

**Modulhandbuch**  
**für den Master-Studiengang**  
**Wirtschaftsmathematik**

<b>Mathematik A: Analysis und Numerik</b> .....	<b>3</b>
A-005 Differentialgleichungen .....	3
A-006 Numerische Behandlung von Differentialgleichungen I .....	4
A-007 Funktionentheorie .....	5
A-102 Funktionalanalysis .....	6
A-104 Numerische Mathematik II .....	7
A-108 Spezielle Matrizen .....	8
A-109 Mathematische Modellierung und Simulation .....	9
A-223 Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen .....	10
A-224 Interpolationstheorie und Approximationsgrößen in Funktionenräumen .....	11
A-201 Partielle Differentialgleichungen .....	12
A-202 Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II .....	13
A-204 Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen .....	14
A-205 Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik .....	16
A-207 Distributionentheorie .....	18
A-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt A) .....	19
A-222 Numerische Methoden für die Faktoranalyse .....	20
A-223 Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen .....	21
B-004 Algebra .....	22
B-101 Diskrete Optimierung .....	23
B-102 Nichtlineare Optimierung .....	24
B-105 Kryptologie .....	25
B-106 Kombinatorik I .....	26
B-109 Allgemeine Algebra I .....	27
B-111 Geometrie .....	28
B-112 Konvexe und Diskrete Geometrie .....	29
B-113 Semidefinite Optimierung .....	30
B-114 Geometrie der Zahlen .....	31
B-201 Graphentheorie .....	32
B-210 Zahlentheorie .....	33
B-211 Asymptotische Gruppentheorie .....	34
B-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt B) .....	35
<b>Mathematik C: Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematische Statistik, Finanz- und Versicherungsmathematik</b> .....	<b>36</b>
C-102 Mathematische Statistik II .....	36
C-103 Ökonometrische Modelle .....	37

C-201	Wahrscheinlichkeitstheorie II.....	39
C-202	Statistik stochastischer Prozesse.....	40
C-203	Nichtparametrische Statistik.....	41
C-204	Stochastische Finanzmathematik.....	42
C-205	Mathematische Methoden der Personenversicherung.....	43
C-206	Schadenversicherungsmathematik und Risikotheorie.....	44
C-207	Mathematik der Privaten Krankenversicherung.....	45
C-208	Multivariate statistische Methoden.....	46
C-209	Statistische Modelle der Demografie.....	47
C-210	Survivalanalysis.....	48
C-211	Populationsdynamik.....	49
C-212	Wechselwirkungsmodelle und Copulas.....	50
C-213	Stochastische Analysis.....	51
C-214	Finanzstatistik.....	52
C-220	Mathematisches Seminar (Schwerpunkt C).....	53
<b>Wirtschaftswissenschaften: BWL.....</b>		<b>54</b>
1	BWL der Dienstleistungsunternehmen I:.....	54
2	BWL der Dienstleistungsunternehmen II:.....	55
3	BWL der Dienstleistungsunternehmen III:.....	56
4	Methoden der Dienstleistungsforschung.....	57
5a	Betriebswirtschaftslehre der Banken.....	58
5c	Versicherungswirtschaftslehre.....	59
6b	Investment Banking.....	60
7c	Risikomanagement.....	61
<b>Wirtschaftswissenschaften: VWL.....</b>		<b>62</b>
	Spezielle Demographie.....	62
	Bevölkerung, Wachstum, Verteilung.....	63
	Mortalität.....	64
	Allgemeine Volkswirtschaftslehre I: Wirtschaftstheorie.....	65
	Allgemeine Volkswirtschaftslehre II: Wirtschaftspolitik und Finanzwissenschaft... ..	66
	Spezielle Volkswirtschaftslehre I.....	67
	Spezielle Volkswirtschaftslehre II.....	68
	Spezielle Volkswirtschaftslehre III.....	69
	Spezielle Volkswirtschaftslehre IV.....	70
<b>Praktika.....</b>		<b>71</b>
P-202	Betriebspraktikum.....	71

# Mathematik A: Analysis und Numerik

## A-005 Differentialgleichungen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Differentialgleichungen
Modulnummer	A-005
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Differentialgleichungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik (Mathematik, Technomathematik) Master-Studiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul der vorgenannten Studiengänge, Vertiefung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul bildet eine inhaltliche Einheit mit dem im jeweils folgenden Semester angebotenen Modul Numerik von Differentialgleichungen I.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<b>Lehrinhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Beispiele von Differentialgleichungen in Natur- und Ingenieurwissenschaften, gewöhnliche Differentialgleichungen, die Wellengleichung, die Laplace- und Poisson-Gleichungen, die Wärmeleitungsgleichung.</li> <li>◦ Anfangs- und Randwertprobleme, spezielle Klassen gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Existenz- und Eindeigkeitssätze</li> <li>◦ Lineare gewöhnliche Differentialgleichungen, Fundamentalsysteme</li> <li>◦ Einführung in das qualitative Verhalten von Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Lyapunov-Stabilität von Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Zweipunkttrandwertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Elementare Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, Existenz, Eindeutigkeit, Maximumsprinzip</li> </ul>	
<b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basiswissen über Anfangswertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Bestimmung von Fundamentalsystemen linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Grundverständnis für analytische und qualitative Verfahren zur Untersuchung von Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Kenntnisse elementarer analytischer Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b>	
Teilnahme an den Modulen Lineare Algebra I und II, Analysis I und II	
<b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. 2 SWS Übung: Durch das Lösen von Übungsaufgaben werden die Vorlesungsinhalte gefestigt. Die Studierenden stellen ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe vor und erlernen damit die Fertigkeiten der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Übungspräsenz	28 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28 x 1,5 = 42 Std.
	Prüfungsvorbereitung	60 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>270 Std.</b>
Leistungspunkte	9	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

## A-006 Numerische Behandlung von Differentialgleichungen I

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerische Behandlung von Differentialgleichungen I
Modulnummer	A-006
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul des Bachelor-Studienganges Mathematik mit der Ausrichtung Mathematik oder Technomathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul bildet eine inhaltliche Einheit mit dem im jeweils vorherigen Semester angebotenen Modul Differentialgleichungen. Das Modul behandelt numerische Verfahren zur Lösung von Anfangswert- und Randwertproblemen gewöhnlicher Differentialgleichungen sowie einen ersten Zugang zu numerischen Lösungstechniken für Randwertprobleme partieller Differentialgleichungen. Das Modul ist Grundlage für Folgemodule zur Analysis und Numerik von Differentialgleichungen im Masterstudium
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einschrittverfahren zur Lösung von Anfangswertproblemen gewöhnlicher Differentialgleichungen (Konvergenztheorie, Fehlerschätzung, Extrapolation)</li> <li>◦ Mehrschrittverfahren (Adams-Bashforth, Adams-Moulton), Prädiktor-Korrektormethoden, Gear-Verfahren</li> <li>◦ Steife Differentialgleichungen und differential-algebraische Gleichungen</li> <li>◦ Zweipunkttrandwertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>◦ Einführung in numerische Lösungsverfahren für Randwertprobleme partieller Differentialgleichungen</li> <li>◦ (Grundkonzepte der Methode der Finiten Differenzen und der Finite-Elemente-Methode)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basiswissen über die numerische Lösung von Anfangswertproblemen gewöhnlicher Differentialgleichungen und Fähigkeit zur Implementierung solcher Verfahren auf einem Computer.</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen, um die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> <li>◦ Grundverständnis für numerische Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen mittels Finiter Differenzen und Finite Elemente für das elliptische Randwertproblem.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse des Moduls Differentialgleichungen sowie des Pflichtmoduls Numerische Mathematik (Grundvorlesung Numerische Mathematik); Kenntnisse einer Programmiersprache.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. 2 SWS Übung: Durch das Lösen von Übungsaufgaben und das Erstellen von Programmen zur Lösung der Programmieraufgaben werden die Vorlesungsinhalte gefestigt. Die Studierenden stellen ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe vor und erlernen damit die Fertigkeiten der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Übungspräsenz	28 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28 x 1,5 = 42 Std.
	Prüfungsvorbereitung	60 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>270 Std.</b>
Leistungspunkte	9	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

## A-007 Funktionentheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Funktionentheorie
Modulnummer	A-007
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Funktionentheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Vorkenntnisse aus diesem Modul sind für verschiedene Wahlmodule in Analysis von Nutzen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen</li> <li>◦ komplexe Potenzreihen und ihre komplexe Differenzierbarkeit</li> <li>◦ Wegintegrale und ihre Eigenschaften, Zyklen und Stammfunktionen</li> <li>◦ Zusammenhang, Gebiete, sternförmige Mengen</li> <li>◦ Lemma von Goursat und Cauchyscher Integralsatz</li> <li>◦ Mittelwertgleichung und Fundamentalsatz der Algebra</li> <li>◦ Cauchysche Integralformel, Entwicklung holomorpher Funktionen in Potenzreihen, Satz von Liouville, Identitätssatz</li> <li>◦ Isolierte Singularitäten, Umlaufzahl und ihre Eigenschaften, Laurentreihen und Residuen</li> <li>◦ Allgemeiner Residuensatz und Berechnung von uneigentlichen Riemann-Integralen</li> <li>◦ konforme Abbildungen, Riemannsche Zahlenkugel</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden werden mit grundlegenden Aussagen der Funktionentheorie vertraut gemacht;</li> <li>◦ lernen, wie man komplexe Funktionen in Taylor- bzw. Laurent-Reihen entwickelt, wie man die Umlaufzahl bestimmt und wie man Integrale mit Hilfe des Residuensatzes berechnet;</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Analysis I + II und Lineare Algebra I erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-102 Funktionalanalysis

