Mathematik (GymPO)
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	nach Absprache mit dem Dozenten, insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlene Vorkenntnisse werden vom Dozenten bekanntgegeben	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	ein ca. 45- bis 90-minütiger benoteter Vortrag, aktive und passive Teilnahme an weiteren Vorträgen	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	wird vom Dozenten bekanntgegeben	

## Bachelor-Arbeit

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

## Bachelor-Seminar

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

# 3 Wahlpflichtbereich

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

## 3.1 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

<b>Code</b> MB1	<b>Name</b> Algebra I	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Winter
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
<b>Lernziele</b>	Grundwissen über Gruppen, Ringe und Körper einschließlich der Galoisschen Theorie. Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen einer begrifflich komplexen mathematischen Theorie, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Lineare Algebra I (MA4) und Lineare Algebra II (MA5)	
<b>Pruefungsmodalitaeten</b>	eine Klausur; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	S. Bosch: Algebra S. Lang: Algebra F. Lorenz, F. Lemmermeyer: Algebra	

## Algebra II

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

<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur bzw. mündliche Prüfung; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung
<b>Nuetzliche Literatur</b>	M. Atiyah, I. MacDonald: Introduction to Commutative Algebra D. Eisenbud: Commutative Algebra P. Hilton, U. Stammbach: 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

<b>Code</b> MB3	<b>Name</b> Funktionentheorie I	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Sommer
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik Mathematik Lehramt (GymPO)
<b>Lernziele</b>	Einführung in die komplexe Analysis. Selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen; Fähigkeit der Anwendung auf andere Gebiete wie z. B. Mathematische und Theoretische Physik	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	Freitag, Busam: Funktionentheorie I Remmert, Schumacher: Funktionentheorie I Fischer, Lieb: Funktionentheorie	

## Funktionentheorie II

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

## Algebraische Topologie I

<b>Code</b> MB5	<b>Name</b> Algebraische Topologie I	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> 2-jährlich
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) sowie Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur bzw. mündliche Prüfung; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	Glen E. Bredon: Topology and Geometry James R. Munkres: Elements of Algebraic Topology	

## Differentialgeometrie I

<b>Code</b> MG15	<b>Name</b> Differentialgeometrie I	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Sommer
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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	
<b>Inhalt</b>	Differenzierbare Mannigfaltigkeit, (Semi-) Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Zusammenhänge, Geodätische, Krümmung.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) und Lineare Algebra I und II (MA4, MA5))	
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur bzw. mündliche Prüfung; Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	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

<b>Code</b> IDS1	<b>Name</b> Discrete Structures 1	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> one semester	<b>Turnus</b> every winter semester
<b>Lehrform</b> Lecture 4 SWS + Exercise course 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; thereof 90 h lecture 20 h preparation for exam 130 h self-study and working on assignments/projects (optionally in groups)	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik, M.Sc. Angewandte Informatik, B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand several basic graph parameters and the central theorems in these areas</li> <li>- can solve easy problems involving discussed topics</li> <li>- can describe graph algorithms computing discussed graph parameters</li> <li>- know how to use graphs and graph parameters to model real world problems</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to graph theory terminology</li> <li>- Matchings in graph and hypergraphs</li> <li>- Graph connectivity</li> <li>- Planar graphs</li> <li>- Graph Colouring</li> <li>- Hamilton Cycles</li> <li>- Ramsey Theory</li> <li>- Random graphs</li> <li>- Algebraic Graph constructions (Cayley graphs, Kneser graphs,...)</li> <li>- Algorithms computing discussed graph parameters</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen</b>	recommended are: Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Mathematik für Informatiker 1 (IMI1) oder Lineare Algebra 1 (MA4), Mathematik für Informatiker 2 (IMI2) oder Analysis 1 (MA1)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	Assignments; at least 50% of the credit points for the assignments need to be obtained to be eligible to participate in the final exam; final written or oral exam (to be determined by the lecturer)	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	

<b>Nuetzliche Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reinhard Diestel Graph Theory, 5th edition, Springer, 2016/17</li><li>- Douglas West, Introduction to Graph Theory, Pearson, 2011.</li><li>- J.A. Bondy and U.S.R. Murty, Graph Theory, Springer, 2008.</li><li>- Bernhard Korte and Jens Vygen, Combinatorial Optimization, 6th edition, 2018.</li></ul>
---------------------------------	---

## 3.2 Wahlpflichtbereich 2

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 2 aufgeführt.