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Funktionalanalysis
Modulnummer	A-102
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Funktionalanalysis Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	6 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist eine Voraussetzung für eine Bachelor-Arbeit oder eine Master-Arbeit auf dem Gebiet der Funktionalanalysis und Zugangsvo- raussetzung zum Master-Studiengang Mathematik/Technomathematik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<b>Lehrinhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Topologische Räume</li> <li>◦ metrische Räume, Banachscher Fixpunktsatz, Kompaktheit in metrischen Räumen, Satz von Arzelà-Ascoli</li> <li>◦ endlich- und unendlichdimensionale normierte Räume und lineare Operatoren, Riesz'sches Lemma</li> <li>◦ Skalarprodukte, Hilberträume, Gaußapproximation und Orthogonalisierungsverfahren, allgemeine Approximationsaufgabe, Orthogonalzerlegung, Darstellungssatz von Fréchet-Riesz, schwache Konvergenz, Spektralsatz für symmetrische kompakte Operatoren</li> <li>◦ Bairescher Kategoriensatz, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit</li> <li>◦ Hahn-Banachsche Fortsetzungssätze, Trennungssätze</li> <li>◦ Prinzip der offenen Abbildung und Satz vom abgeschlossenen Graphen</li> <li>◦ Einführung in Sobolevräume, Gagliardo-Nirenberg-Ungleichung, Poincaré-Ungleichung, elliptische Randwertprobleme.</li> </ul>	
<b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Analysis in unendlich-dimensionalen Vektorräumen,</li> <li>◦ sie lernen für die Anwendungen wichtige Funktionenräume kennen und</li> <li>◦ sie lernen Methoden kennen, mit denen gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen behandelt werden.</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Analysis I + II und Lineare Algebra I + II erforderlich.	
<b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 2 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Übungspräsenz	28 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28 x 2 = 56 Std.
	Prüfungsvorbereitung	46 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>270 Std.</b>
Leistungspunkte	9	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-104 Numerische Mathematik II

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerische Mathematik II
Modulnummer	A-104
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Numerische lineare Algebra Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Teil der Grundlagenausbildung in der numerischen Mathematik; inhaltliche Ergänzung und Weiterführung des Moduls Numerische Mathematik I; Basis für die meisten Wahlmodule der numerischen Mathematik im Rahmen des Masterstudiums.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Iterationsverfahren für große und dünn besetzte lineare Gleichungssysteme: Analyse iterativer und semiiterativer Verfahren, Krylovraumverfahren (CG, Arnoldi, GMRES)</li> <li>◦ Iterationsverfahren für große und dünn besetzte Eigenwertprobleme: Krylovraumverfahren (Lanczos), Unter- raumiterationen, Rayleigh-Ritz Methode, Jacobi-Davidson Methode, vorkonditionierte Iterationsverfahren.</li> <li>◦ Minimierung von Funktionen ohne Nebenbedingungen: Gateaux-Differenzierbarkeit und Konvexität, Gradienten- verfahren und Quasi-Newton-Verfahren (Broyden-Klasse, BFGS-Verfahren), Fletcher-Reeves-Verfahren, Trust-Region-Verfahren</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von linearen Gleichungssystemen und Eigenwertproblemen (jeweils großer und dünn besetzter Matrizen) mit problemangepassten Methoden und deren Implementierung auf einem Computer.</li> <li>◦ Kenntnis effektiver Minimierungsverfahren, welche über die grundlegenden Verfahren (Modul Numerische Mathematik 1) hinausgehen.</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden, um die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse des Pflichtmoduls Numerische Mathematik I.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	60 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	
5. Prüfungsmodalitäten		
Prüfungsvorleistungen	keine.	
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters	
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.	

## A-108 Spezielle Matrizen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Spezielle Matrizen
Modulnummer	A-108
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Spezielle Matrizen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul erweitert und vertieft Kenntnisse der Numerischen Linearen Algebra. Es baut auf den Grundlagen-Vorlesungen des Bachelor-Studienganges auf und führt in die Besonderheiten strukturierter Matrizen ein, wie sie an vielen Stellen der Anwendungen auftreten. Damit schlägt das Modul eine Brücke zu verschiedenen Wahlmodulen der Bachelor- und Master-Studiengänge in Mathematik, etwa zur Numerischen Mathematik II, Numerik von Differenzialgleichungen II, Modellbildung.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Beispiele spezieller Matrizen mit Anwendungen</li> <li>◦ Eigenschaften spezieller Matrizen (z.B. von nichtnegativen Matrizen, M-Matrizen, H-Matrizen, zirkulanten Matrizen)</li> <li>◦ Numerische Behandlung von Problemstellungen im Zusammenhang mit speziellen Matrizen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zum Erkennen und Analysieren spezieller Matrizen</li> <li>◦ Einsatz und Eigenschaften numerischer Verfahren im Zusammenhang mit speziellen Matrizen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden fundierte Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra und Numerischer Mathematik vorausgesetzt, wie Sie in den Pflichtmodulen zum Bachelor-Studiengang vermittelt werden.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Teilnehmer zum selbstständigen Lösen von Problemstellungen auf, die sich an Vorlesungsinhalten orientieren, diese vertiefen und das Wissen festigen. Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

## A-109 Mathematische Modellierung und Simulation

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Mathematische Modellierung und Simulation
Modulnummer	A-109
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Mathematische Modellierung und Simulation Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studi- engänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul Mathematische Modellierung und Simulation vertieft zuvor erworbene Kenntnisse aus den Modulen Analysis, Gewöhnliche Diffe- rentialgleichungen, Partielle Differentialgleichungen und Numerik von Differentialgleichungen 1 und 2. Aufbauend auf den analytischen Kennt- nissen werden typische Modellprobleme entwickelt und am Computer simuliert. Das Modul ist zu empfehlen als Vorbereitung auf eine Ba- chelor- bzw. Masterarbeit im Bereich Numerik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mathematisierung von Anwendungsproblemen</li> <li>◦ Entwicklung von Datenstrukturen und numerischen Algorithmen</li> <li>◦ Implementierung und Lösung von Modellproblemen</li> <li>◦ Auswertung, Visualisierung, Animation von Ergebnissen</li> <li>◦ Einsatz von Programmpaketen</li> <li>◦ Anwendungen in Naturwissenschaften, Technik und Ökonomie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von real-World Problemen durch Entwicklung geeigneter Computersimulationen inklusive praxisnahen Postprocessings.</li> <li>◦ Analytisches und numerisches und informatisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden, um die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> <li>◦ Überblick über typische innermathematische und praktische Anwendungen.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Modulen Analysis I + II und Differentialgleichungen werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständi- gen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Pro- grammieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungs- inhalte einüben und das Wissen festigen.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1,5 = 42Std.
	Prüfungsvorbereitung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

**A-223 Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen
Modulnummer	A-223
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung der Numerischen Mathematik. Es bildet eine Ergänzung zu den Modulen Numerik von Differentialgleichungen I und II. Das Modul ist Grundlage für Masterarbeiten im Bereich Numerische Analysis.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bewegungsgleichungen</li> <li>◦ Schwingungsformen und kritische Frequenzen</li> <li>◦ Klassische Wellengleichung</li> <li>◦ Bernoulli-Euler-Gleichung</li> <li>◦ Dispersionsgleichung</li> <li>◦ Sommerfeld-Bedingungen</li> <li>◦ Travelling-force-Probleme</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Herleitung und Lösung von Schwingungs- und Wellengleichungen</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Differentialgleichungen</li> </ul> Kompetente Auswahl numerischer Verfahren nach Genauigkeits- und Aufwandskriterien	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse der Module Numerik von Differentialgleichungen I und II sind wünschenswert, aber nicht zwingend.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungsstermin	Prüfungsklausur von 90min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben). Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-224 Interpolationstheorie und Approximationsgrößen in Funktionenräumen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Interpolationstheorie und Approximationsgrößen in Funktionenräumen
Modulnummer	A-224
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Interpolationstheorie und Approximationsgrößen in Funktionenräumen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für den vorgenannten Studiengang, als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Teilgebiet der Höheren Analysis
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Klassische Interpolationstheorie von Banachräumen</li> <li>◦ K- und J- Methode : Anwendung in Folgenräumen</li> <li>◦ Sobolev- und Besovräume: Geschichte und Fourier-analytische Charakterisierung</li> <li>◦ Interpolationsergebnisse</li> <li>◦ Kolmogorov-Weiten, s-Zahlen und Entropiezahlen</li> <li>◦ Zusammenhang mit Eigenwerten kompakter Operatoren</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
◦ Die Studierenden lernen Interpolations- und Approximationsmethoden in Folgen- und Funktionenräumen anzuwenden	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Grundlagen in der Analysis, Begriff des Banachraums und des linearen Operators. Von Vorteil: Kenntnis des Lebesgue-Integrals und des Distributionen-Begriffs	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1,5 =42 Std.
	Prüfungsvorbereitung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 30 min; Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**A-201 Partielle Differentialgleichungen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Partielle Differentialgleichungen
Modulnummer	A-201
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Partielle Differentialgleichungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master-Studiengang Mathematik/Technomathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul des vorgenannten Studiengangs, Vertiefung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul bildet eine inhaltliche Einheit mit dem im jeweils folgenden Semester angebotenen Modul Numerik von Differentialgleichungen II.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Schwache Lösungen elliptischer Randwertprobleme in Hilberträumen, Eigenwerte und Eigenfunktionen von Differentialoperatoren</li> <li>◦ Maximumsprinzip für elliptische Differentialgleichungen</li> <li>◦ Sobolew-Ungleichungen und Regularität von Lösungen elliptischer Differentialgleichungen</li> <li>◦ Lineare Halbgruppen von Operatoren und parabolische Differentialgleichungen, Maximumsprinzip für parabolische Differentialgleichungen</li> <li>◦ Hyperbolische Differentialgleichungen und Erhaltungssätze</li> <li>◦ Einführung in Variationsmethoden</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ solides analytisches Hintergrundwissen über partielle Differentialgleichungen</li> <li>◦ Fähigkeit zur analytischen Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und Eigenschaften von Lösungen partieller Differentialgleichungen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
abgeschlossenes Bachelorstudium, Kenntnisse zur Funktionalanalysis sind hilfreich	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. Integrierte Übungsanteile	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-202 Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II
Modulnummer	A-202
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen/ Dozentinnen/Dozenten	Numerik partieller Differentialgleichungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik/Technomathematik.
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Vertiefungsmodul des Masterstudienganges Mathematik/ Technomathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul Numerik von Differentialgleichungen II bildet mit dem im jeweils vorherigen Semester angebotenen Modul Partielle Differentialgleichungen eine inhaltliche Einheit. Das Modul Numerik von Differentialgleichungen II behandelt numerische Verfahren zur Lösung von Randwert- und Anfangsrandwertproblemen partieller Differentialgleichungen. Das Modul ist Grundlage für Wahlmodule, die numerische Lösungstechniken für partielle Differentialgleichungen behandeln.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Differenzenverfahren für elliptische Randwertprobleme und parabolische sowie hyperbolische Anfangsrandwertaufgaben.</li> <li>◦ Sturm-Liouville Probleme</li> <li>◦ Elliptische Probleme im Hilbertraum: Satz von Lax-Milgram, Ritz-Galerkin-Verfahren, Approximationssätze.</li> <li>◦ Finite-Elemente-Räume: Triangulierungen, Finite Elemente, Kubaturformeln, Fehlerabschätzungen</li> <li>◦ Mehrgittermethoden: klassische Iterationen und deren Glättungseigenschaften, Zwei- und Mehrgitteriterationen.</li> <li>◦ Eigenwertprobleme für elliptische Differentialoperatoren.</li> <li>◦ Methoden für parabolische und hyperbolische Anfangsrandwertprobleme.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von Randwertproblemen elliptischer Differentialgleichungen sowie von Anfangsrandwertproblemen parabolischen und hyperbolischen Typs mittels Finiter Differenzen und Finiter Elemente. Dies schließt die Fähigkeit zur Verfahrensimplementierung auf einem Computer für einfache Modellprobleme ein.</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden, um die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**A-204 Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen
Modulnummer	A-204
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Evolutionsgleichungen –Modellierung und Anwendungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master-Studiengang Mathematik/Technomathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Vertiefungsmodul des vorgenannten Studiengangs
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Der Modul <i>Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen</i> ist eine direkte Fortsetzung des Aufbaumoduls <i>Differentialgleichungen</i> aus den Bachelor-Studiengängen Mathematik und Technomathematik auf dem Master-Niveau. Zum Unterschied vom Modul <i>Differentialgleichungen</i> , in welchem Methoden der gewöhnlichen Differentialgleichungen und Trennung von Variablen bei den partiellen Differentialgleichungen dominante Rollen spielen, liegen im Modul <i>Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen</i> die Schwerpunkte bei den Methoden der Funktionalanalysis und der Partiellen Differentialgleichungen in Banach-, Hilbert- und Sobolevräumen. Das Hauptziel dieser Lehrveranstaltung ist es, bekannte Lösungsformeln für Anfangswertaufgaben für autonome lineare Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen (Modul <i>Differentialgleichungen</i> ) auf abstrakte lineare Anfangswertaufgaben in Banachräumen zu übertragen. Solche Lösungsformeln werden dann auf parabolische oder hyperbolische Partielle Differentialgleichungen und ihre Systeme angewendet, z.B. auf Modelle aus der Populationsdynamik oder Wirtschaftswissenschaften. Der Unterschied zwischen den sog. kooperativen und kompetitiven Systemen wird eine wichtige Rolle spielen. Dieser Modul ermöglicht den Übergang von klassischer Analysis gewöhnlicher Differentialgleichungen in einer Raumvariablen (angeboten im Bachelor-Studium) zu moderner Analysis von partiellen Differentialgleichungen mit einer Zeitvariablen.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lösungsmethoden für autonome lineare Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen mittels der Exponentialfunktion – Theorie von stetigen Matrizen-Halbgruppen</li> <li>◦ Lösungsmethoden für abstrakte autonome lineare Differentialgleichungen in Banachräumen mit einem beschränkten Generator – Theorie von gleichmäßig stetigen Operator-Halbgruppen</li> <li>◦ funktionalanalytische Methoden für abgeschlossene lineare Operatoren – Sätze über offene Abbildung und abgeschlossene Graphen</li> <li>◦ Spektraltheorie für abgeschlossene lineare Operatoren – Resolvente und Spektrum</li> <li>◦ Lösungsmethoden für abstrakte autonome lineare Differentialgleichungen in Banachräumen mit einem abgeschlossenen (unbeschränkten) Generator – stark stetige Operator-Halbgruppen, Eigenschaften des Generators und seiner Resolventen</li> <li>◦ Erzeugung einer stark stetigen Operator-Halbgruppe – Satz von Hille und Yosida</li> <li>◦ Anwendung auf die Diffusions- (oder Wärmeleitungs-) –gleichung, die Schrödingergleichung und die Wellengleichung</li> <li>◦ holomorphe stark stetige Operator-Halbgruppen, gebrochene Potenzen abgeschlossener Operatoren und ihre Anwendung auf Diffusions- und Schrödingergleichungen</li> <li>◦ semilineare Evolutionsgleichungen – reaktive Diffusionsgleichungen und die nichtlineare Schrödingergleichung</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ moderne Methoden der Operatoretheorie für Evolutionsgleichungen, Verallgemeinerung der Exponentialfunktion</li> <li>◦ Modellierung evolutionärer Prozesse (mit Zeit-Abhängigkeit) mittels mathematischer (analytischer) Werkzeuge</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden erfolgreiche Teilnahme am Aufbaumodul <i>Differentialgleichungen</i> aus den Bachelor-Studiengängen Mathematik und Technomathematik sowie sichere Kenntnisse des Basismoduls <i>Analysis</i> (oder Grundvorlesung <i>Mathematik für Ingenieure</i> ) vorausgesetzt. Teilnahme am Wahlmodul <i>Funktionalanalysis</i> wäre von Vorteil, wird aber nicht vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	

Eine Vorlesung im Umfang von 3 SWS, in welcher die Inhalte des Moduls vermittelt werden. Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. Ein ausführliches Literaturverzeichnis wird in der Vorlesung ausgeteilt. Eine erste Orientierung geben folgende Lehrbücher:

- Klaus-Jochen Engel und Rainer Nagel „One-parameter Semigroups for Linear Evolutions Equations“, Springer-Verlag.
- A. Pazy, “Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations”, Springer-Verlag.
- Jerome A. Goldstein, “Semigroups of Operators and Applications”, Oxford University Press, 1985

Eine Übung im Umfang von 1 SWS. Durch das Lösen von Übungsaufgaben werden Vorlesungsinhalte eingeübt und das Wissen gefestigt. Insbesondere sollen die Studentinnen und Studenten ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe vorstellen und damit die Fertigkeiten der Kommunikation mathematischer Sachverhalte erlernen.