## Gewöhnliche Differentialgleichungen

<b>Code</b> MC1	<b>Name</b> Gewöhnliche Differentialgleichungen	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> mindst. jedes 4. Semester
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	Einführung in die Lösungstheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
<b>Inhalt</b>	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	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1,MA2), Lineare Algebra I (MA4)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen V.I. Arnold: Gewöhnliche Differentialgleichungen	

## Partielle Differentialgleichungen

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

## Funktionalanalysis

<b>Code</b> MC3	<b>Name</b> Funktionalanalysis	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> in der Regel jährlich
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
<b>Inhalt</b>	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	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	Bekanntgabe in der Vorlesung	

## Wahrscheinlichkeitstheorie

<b>Code</b> MC4	<b>Name</b> Wahrscheinlichkeitstheorie	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Sommer
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	Grundlagen für alle Gebiete der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	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)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	

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

### 3.3 Wahlpflichtbereich 3

Nachfolgend sind die Module für den Wahlpflichtbereich 3 aufgeführt.

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

## Numerik

<b>Code</b> MD1	<b>Name</b> Numerik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Sommer
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Numerik (MA7)	
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	Bekanntgabe in der Vorlesung (Vorlesungsskriptum)	

## Statistik

<b>Code</b> MD2	<b>Name</b> Statistik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Winter
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	Prinzipien der mathematischen Statistik. Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik (MA8), Wahrscheinlichkeitstheorie (MC4)	
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine Klausur; Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>	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

<b>Code</b> MD3	<b>Name</b> Grundlagen der Optimierung	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einen Überblick über verschiedene Klassen kontinuierlicher, unrestringierter und restringierter Optimierungsaufgaben zu gewinnen,</li> <li>- typische Argumentationsweisen zur Herleitung von Optimalitätsbedingungen kennenzulernen,</li> <li>- wesentliche Lösungsverfahren und ihre Konvergenzeigenschaften zu verstehen</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klassifikation von Optimierungsaufgaben</li> <li>- Optimalitätsbedingungen, Gradienten- und Newton-Verfahren für unrestringierte differenzierbare Optimierungsaufgaben</li> <li>- Optimalitätsbedingungen, Dualität, Simplex-Verfahren für lineare Optimierungsaufgaben</li> <li>- Richtungsableitung und Subdifferential konvexer Funktionen, Optimalitätsbedingungen, Gradienten- und Proximale-Punkte Verfahren für konvexe Optimierungsaufgaben</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen</b>	Empfohlen sind: Lineare Algebra I, Analysis I und II, Programmierkenntnisse	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Klausur bzw. mündlicher Prüfung, Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	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

<b>Code</b> MD7	<b>Name</b> Die Programmiersprache R und ihre Anwendungen in der Stochastik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> unregelmäßig
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 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	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik, B.Sc. Angewandte Informatik
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstständige Umsetzung einfacher theoretischer Konzepte aus der Stochastik am Computer</li> <li>- Selbstständiges Bearbeiten von praktischen Programmieraufgaben in R</li> <li>- Schreiben von effektiven und wiederverwendbaren Programmcodes</li> <li>- Implementierung eines umfangreicheren Projekts</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen der R-Programmierung  Datenstrukturen, Subsetting, Funktionen, Objekte, funktionale Programmierung  Grundkenntnisse zur Effizienz von R-Programmen  Simulation von Zufallsexperimenten und deren Analyse  Anwendungen von R in der Statistik  Informationsvisualisierung  Erstellung von Paketen</p>	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Einführung in die Praktische Informatik (IPI), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik (MA8) (diese kann auch parallel gehört werden)	

<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	benotete Abschlussprüfung bestehend aus Klausur, Bericht und Kurzpräsentation des Projektes, Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung
<b>Nuetzliche Literatur</b>	<a href="https://de.wikibooks.org/wiki/GNU_R">https://de.wikibooks.org/wiki/GNU_R</a> Hadley Wickham - Advanced R

## Numerical Linear Algebra

<b>Code</b> MD8	<b>Name</b> Numerical Linear Algebra	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jährlich im Winter
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 60 h Vorlesung 30 h Übung 120 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 30 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Einführung in die Numerik (MA7)	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	Sufficient success with homework assignments, theoretical as well as programming. Written or oral final exam. Details will be given at the beginning of the class. A make-up exam will be offered for those excused.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	Y. Saad: Iterative methods for sparse linear systems Y. Saad: Numerical methods for large eigenvalue problems	

## 3.4 Wahlbereich

Nachfolgend sind die Module für den Wahlbereich aufgeführt.