**4. Aufwand und Wertigkeit**

Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

**5. Prüfungsmodalitäten**

Prüfungsvorleistungen	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-205 Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik
Modulnummer	A-205
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik – Theorie und ihre Anwendungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master-Studiengang Mathematik/Technomathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Vertiefungsmodul des vorgenannten Studiengangs
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Der Modul <i>Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik</i> ist eine direkte Fortsetzung des Aufbaumoduls <i>Differentialgleichungen</i> aus den Bachelor-Studiengängen Mathematik und Technomathematik auf dem Master-Niveau. Zum Unterschied vom Modul <i>Differentialgleichungen</i> , in welchem Methoden der gewöhnlichen Differentialgleichungen und Trennung von Variablen bei partiellen Differentialgleichungen dominante Rollen spielen, liegen im Modul <i>Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik</i> die Schwerpunkte bei den Methoden der Funktionalanalysis und Approximationstheorie in Hilbert- und Sobolevräumen. Partielle Differentialgleichungen und ihre Systeme, welche ein Energiefunktional (Potential) besitzen, wie z.B. in der Kontinuumsmechanik, werden mittels der Variationsrechnung behandelt. Dieser Modul ermöglicht den Übergang von klassischer Analysis gewöhnlicher Differentialgleichungen in einer Raumvariablen (angeboten im Bachelor-Studium) zu moderner Analysis von partiellen Differentialgleichungen und ihrer Energiefunktionalen in mehreren Raumvariablen.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<b>Lehrinhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elementare Eigenschaften des Hilbertraumes (einfache Verallgemeinerung der euklidischen Geometrie und Riesz'scher Darstellungssatz via Variationsrechnung), Begriffe eines Differentials (Gâteaux- und Fréchet-) von Funktionen auf Hilberträumen</li> <li>◦ schwache Konvergenz in einem Hilbertraum und ihre Anwendung auf konvexe Funktionale, Bestimmung von (globalen) Minimalstellen (Existenz und Eindeutigkeit)</li> <li>◦ „kompakte“ Störungen von konvexen Funktionalen, Koerzitivität, Bestimmung von (globalen) Minimalstellen (Existenz), Eindeutigkeit und Nichteindeutigkeit von kritischen Stellen</li> <li>◦ Sattelpunkte von nichtkonvexen Funktionalen, Deformationslemma und der „Bergpaß-Satz“ in einem Hilbertraum</li> <li>◦ Anwendungen auf semilineare elliptische partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung: Existenz, Eindeutigkeit und Nichteindeutigkeit von schwachen Lösungen in Sobolevräumen</li> <li>◦ Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik: Deformationsvektor, Dehnung- und Spannungstensor, ihre Anpassung auf „kleine“ Deformationen, gespeicherte Energie</li> <li>◦ Hooke'sches Gesetz für isotrope Materialien, Lamé-Koeffizienten und ihre Bestimmung</li> <li>◦ Lamé- und Beltrami-Michell-Gleichungen, einfache Randwert-Aufgaben und ihre schwache Formulierung in einem Hilbertraum</li> <li>◦ Variationsmethoden für lineare und semilineare Aufgaben in der Kontinuumsmechanik, Korn'sche Ungleichung, Aufgaben für Materialien mit einfachen Symmetrieeigenschaften (Reduktion der Dimension)</li> </ul>	
<b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Methoden der Variationsrechnung und ihre Anwendung auf konkrete und praktische Aufgaben der Kontinuumsmechanik</li> <li>◦ elementare Eigenschaften des Hilbertraumes im Vergleich zu einem (endlich-dimensionalen) euklidischen Raum, einfache Differentialrechnung und Approximationstheorie</li> </ul>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b>	
Für die Teilnahme am Modul werden erfolgreiche Teilnahme am Aufbaumodul <i>Differentialgleichungen</i> aus den Bachelor-Studiengängen Mathematik und Technomathematik sowie sichere Kenntnisse des Basismoduls <i>Analysis</i> (oder Grundvorlesung <i>Mathematik für Ingenieure</i> ) vorausgesetzt. Teilnahme am Wahlmodul <i>Funktionalanalysis</i> wäre von Vorteil, wird aber nicht vorausgesetzt.	
<b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b>	
Eine Vorlesung im Umfang von 3 SWS, in welcher die Inhalte des Moduls vermittelt werden. Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. Ein ausführliches Literaturverzeichnis wird	

in der Vorlesung ausgeteilt. Eine erste Orientierung geben folgende Lehrbücher:

- W. Rudin, „Reelle und komplexe Analysis“ (deutsche Übersetzung).
- M. Struwe, „Variational Methods“, Springer-Verlag.
- Ph. Blanchard and E. Brüning, „Variational Methods in Mathematical Physics“, Springer-Verlag (Es existiert eine ältere – die erste – Auflage auf deutsch).
- J. Nečas and I. Hlaváček, „Mathematical Theory of Elastic and Elastico-Plastic Bodies: An Introduction“, Elsevier.

Eine Übung im Umfang von 1 SWS. Durch das Lösen von Übungsaufgaben werden Vorlesungsinhalte eingeübt und das Wissen gefestigt. Insbesondere sollen die Studentinnen und Studenten ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe vorstellen und damit die Fertigkeiten der Kommunikation mathematischer Sachverhalte erlernen.

#### 4. Aufwand und Wertigkeit

Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

#### 5. Prüfungsmodalitäten

Prüfungsvorleistungen	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-207 Distributionentheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Distributionentheorie
Modulnummer	A-207
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Distributionentheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik und Physik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul, Grundlage für das Verständnis zahlreicher Methoden zur Behandlung partieller Differentialgleichungen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ reguläre und singuläre Distributionen</li> <li>◦ Operationen mit Distributionen</li> <li>◦ Distributionenlösungen von Differentialgleichungen</li> <li>◦ Fundamentallösungen von Differentialgleichungen</li> <li>◦ Variablensubstitution bei Distributionen</li> <li>◦ Faltung von Distributionen</li> <li>◦ temperierte Distributionen</li> <li>◦ Fouriertransformation von Distributionen</li> <li>◦ Sobolev-Räume</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vermittlung von Grundkenntnissen, um Methoden der Distributionentheorie zur Behandlung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie weiterer verschiedener Probleme der Analysis einsetzen zu können.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme werden Grundkenntnisse in Analysis vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Teilnehmer zum selbständigen Lösen von Problemstellungen auf, die sich an Vorlesungsinhalten orientieren, diese vertiefen und das Wissen festigen. Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie Studium von Ergänzungsliteratur.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Übungspräsenz	
	Lösen von Übungsaufgaben	10 Std.
	Prüfungsvorbereitung	30 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**A-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt A)**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Seminar (Analysis oder Numerische Mathematik)
Modulnummer	A-220
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Seminar (Analysis oder Numerische Mathematik) Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	2 SWS Seminarvorträge der Teilnehmer

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul zur Analysis oder Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Seminarmodul zu Themen der Analysis oder Numerischen Mathematik ist Teil einer vertieften Ausbildung im Bereich der Analysis oder Numerischen Mathematik. Das Modul sollte dann belegt werden, wenn eine Masterarbeit zu einem Thema aus der Numerischen Mathematik angestrebt wird.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in bedarfsabhängiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Analysis oder Numerischen Mathematik und angrenzender Arbeitsgebiete etwa der angewandten Mathematik.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur eigenständigen vertieften Auseinandersetzung mit einem Themengebiet aus dem Umfeld der Analysis oder Numerischen Mathematik.</li> <li>◦ Fähigkeit zur Präsentation mathematischer Zusammenhänge und deren Kommunikation mit den Seminarteilnehmern.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertieftes Interesse an Themen der Analysis oder Numerischen Mathematik.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Seminarvortrag und Diskussion mathematischer Inhalte mit der Seminarleitung und den übrigen Seminarteilnehmern.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Seminarpräsenz	28 Std.
	Ausarbeitung eines Seminarvortrags und Erstellung einer schriftlichen Zusammenfassung	62 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Ein vom Seminarteilnehmer zu haltender Vortrag zusammen mit einer schriftlichen Zusammenfassung. Form und Umfang dieser Leistungen werden jeweils zu Beginn der Seminarveranstaltung bekannt gegeben.
Zugelassene Hilfsmittel	