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

## Einführung in die Geometrie

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

## Mathematische Logik

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

## Mengentheoretische Topologie

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

<b>Code</b> ITH	<b>Name</b> Einführung in die Theoretische Informatik	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> jedes Sommersemester
<b>Lehrform</b> Vorlesung 4 SWS, Gruppen-Übung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon 90 h Präsenzstudium 15 h Prüfungsvorbereitung 135 h Selbststudium und Aufgabenbearbeitung (eventuell in Gruppen)	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik, Lehramt Informatik B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	<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>	

<b>Inhalt</b>	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.
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Grundkenntnisse aus Mathematik und Informatik
<b>Pruefungs- modalitaeten</b>	eine schriftliche Prüfung
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung
<b>Nuetzliche Literatur</b>	

## Complex Network Analysis

<b>Code</b> ICNA	<b>Name</b> Complex Network Analysis	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b> one semester	<b>Turnus</b> every 2nd wintersemester
<b>Lehrform</b> Lecture 4 SWS, Exercise course 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; thereof 90 h lecture 12 h preparation for exam 130 h self-study and working on assignments/projects (optionally in groups)	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik, M.Sc. Angewandte Informatik, M.Sc. Scientific Computing B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- can describe basic measures and characteristics of complex networks</li> <li>- can implement and apply basic network analysis algorithms using programming environments such as R or Python</li> <li>- can describe different network models and can describe, compute, and analyze characteristic parameters of these models</li> <li>- know how to compute different complex network measures and how to interpret these measures</li> <li>- know different generative models for constructing complex networks, especially scale-free networks</li> <li>- know the fundamental methods for the detection of communities in networks and the analysis of their evolution over time</li> <li>- are familiar with basic concepts of network robustness</li> <li>- understand the principles behind the spread of phenomena in complex networks</li> </ul>	

<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Graph theory and graph algorithms; basic network measures</li> <li>- Random networks and their characteristics (degree distribution, component sizes, clustering coefficient, network evolution), small world phenomena</li> <li>- Scale-free property of networks, power-laws, hubs, universality</li> <li>- Barabasi-Albert model, growth and preferential attachment, degree dynamics, diameter and clustering coefficient</li> <li>- Evolving networks, Bianconi-Barabasi model, fitness, Bose-Einstein condensation</li> <li>- Degree correlation, assortativity, degree correlations, structural cutoffs</li> <li>- Network robustness, percolation theory, attack tolerance, cascading failures</li> <li>- Communities, modularity, community detection and evolution</li> <li>- Spreading phenomena, epidemic modeling, contact networks, immunization, epidemic prediction</li> </ul>
<b>Voraussetzungen</b>	recommended are: Algorithmen und Datenstrukturen (IAD), Knowledge Discovery in Databases (IKDD), Lineare Algebra I (MA4)
<b>Pruefungsmodalitaeten</b>	final written exam
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung
<b>Nuetzliche Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Albert-Laszlo Barabasi: Network Science, Cambridge University Press, 2016.</li> <li>- M.E.J. Newmann: Networks: An Introduction, Oxford University Press, 2010.</li> <li>- Vito Latora, Vincenzo Nicosia, Giovanni Russo: Complex Networks - Principles, Methods and Applications, Cambridge University Press, 2017.</li> <li>- David Easley, Jon Kleinberg: Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World, Cambridge University Press, 2010.</li> <li>- Stanley Wasserman, Katherine Faust: Social Network Analysis-Methods and Applications, Cambridge University Press, 1994.</li> </ul>

# 4 Fachübergreifende Kompetenzen

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

In den Pflichtbereich integriert sind 8 LP:

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

Der Wahlbereich besteht aus folgenden Kategorien:

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

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

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

## Tutorenschulung Mathematik

<b>Code</b> MTuSchu	<b>Name</b> Tutorenschulung Mathematik	
<b>Leistungspunkte</b> 2 LP FÜK	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> zu Beginn jedes Wintersemesters
<b>Lehrform</b> Schulung	<b>Arbeitsaufwand</b> 60 h; davon 15 h Präsenzzeit Schulung 2 h Präsenzzeit Kollegiale Kurshospitation 5 h Präsenzzeit Kollegiale Praxisberatung 38 h Abschlussreflexion	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	<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"> <li>- didaktische Grundkonzepte beschreiben und in der eigenen Veranstaltungsplanung umsetzen können</li> <li>- Methoden zur Aktivierung von Teilnehmenden erlebt haben und deren Bedeutung für den Lernprozess einordnen können</li> <li>- unterschiedliche Rollenmodelle diskutieren und sich in Bezug auf diese verorten können</li> <li>- sich und andere in Unterrichtssituationen beobachten und daraus Rückschlüsse für ihr eigenes Handeln ziehen können</li> <li>- sich über im Tutorium erlebte herausfordernde Situationen austauschend beraten können.</li> </ul>	