## A-222 Numerische Methoden für die Faktoranalyse

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerische Methoden für die Faktoranalyse
Modulnummer	A-222
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Numerische Methoden für die Faktoranalyse Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung der Numerischen Mathematik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Das Gesetz von Lambert-Beer und chemometrische Datenanalyse.</li> <li>◦ Analysis und Numerik nichtnegativer Matrixfaktorisierungen, Perron-Frobenius Theorie, Niedrigrangapproximationen</li> <li>◦ Selbstmodellierende Faktormethoden und typische Regularisierungen.</li> <li>◦ Eigenschaft und numerische Approximation der Menge zulässiger Lösungen.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntnis von Methoden für regularisierte nichtnegative Matrixfaktorisierungen und deren Anwendungen.</li> <li>◦ Kenntnisse über fundamentale Eigenschaften nichtnegativer Matrizen. Erwerb von Fähigkeiten zur praktischen Realisierung der Faktorisierung</li> <li>◦ Erwerb von Fähigkeiten zur praktischen Realisierung der Faktorisierungsalgorithmen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Gute Grundkenntnisse der Numerischen Mathematik und Interesse an anwendungsbezogenen Fragestellungen der Numerischen Mathematik.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In einem Teil der Veranstaltung sollen die Vorlesungsteilnehmer unter Anleitung gemeinsam die erworbenen Kenntnisse im Rahmen ein kleinen Programmierprojekts praktisch umsetzen. Das Programm soll aus vorgegebenen spektroskopischen Daten die Reinkomponenteninformationen extrahieren.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1 = 28 Std.
	Programmierprojekt	14 Std.
	Prüfungsvorbereitung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 30min oder mündliche Prüfung von 10 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben). Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**A-223 Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen
Modulnummer	A-223
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung der Numerischen Mathematik. Es bildet eine Ergänzung zu den Modulen Numerik von Differentialgleichungen I und II. Das Modul ist Grundlage für Masterarbeiten im Bereich Numerische Analysis.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bewegungsgleichungen</li> <li>◦ Schwingungsformen und kritische Frequenzen</li> <li>◦ Klassische Wellengleichung</li> <li>◦ Bernoulli-Euler-Gleichung</li> <li>◦ Dispersionsgleichung</li> <li>◦ Sommerfeld-Bedingungen</li> <li>◦ Travelling-force-Probleme</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Herleitung und Lösung von Schwingungs- und Wellengleichungen</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Differentialgleichungen</li> </ul> Kompetente Auswahl numerischer Verfahren nach Genauigkeits- und Aufwandskriterien	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse der Module Numerik von Differentialgleichungen I und II sind wünschenswert, aber nicht zwingend.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 =84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben). Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## Mathematik B: Optimierung, Diskrete Mathematik, Algebra, Geometrie

### B-004 Algebra

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Algebra
Modulnummer	B-004
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Algebra Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik, Masterstudiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik, Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Pflichtmodul im Bachelor-/Masterstudiengang Mathematik mit der Ausrichtung Mathematik, Wahlmodul für die anderen vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Voraussetzung für Forschung (Masterarbeit) auf Gebieten der Reinen Mathematik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Gruppen: Homomorphismen und Normalteiler, Faktorgruppe, direkte Produkte, Isomorphiesätze, zyklische Gruppe, Klassifikation endlicher Gruppen</li> <li>◦ Körper: die drei griechischen Probleme (die Verdoppelung des Würfels, die Dreiteilung eines Winkels, die Quadratur des Kreises), Körpererweiterungen, Primkörper, endliche Körper (Existenz und Eindeutigkeit, explizite Konstruktion von <math>F_q</math>, Kreisteilungspolynome</li> <li>◦ Elemente der Kryptologie: RSA, Primzahltests, Faktorisierung</li> <li>◦ Sätze der Zahlentheorie: der Chinesische Restsatz und die Eulersche <math>\phi</math>-Funktion, die Sätze von Fermat, Euler und Wilson</li> <li>◦ quadratische Reste und Reziprozität, der 4-Quadrate-Satz von Lagrange</li> <li>◦ Pythagoräische Zahlentripel, der große Satz von Fermat</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ haben einen mathematisch präzisen und anschaulich sicheren Umgang mit Begriffen wie: Gruppe, Ring, Körper, Körpererweiterung, Konstruktion mit Zirkel und Lineal,</li> <li>◦ sind mit grundlegenden Aussagen und Methoden der Algebra und Zahlentheorie vertraut wie: Kongruenzrechnung, Struktur und Konstruktion von Gruppen und Körpern, insbesondere endlichen Körpern,</li> <li>◦ sind imstande, mathematische Methoden aus der Algebra und Zahlentheorie zur Lösung von verschiedenen Problemen einzusetzen.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	$42 \times 1,5 = 63$ Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	$7 \times 4 = 28$ Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-101 Diskrete Optimierung

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Diskrete Optimierung
Modulnummer	B-101
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Diskrete Optimierung Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik , Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist eine Voraussetzung für anwendungsorientierte Forschung (Masterarbeit) auf dem Gebiet der Optimierung.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Polyedertheorie: konvexe Polyeder und polyedrische Kegel, Seitenflächen, Struktur und Darstellungssätze</li> <li>◦ Ganzzahlige Polyeder: ganzzahlige optimale Lösungen bei der Simplexmethode, total unimodulare Matrizen, Netzwerkmatrizen, total balancierte Matrizen</li> <li>◦ Ganzzahlige lineare Optimierung: Modellierung und Beispiele, Branch- and Bound-Verfahren, gültige Ungleichungen, Schnittebenen- und Branch- and Cut-Verfahren, Lagrange-Relaxation</li> <li>◦ Greedy-Algorithmen: Greedy-Algorithmen und Matroide, Charakterisierung von Matroiden, der Greedy-Algorithmus als Approximationsverfahren</li> <li>◦ Heuristiken: Suchverfahren, Simulated Annealing, Genetische Algorithmen</li> <li>◦ Grundlagen der Komplexitätstheorie: deterministische und nichtdeterministische Polynomial-Zeit-Algorithmen, die Klassen, P, NP und CoNP, NP-vollständige Probleme, Beispiele für Reduktionen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien und Verfahren der ganzzahligen linearen Optimierung,</li> <li>◦ erwerben Fähigkeiten zur Modellierung praktischer Probleme als ganzzahlige Optimierungsprobleme,</li> <li>◦ werden mit wichtigen Beweismethoden für die Ganzzahligkeit sowie mit den Beziehungen zur Geometrie vertraut gemacht.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I + II sowie Diskrete Mathematik und Optimierung werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Durcharbeiten weiterer Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten der Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-102 Nichtlineare Optimierung

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Nichtlineare Optimierung
Modulnummer	B-102
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Nichtlineare Optimierung Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik und Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Voraussetzung für anwendungsorientierte Forschung (Masterarbeit) auf dem Gebiet der Optimierung
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Konvexität: Definition, Eigenschaften und Charakterisierung konvexer Mengen und konvexer Funktionen, Verallgemeinerungen der Konvexität</li> <li>◦ Optimierungsprobleme mit linearen Nebenbedingungen: Kegel der zulässigen Richtungen, Optimalitätskriterien 1. und 2. Ordnung, Satz von Karush-Kuhn-Tucker, allgemeines Verfahren des zulässigen Abstieges, Verfahren des steilsten Abstiegs, Verfahren des projizierten Gradienten, Verfahren der Teilraumoptimierung, Anwendungen</li> <li>◦ Optimierungsprobleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen: Strafverfahren, Lagrange-Funktion und die Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen, Regularitätsbedingungen, Optimalitätskriterien 1. und 2. Ordnung, Sattelpunkts- und Dualitätssätze, Abstiegs- und Barriereverfahren</li> <li>◦ große lineare Optimierungsprobleme: Komplexität der Simplex-Methode, das Innere-Punkte-Verfahren von Karmarkar, Transformation auf Karmarkar-Normalform</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien und Verfahren der nichtlinearen Optimierung,</li> <li>◦ erwerben Fähigkeiten zur Modellierung praktischer Probleme als nichtlineare Optimierungsprobleme,</li> <li>◦ werden mit wichtigen Beweismethoden für Optimalitätskriterien und die Konvergenz von Algorithmen vertraut gemacht.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse der Module Analysis I und II, Lineare Algebra I und II, Numerik I sowie Diskrete Mathematik und Optimierung.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-105 Kryptologie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Kryptologie
Modulnummer	B-105
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Kryptologie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Voraussetzung für Forschung (Masterarbeit) auf Gebieten der Diskreten Mathematik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Methoden der Kryptologie werden seit der Antike benutzt um Informationen bei der Übertragung vor dem Zugriff Unbefugter zu schützen. Die Anforderungen an die Kryptologie haben in den letzten Jahren extrem an Bedeutung gewonnen, da heute in vielfältiger Hinsicht persönliche oder andere schützenswerte Daten (Passwörter, PINs, Unterschriften etc.) elektronisch übertragen werden. Andererseits wurden zahlreiche neue Methoden entwickelt.</li> <li>◦ Die Vorlesung gibt eine Einführung in die moderne Kryptologie.</li> <li>◦ Historische Chiffriersysteme, symmetrische Verfahren, public-key-Kryptosysteme, RSA-Verfahren, diskreter Logarithmus, elliptische-Kurve-Kryptosysteme, Hash-Funktionen, digitale Unterschrift, Primzahltests.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien der modernen Kryptologie kennen.</li> <li>◦ Sie werden mit Konstruktionsverfahren und Analyse der Sicherheit vertraut gemacht.</li> <li>◦ Vielfältige Anwendungen werden vorgestellt und diskutiert.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I + II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

## B-106 Kombinatorik I

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Kombinatorik I
Modulnummer	B-106
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Kombinatorik I Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für Forschung (Mas- terarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Diskreten Mathema- tik und/oder Mathematischen Optimierung haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Abzählformeln: Kombinatorische Grundformeln und Zählkoeffizienten, 12-Felder-Tabelle</li> <li>◦ Abzählmethoden: Bijektives Abzählen, Doppeltes Abzählen, Prinzip Inklusion-Exklusion</li> <li>◦ Rekursionen: Grundlagen &amp; Beispiele, Lineare Rekursionen 1. und höherer Ordnung, Anwendung Erzeugen- der Funktionen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden erlernen die Systematik der wichtigsten grundlegenden Modelle, Untersuchungsobjekte, Anzahlformeln und Identitäten der Abzählenden Kombinatorik.</li> <li>◦ Sie werden mit den wichtigsten grundlegenden kombinatorischen Abzählmethoden vertraut gemacht.</li> <li>◦ Sie erwerben Fähigkeiten zur Anwendung der erlernten Modelle und Verfahren auf kombinatorische Abzähl- probleme und analoge Probleme der elementaren Wahrscheinlichkeitstheorie.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vorausgesetzt werden anwendungsbereite Kenntnisse aus der mathematischen Grundlagenausbildung. Vorteil- haft sind Kenntnisse über die Grundlagen der Linearen Algebra und der elementaren Wahrscheinlichkeitstheorie.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. 1 SWS Übungen: Durch selbständiges Lösen von Übungsaufgaben und schriftliche Darstellung der Lösungswege wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

## B-109 Allgemeine Algebra I

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Allgemeine Algebra I
Modulnummer	B-109
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Allgemeine Algebra I Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelor-Studiengang Mathematik, Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt Gymnasium (Mathematik), Informatik (im Nebenfach)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für Forschung (Ba- chelor- und Masterarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Algebra und Diskreten Mathematik haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundbegriffe der Allgemeinen Algebra</li> <li>◦ Verbände: zwei Definitionen eines Verbandes, grundlegende Eigenschaften von Verbänden, distributive und modulare Verbände, vollständige Verbände</li> <li>◦ Hüllensysteme und Hüllenoperatoren</li> <li>◦ Anwendungen in der Formalen Begriffsanalyse</li> <li>◦ Homomorphismen, Isomorphismen, Kongruenzrelationen und Faktoralgebren; der allgemeine Homomorphie-satz, spezielle Homomorphiesätze (z.B. für Gruppen, Ringe, Verbände und Boolesche Algebren); Isomorphie-sätze; Galois-Verbindungen</li> <li>◦ Direkte und subdirekte Produkte von Algebren, direkt irreduzible und subdirekt irreduzible Algebren; Irreduzi-bilitätskriterien für Algebren mit Anwendungen (z.B. der Stonesche Darstellungssatz für Boolesche Algebren)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Begriffe, Sätze und Beweismethoden kennen, die zeigen, wie die Allgemeine Algebra als übergreifende Theorie der algebraischen Einzeldisziplinen wirkt.</li> <li>◦ In Form von Beispielen zu den Sätzen der Allgemeinen Algebra werden sie u.a. mit wichtigen Teilen der Grup-pen- und Ring-Theorie sowie der Theorie der Booleschen Algebren vertraut gemacht.</li> <li>◦ Sie erwerben Fähigkeiten im Abstrahieren und im fächerübergreifenden Denken.</li> <li>◦ Bereits erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der klassischen Algebra werden vertieft und sie werden an moderne Algebra herangeführt.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus der naiven Mengenlehre und der Linearen Algebra, wie sie in der Regel in der mathematischen Grundlagenausbildung bei den Mathematik-, Physik- oder Informatik-Studenten vermittelt werden.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Prüfungsvorbereitung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-111 Geometrie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Geometrie
Modulnummer	B-111
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Geometrie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Voraussetzung für Forschung (Bachelor- oder Masterarbeit) auf dem Gebiet der Geometrie.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Affine, projektive, Euklidische Geometrie und Transformationsgruppen</li> <li>◦ Kurven und Flächen im n-dimensionalen euklidischen Raum,</li> <li>◦ Hauptsatz der Kurventheorie, Bezierkurven und -flächen</li> <li>◦ Varietäten und Ideale, Hilbertscher Basissatz</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ lernen grundlegende Konzepte der Geometrie kennen, die Basis klassischer Gebiete wie der Differentialgeometrie und der algebraischen Geometrie sind.</li> <li>◦ werden mit Themen der Computermathematik und Ihren Anwendungen, zum Beispiel in der Computergrafik, bekanntgemacht</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II und Analysis I+II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-112 Konvexe und Diskrete Geometrie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Konvexe und Diskrete Geometrie
Modulnummer	B-112
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Konvexe und Diskrete Geometrie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Voraussetzung für Forschung (Bachelor- oder Masterarbeit) auf dem Gebiet der Geometrie.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Konvexe Mengen, Stützfunktionen</li> <li>◦ Sätze von Radon, Helly und Caratheodory</li> <li>◦ Polyedertheorie, Seitenverbände und Dualität</li> <li>◦ Zerlegungen, Gemischte Volumina und Brunn-Minkowski-Theorie</li> <li>◦ Gitter und konvexe Körper, Erster Fundamentalsatz von Minkowski</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ erhalten grundlegende Kenntnisse von Konzepten der Konvexgeometrie und Diskreten Geometrie</li> <li>◦ lernen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Disziplinen wie der Zahlentheorie und mathematischen Optimierung kennen</li> <li>◦ erlernen Grundlagen für weiterführende Arbeiten in der computerorientierten Geometrie und algorithmischen-Mathematik</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II und Analysis I+II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-113 Semidefinite Optimierung

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Semidefinite Optimierung
Modulnummer	B-113
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Semidefinite Optimierung Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist zu empfehlen als Vorbereitung für Forschung (Bachelor- oder Masterarbeit) auf dem Gebiet der Geometrie und Optimierung.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Theorie und Algorithmen der Semidefiniten Optimierung: Konische Programme, Dualitätstheorie, Prinzipien innerer Punktmethode</li> <li>◦ Anwendungen in der Kombinatorik: Lovasz Thetafunktion, 0/1 Programme, Maxcut</li> <li>◦ Anwendungen in der Geometrie: John's Ellipsoids, Distanzgeometrie, Euklidische Einbettungen</li> <li>◦ Anwendungen in der Algebra: Polynomoptimierung, Positive Polynome und Quadratsummen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ erhalten grundlegende theoretische Kenntnisse der Semidefiniten Optimierung,</li> <li>◦ lernen Beispiele semidefiniter Optimierungsprobleme aus Kombinatorik, Algebra und Geometrie kennen</li> <li>◦ erwerben Fähigkeiten zur Erkennung und Modellierung semidefiniter Optimierungsprobleme</li> <li>◦ erlernen die praktische Lösung semidefiniter Optimierungsprobleme mit Hilfe mathematischer Software</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II und Analysis I+II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**B-114 Geometrie der Zahlen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Geometrie der Zahlen
Modulnummer	B-114
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Geometrie der Zahlen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist zu empfehlen als Vorbereitung für Forschung (Bachelor- oder Masterarbeit) auf dem Gebiet der Geometrie.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Sätze von Minkowski und deren Anwendung</li> <li>◦ Gitterpunkte in Polyedern und Ehrhart-Theorie</li> <li>◦ Reduktionstheorien quadratischer Formen</li> <li>◦ Die Geometrie der positiv definiten quadratischen Formen</li> <li>◦ Packungs- und Überdeckungsprobleme</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ lernen zahlentheoretische und deren Anwendungen mit Hilfe geometrischer Methoden zu lösen</li> <li>◦ erhalten Kenntnisse über die historische Entwicklung der Konvexgeometrie und der Diskreten Geometrie aus Fragestellungen der klassischen Zahlentheorie</li> <li>◦ lernen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Disziplinen wie der mathematischen Optimierung kennen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II und Analysis I+II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	$42 \times 1,5 = 63$ Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	$7 \times 4 = 28$ Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-201 Graphentheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Graphentheorie
Modulnummer	B-201
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Graphentheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengänge Mathematik/Technomathematik, Wirtschaftsmathematik und Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Voraussetzung für Forschung (Masterarbeit) auf Gebieten der Diskreten Mathematik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Vorlesung ist der strukturellen, algebraischen und topologischen Graphentheorie gewidmet. Die algorithmische Graphentheorie ist Bestandteil der Vorlesung „Diskrete Mathematik und Optimierung“.</li> <li>◦ Schwerpunkte sind: Satz von Kirchoff-Trent, Faktoren und Matchings, Extremalprobleme, Spektren von Graphen, Automorphismen von Graphen, Ramseytheorie, Topologische Graphentheorie, insbesondere planare Graphen und 4-Farben-Satz</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien der Graphentheorie kennen.</li> <li>◦ Sie werden mit Existenzaussagen und Konstruktionsverfahren nebst Beweisen vertraut gemacht.</li> <li>◦ Vielfältige Anwendungen werden vorgestellt und diskutiert.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I + II und Diskrete Mathematik und Optimierung werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