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

## Fun Facts aus der Analysis und Linearen Algebra

<b>Code</b> MFFALA	<b>Name</b> Fun Facts aus der Analysis und Linearen Algebra	
<b>Leistungspunkte</b> 2 LP FÜK	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> unregelmäßig
<b>Lehrform</b> Vorlesung 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 60h, davon 30h Vorlesung 20h Nachbereitung 10h gemeinsames Projekt	<b>Verwendbarkeit</b> BSc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>- Konstruktion der reellen Zahlen</li> <li>- besondere (Gegen-)Beispiele konvergenter Folgen</li> <li>- interessante Metriken</li> <li>- Normalformen für Quadriken</li> <li>- Ableitung in Matrixgruppen</li> </ul> <p>Der Fokus liegt dabei auf den Verbindungen zwischen den Bereichen der Mathematik und einem allgemeinen Verständnis der größeren Zusammenhänge.</p>	
<b>Voraussetzungen</b>	keine; gleichzeitiger Besuch der Grundvorlesungen Analysis I (MA1) und Lineare Algebra I (MA4) ist hilfreich	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	aktive Teilnahme an der Vorlesung, gemeinsames Projekt am Ende der Vorlesung	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>		

## Ausgewählte Kapitel der Finanz- und Versicherungsmathematik

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

<b>Nuetzliche Literatur</b>	
---------------------------------	--

## Einführung in die Mengenlehre

<b>Code</b> ME6	<b>Name</b> Einführung in die Mengenlehre	
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP FÜK	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b>
<b>Lehrform</b> Vorlesung 2 SWS, Übungen 1 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 120 h; davon 30 h Vorlesung 15 h Übung 60 h Bearbeitung der Hausaufgaben und Nachbereitung der Vorlesung 15 h Klausur mit Vorbereitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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	
<b>Inhalt</b>	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.	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	eine Abschlussprüfung; Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nützliche Literatur</b>	H. D. Ebbinghaus: Einführung in die Mengenlehre. Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, Darmstadt.	

## Bildung durch Sommerschule, Ferienkurs oder Konferenz

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

## Industriepraktikum

<b>Code</b> MPI	<b>Name</b> Industriepraktikum	
<b>Leistungspunkte</b> 4 bis 8 LP	<b>Dauer</b> 4 - 8 Wochen	<b>Turnus</b>
<b>Lehrform</b> Praktikum mit Abschlussbericht	<b>Arbeitsaufwand</b> 120-240 h; davon 5-10 h Verfassung des Abschlussberichts	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Mathematik
<b>Lernziele</b>	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	
<b>Inhalt</b>	<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>	
<b>Voraussetzungen</b>	Mindestens vier Pflichtmodule des Bachelorstudiengangs Mathematik; Angebot eines mit den Lernzielen verträglichen Praktikumsplatzes	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	Der betreuende Dozent bewertet den Bericht in Bezug auf die Lernziele des Praktikums. Das Modul ist unbenotet und wird mit *bestanden* oder *nicht bestanden* bewertet.	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	