## B-210 Zahlentheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Zahlentheorie
Modulnummer	B-210
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Zahlentheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Teilgebiet der Algebra/Geometrie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kongruenzen</li> <li>◦ Zahlentheoretische Funktionen</li> <li>◦ Verteilung der Primzahlen</li> <li>◦ Analytische Methoden, Exponentialsummen</li> <li>◦ Additive Zahlentheorie, Kreismethode</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studenten lernen Argumentationsweisen der Zahlentheorie kennen</li> <li>◦ Die Studenten können zahlentheoretische Fragen in ihren historischen Kontext einbetten</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II und Analysis I+II werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min; Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-211 Asymptotische Gruppentheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Asymptotische Gruppentheorie
Modulnummer	B-211
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Asymptotische Gruppentheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Teilgebiet der Algebra/Geometrie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Statistik in symmetrischen und linearen Gruppen</li> <li>◦ Untergruppen in freien Produkten: Hayman's Methode</li> <li>◦ Untergruppen in virtuell freien Gruppen: Lineare Optimierung</li> <li>◦ Untergruppen von pro-p-Gruppen</li> <li>◦ Irrfahrten auf endlichen Gruppen</li> <li>◦ Zusammenhang mit Fragen der algebraischen Geometrie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
◦ Die Studenten lernen analytische und probabilistische Methoden auf Fragen der Gruppentheorie anzuwenden.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Kenntnisse aus dem Modul Gruppentheorie	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur.	
1 SWS Übungen: Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	oder mündliche Prüfung von 20 min; Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt B)

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Seminar (Optimierung/Diskrete Mathematik/Algebra/Geometrie)
Modulnummer	B-220
Modulverantwortliche	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Seminar (Optimierung/Diskrete Mathematik/Algebra/Geometrie) Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	2 SWS Seminarvorträge der Teilnehmer

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Seminarmodul steht im Zusammenhang mit einer Master-Arbeit zu einem Thema aus dem Schwerpunkt B
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Diskreten Mathematik, Mathematischen Optimierung, Algebra, Geometrie und angrenzender Arbeitsgebiete an Hand von Originalarbeiten oder Monographien</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen, weiter führende mathematische Literatur zu erarbeiten.</li> <li>◦ Sie lernen, mathematische Fragen genau zu formulieren.</li> <li>◦ Sie lernen, ihre Erkenntnisse in einem längeren, selbst konzipierten Vortrag mitzuteilen.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnis zur Diskreten Mathematik, Optimierung, Algebra oder Geometrie, je nach Themenstellung	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Seminarvortrag und Diskussion mathematischer Inhalte mit der Seminarleitung und den übrigen Seminarteilnehmern.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Seminarpräsenz	28 Std.
	Ausarbeitung eines Seminarvortrags und Erstellung einer schriftlichen Zusammenfassung	62 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Ein vom Seminarteilnehmer zu haltender Vortrag zusammen mit einer schriftlichen Zusammenfassung. Form und Umfang dieser Leistungen werden jeweils zu Beginn der Seminarveranstaltung bekannt gegeben.
Zugelassene Hilfsmittel	

# Mathematik C: Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematische Statistik, Finanz- und Versicherungsmathematik

## C-102 Mathematische Statistik II

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Mathematische Statistik II
Modulnummer	C-102
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit Übungen: Mathematische Statistik Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für die Bachelor- und Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Spezielle Verteilungsklassen, insbesondere Exponentialfamilien</li> <li>◦ Konsistente Schätzverfahren</li> <li>◦ Erschöpfende Statistiken und UMVU-Schätzer, optimale Parameterschätzung</li> <li>◦ Optimales Testen parametrischer Hypothesen</li> <li>◦ Konfidenzintervalle</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Modellierung statistischer Fragestellungen</li> <li>◦ Sicherer Umgang mit optimalen statistischen Verfahren</li> <li>◦ Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse</li> <li>◦ Grundkenntnisse von Statistiksoftware</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus dem Modul Basismodul Stochastik sind erforderlich, Kenntnisse aus dem Modul Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik sind hilfreich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur	
1 SWS Übungen: Durch Lösen der Übungsaufgaben und schriftliche Darstellung des Lösungsweges wird vermitteltes Wissen gefestigt und umgesetzt	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz/Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

**C-103 Ökonometrische Modelle**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Ökonometrische Modelle
Modulnummer	C-103
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Ökonometrische Modelle Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Vorbereitung für eine Bachelorarbeit
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Analyse ein- und mehrstufiger Merkmale, Lineares Modell, Gauß-Markov-Theorem, Regressionsanalyse, Varianzanalyse</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ sie verstehen den Weg vom ökonomischen zum ökonometrischen Modell</li> <li>◦ sie beherrschen ökonometrische Modelle</li> <li>◦ sie können ökonometrische Modelle bedarfsgerecht abwandeln</li> <li>◦ sie können auf Verletzungen von Modellvoraussetzungen reagieren</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Pflichtmodulen Analysis I + II, Lineare Algebra I + II und Stochastik sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übung: Die Studierenden werden hier angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und praktisch umzusetzen.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-104 Verallgemeinerte Gleichverteilungen und Kreiszahlen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Verallgemeinerte Gleichverteilungen und Kreiszahlen
Modulnummer	C-104
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Verallgemeinerte Gleichverteilungen und Kreiszahlen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Spezialvorlesung in der Stochastik, Vorbereitung für eine Bachelor- oder Masterarbeit
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Klassische Gleichverteilung, Pi und die Frage seiner Verallgemeinerung</li> <li>◦ Die Kreiszahlfunktion für konvexe p-Kreise</li> <li>◦ Eigenschaften der Kreiszahlfunktion und des nichteuklidischen Bogenlängenmaßes</li> <li>◦ Fortsetzung der Kreiszahlfunktion für nichtkonvexe Kreisscheiben</li> <li>◦ Die Ellipsenzahlfunktion</li> <li>◦ Literatur-Rückblick: Wege zur Verallgemeinerung von Pi</li> <li>◦ Forschungsausblick: weitere Verallgemeinerungsmöglichkeiten</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Sie können den Zusammenhang zwischen wahrscheinlichkeitstheoretischer und geometrischer Fragestellung darstellen</li> <li>◦ Sie können den gebotenen Stoff ins Verhältnis zum Schulwissen und zu anderen Vorlesungen setzen.</li> <li>◦ Sie können die Wechselbeziehungen zwischen mehreren mathematischen Teilgebieten darstellen.</li> <li>◦ Sie können Freiheiten und Auswahlgründe bei der Entscheidung für eine nichteuklidische Geometrie beschreiben.</li> <li>◦ Sie können die Entstehung von Forschungsaufgaben aus einer elementaren Fragestellung heraus nachvollziehen.</li> <li>◦ Sie können wissenschaftshistorische Zusammenhänge darstellen.</li> <li>◦ Sie entwickeln Möglichkeiten für die mathematische Begabtenförderung.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Pflichtmodulen Analysis I + II sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung; Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1,5 = 42 Std.
	Prüfungsvorbereitung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**C-201 Wahrscheinlichkeitstheorie II**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Wahrscheinlichkeitstheorie II
Modulnummer	C-201
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Wahrscheinlichkeitstheorie II Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik; Wahlmodul im Masterstudiengang Mathematik, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Hilfreich für die Vertiefung zur Finanz- und Versicherungsmathematik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bedingte Verteilung unter einer <math>\sigma</math>-Algebra, bedingte Dichte, reguläre bedingte Verteilungen und Markovsche Kerne</li> <li>◦ Filtration, adaptierter Prozess, Martingal, vorhersagbare stochastische Folgen, Doob's Martingal, Strategie, mit einer Strategie transformierte Folge, Markovsches Moment, Stoppzeit, Stopp-Satz, Kompensator eines Submartingals, Martingal-Konvergenzsatz, <math>L^p</math>-Raum</li> <li>◦ Polnischer Raum und Konvergenz in Polnischen Räumen, Borel- und Radon-, projektive Verteilungsfamilien und Satz von Kolmogoroff über die Existenz stochastischer Prozesse, Gaußsche Zufallselemente und Prozesse, Wiener-Maß und Konvergenz der Verteilungen von Summenprozessen gegen das Wiener-Maß, schwache Konvergenz und deren Metrisierung in Polnischen Räumen, Satz von Prokhorov, Invarianzprinzip von Donsker</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden erlangen vertiefende Erkenntnisse in der Wahrscheinlichkeitstheorie, welche auch auf die Vorlesung zur Finanzmathematik vorbereiten sollen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Bachelorabschluss in Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übung: Die Studierenden werden hier angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und praktisch umzusetzen.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-202 Statistik stochastischer Prozesse