<b>Nuetzliche Literatur</b>	
---------------------------------	--

## Anfängerpraktikum

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

## Fortgeschrittenenpraktikum

<b>Code</b> IFP	<b>Name</b> Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Dauer</b>	<b>Turnus</b> jedes Semester
<b>Lehrform</b> Praktikum 6 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 240 h; davon mind. 25 h Präsenzzeit 10 h Vorbereitung Vortrag	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik, Lehramt Informatik
<b>Lernziele</b>	<p>Die Studierenden erlangen vertiefende Problemlösungskompetenz für komplexe Entwurfs- und Implementierungsaufgaben können Problemanalyse- und Beschreibungstechniken klar darstellen, differenzieren und anwenden vertiefen Programmierkenntnisse in der jeweiligen für das Projekt erforderlichen Programmiersprache sind in der Lage, das Projekt mit Hilfe einer Softwareentwicklungsumgebung durchzuführen</p> <p>Zusätzlich werden die projektypischen Kompetenzen vertieft, insbesondere das Arbeiten im Team (von bis zu drei Studierenden):</p> <p>Durchführung und Evaluation von Projekten und ihrer Phasenstruktur</p> <p>Planung und Durchführung von Projekt- und Teamarbeit.</p> <p>Zu den zu trainierenden Softskills zählen somit insbesondere Teamfähigkeit, Verfeinerung von Präsentationstechniken, etwaige Erschließung wissenschaftlicher Literatur sowie eigenverantwortliches Arbeiten.</p>	
<b>Inhalt</b>	<p>Domänenkenntnisse abhängig von den DozentInnen; allgemeine Lerninhalte sind:</p> <p>Vertiefung in die Projektarbeit</p> <p>Eigenständige Entwicklung von komplexer Software und deren Dokumentation</p>	
<b>Voraussetzungen</b>	empfohlen sind: Anfängerpraktikum (IAP), Einführung in Software Engineering (ISW)	
<b>Pruefungs-modalitaeten</b>	Bewertung der dokumentierten Software, des Projektberichts (5-10 Seiten) und des Vortrags (ca. 30 Minuten zzgl. Diskussion)	
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	
<b>Nuetzliche Literatur</b>		

## Einführung in das Textsatzsystem LaTeX

<b>Code</b> ILat	<b>Name</b> Einführung in das Textsatzsystem LaTeX	
<b>Leistungspunkte</b> 2 FÜK	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> unregelmäßig
<b>Lehrform</b> Praktikum 2 SWS	<b>Arbeitsaufwand</b> 60 h; davon 30 h Präsenzstudium 15 h praktische Übung am Rechner 15 h Hausaufgaben	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik B.Sc. Mathematik M.Sc. Scientific Computing
<b>Lernziele</b>	<p>Nachdem Studierende die Veranstaltung besucht haben, können sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ein TeX-System installieren und einrichten.</li> <li>* LaTeX-Dokumente mit komplexer Struktur erstellen und bearbeiten.</li> <li>* gängige Fehler in LaTeX-Dokumenten identifizieren und beheben.</li> <li>* LaTeX-Makros programmieren.</li> <li>* LaTeX-Umgebungen mit verschiedenen Paketen aufsetzen.</li> </ul>	
<b>Inhalt</b>	<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"> <li>* allgemeine Formatierung, Pakete Schriften</li> <li>* Gleitobjekte: Bilder, Tabellen</li> <li>* Verzeichnisse</li> <li>* Mathematiksatz</li> <li>* mehrsprachige Dokumente</li> <li>* Präsentationen</li> <li>* Diagramme</li> <li>* Typographische Feinheiten</li> <li>* Professionelle Briefe, Lebenslauf</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen</b>	keine	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen	

<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung
<b>Nuetzliche Literatur</b>	

## Projektmanagement

<b>Code</b> IProj	<b>Name</b> Projektmanagement	
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP FÜK	<b>Dauer</b> ein Semester	<b>Turnus</b> voraussichtlich jedes Wintersemester
<b>Lehrform</b> 5 Workshops mit Übungen. Zwischen den Workshops sind Aufgaben zu bearbeiten.	<b>Arbeitsaufwand</b> 80 h; davon 25 h Präsenzstudium 55 h Selbststudium und Aufgabenbearbeitung	<b>Verwendbarkeit</b> B.Sc. Angewandte Informatik
<b>Lernziele</b>	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.	
<b>Inhalt</b>	<p>Dieser Kurs vermittelt die Grundlagen eines praxisorientierten Projektmanagements und basiert auf den weltweit anerkannten Standards des PMI®. Teilnehmer lernen die grundlegenden Projektmanagement-Prozesse, -Methoden und -Instrumente, um Projekte strukturiert und zielführend zu planen, durchzuführen und zu steuern bzw. als Mitglied in Projektteams großer Projekte zu arbeiten. Projektmanagement-Kenntnisse eignen sich außerdem auch über die Grenzen des klassischen Projekts hinaus zur Bewältigung umfangreicher Aufgaben und Veränderungen. Die Teilnehmer werden die wichtigsten Techniken im Rahmen von 3-4 fachnahen und komplexeren Projekten in Arbeitsgruppen anwenden.</p> <p>Das Kursprogramm umfasst Präsentationen, Diskussionen, praktische Übungen, Gruppenarbeit mit kleinen Beispielprojekten</p>	
<b>Voraussetzungen</b>	keine	
<b>Prüfungsmodalitäten</b>		
<b>Vergabe der LP</b>	Bestehen der Modulprüfung	

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

# 5 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 Studierende 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 Studierende 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](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](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.