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Statistik stochastischer Prozesse
Modulnummer	C-202
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit Übungen: Statistik stochastischer Prozesse Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Schwerpunktmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Schwerpunktmodul und Grundlage für Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lineare Prozesse und Filtration linearer Prozesse</li> <li>◦ Vorhersage von ARMA-Prozessen und (G)ARCH-Modellen</li> <li>◦ Schätzung der Kovarianzfunktion und MKQ-Schätzungen in AR-Prozessen</li> <li>◦ Homogene und inhomogene Wienerprozesse</li> <li>◦ Parameterschätzungen in speziellen Diffusionsprozessen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Modellierung durch ARMA-Prozesse und durch spezielle Diffusionsprozesse</li> <li>◦ Sicherer Umgang mit dem Apparat der Filtration von Zeitreihen</li> <li>◦ Fähigkeit zur Interpretation der Ergebnisse von statistischen Verfahren</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus dem Basismodul Stochastik sind erforderlich, Kenntnisse aus dem Aufbaumodul Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik sind erwünscht.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur	
1 SWS Übungen: Durch Lösen der Übungsaufgaben und schriftliche Darstellung des Lösungsweges wird vermitteltes Wissen gefestigt und umgesetzt	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz/Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

## C-203 Nichtparametrische Statistik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Nichtparametrische Statistik
Modulnummer	C-203
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit Übungen: Nichtparametrische Statistik Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Schwerpunktmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Schwerpunktmodul und Grundlage für die Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Dichteschätzung und Regression</li> <li>◦ Kern-Schätzer, Orthogonalreihenschätzer, lokal polynomiale Schätzer</li> <li>◦ Allgemeine Konsistenz</li> <li>◦ Optimale Konvergenzraten unter Glattheitsannahmen</li> <li>◦ Adaptive Breitbandwahl</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntnisse der Standardprobleme der nichtparametrischen Statistik</li> <li>◦ Beherrschung nichtparametrischer Schätzverfahren</li> <li>◦ Verständnis der asymptotischen Theorie der Nichtparametrik</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus dem Basismodul Stochastik sind erforderlich, Kenntnisse aus dem Aufbaumodul Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik sind von Vorteil.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur	
1 SWS Übungen: Durch Lösen der Übungsaufgaben und schriftliche Darstellung des Lösungsweges wird vermitteltes Wissen gefestigt und umgesetzt	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz/Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

**C-204 Stochastische Finanzmathematik**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Stochastische Finanzmathematik
Modulnummer	C-204
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Stochastische Finanzmathematik Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik; Wahlmodul im Masterstudiengang Mathematik, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Hilfreich für das vertiefende Wahlpflichtmodul Mathematische Methoden der Personenversicherung
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes dritte Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einführung: Finanzgüter, Finanzmärkte und No-Arbitrage-Prinzip</li> <li>◦ Preistheorie, Hedging und Fundamentalsatz in Ein- und diskreten Mehrperiodenmodellen</li> <li>◦ Amerikanische Claims und Stopp-Probleme</li> <li>◦ Vom Cox-Ross-Rubinstein-Modell zum Black-Scholes-Modell.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden begreifen die stochastische Finanzmathematik als Teil der interdisziplinären Finanzmarkttheorie und sind in der Lage, einfache Finanzmärkte zu modellieren.</li> <li>◦ Die Studierenden kennen die zentralen Probleme der Finanzmathematik (Bewertung von Finanzgütern, Absicherung von Claims, Portfoliooptimierung).</li> <li>◦ Sie lernen den sicheren Umgang mit Grundkonzepten der Finanzmathematik und beherrschen Bewertungs- sowie Absicherungsmethoden für ausgewählte Finanzmarktmodelle (zeitdiskrete Modelle, Black-Scholes-Modell).</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Gute Analysis- und sehr gute Stochastik-Kenntnisse (primär Wahrscheinlichkeitstheorie). Grundkenntnisse der Optimierung sowie über Finanzmärkte und ein Verständnis ökonomischer Zusammenhänge sind hilfreich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 WS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. 1SWS Übung: In den Übungen werden die Studierenden angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und selbständig einzusetzen. Durch Präsentation ihrer Lösungen sollen sie fachbezogene Kommunikationsfertigkeiten trainieren.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungs- und Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	78 Std.
	Vorbereiten von Übungen	28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	18 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

## C-205 Mathematische Methoden der Personenversicherung

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Mathematische Methoden der Personenversicherung
Modulnummer	C-205
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Mathematische Methoden der Personenversicherung Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik; Wahlmodul im Masterstudiengang Mathematik, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Voraussetzung für vertiefende Spezialveranstaltungen (etwa Seminare) zur Personenversicherungsmathematik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes dritte Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Das biometrische Risiko in der allgemeinen Personenversicherung: Multivariate Zählprozesse, markierte Punktprozesse und inhomogene Markovsche Sprungprozesse; Vorwärts- und Rückwärtsgleichungen</li> <li>◦ Versicherungsleistungen, Leistungsbarwerte und Äquivalenzprämien in der allgemeinen Personenversicherung</li> <li>◦ Das prospektive Deckungskapital und seine Dynamik (Rekursionsformeln, retrospektive Darstellung, Thiele'sche Integralgleichungen und der Satz von Cantelli, Rückkaufswert und Zeitwert)</li> <li>◦ Der Verlust oder Gewinn aus einem allgemeinen Personenversicherungsvertrag (Hattendorffsches Theorem)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Lehrveranstaltung knüpft vertiefend an die zweite Hälfte des Pflichtmoduls zur Versicherungsmathematik des Bachelorstudienganges Wirtschaftsmathematik an. Sie soll unter anderem (zusammen mit einem einschlägigen Seminar) auf die Anfertigung von Masterarbeiten in der Personenversicherungsmathematik vorbereiten.</li> <li>◦ Die zentralen Konzepte der Personenversicherung (biometrisches Risiko, Leistungsbarwert, Deckungskapital, Verlust) werden so modelliert, dass sie auch in der Pensions- und Invaliditätsversicherung einsetzbar sind.</li> <li>◦ Die Studierenden lernen den sicheren Umgang mit diesen Konzepten durch Verständnis Ihrer mathematischen Struktur. Sie sind in der Lage, diese Konzepte auch auf komplexe Beispiele anzuwenden, beispielsweise um Prämien zu berechnen, die Dynamik des prospektiven Deckungskapitals zu untersuchen oder um eventuelle Verluste zu quantifizieren.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Gute Analysis- und Stochastik-Kenntnisse (überwiegend Wahrscheinlichkeitsrechnung). Grundkenntnisse des Versicherungswesens und ein Verständnis ökonomischer Zusammenhänge sind hilfreich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. 1 SWS Übung: In den Übungen werden die Studierenden angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und selbständig einzusetzen. Durch Präsentation ihrer Lösungen sollen sie fachbezogene Kommunikationsfertigkeiten trainieren.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungs- und Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	78 Std.
	Vorbereiten von Übungen	28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	18 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

**C-206 Schadenversicherungsmathematik und Risikotheorie**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Schadenversicherungsmathematik und Risikotheorie
Modulnummer	C-206
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Schadenversicherungsmathematik und Risikotheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik; Wahlmodul im Masterstudiengang Mathematik, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Hilfreich für das vertiefende Wahlpflichtmodul Mathematische Methoden der Personenversicherung
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes dritte Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Das kollektive und das individuelle Risikomodell (Vertiefung)</li> <li>◦ ZP-Approximation des individuellen Modells</li> <li>◦ Spätschadenreservierung</li> <li>◦ Grundzüge der klassischen Ruinthorie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden vertiefen Ihr Verständnis der Gesamtschadensmodelle der Risikotheorie. Sie sind in der Lage, deren mathematische Beziehungen zu analysieren und den Modelltyp der jeweiligen Anwendungssituation anzupassen.</li> <li>◦ Die Studierenden kennen die wichtigsten Rückversicherungsformen und ihre Wirkungsweise. Sie verstehen die Risikoteilung als zentrales Gestaltungselement des Risikomanagement und können die Auswirkung von Zession und Retrozession mit Hilfe von Gesamtschadensmodellen mathematisch beschreiben.</li> <li>◦ Die Studierenden verstehen die Spätschadenproblematik. Sie kennen die wichtigsten Reservierungsverfahren für Spätschäden und deren mathematische Modellierung und sind zu deren Umsetzung in der Lage.</li> <li>◦ Die Studierenden kennen das dynamische kollektive Risikomodell, die Ruinproblematik und ihre Bedeutung für die Prämienkalkulation. Sie verstehen die klassische Cramér-Lundberg-Schranke und die Asymptotik für Ruinwahrscheinlichkeiten.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Gute Analysis- und Stochastik-Kenntnisse (überwiegend Wahrscheinlichkeitsrechnung). Grundkenntnisse des Versicherungswesens und ein Verständnis ökonomischer Zusammenhänge sind hilfreich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium. 1 SWS Übung: In den Übungen werden die Studierenden angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und selbständig einzusetzen. Durch Präsentation ihrer Lösungen sollen sie fachbezogene Kommunikationsfertigkeiten trainieren.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungs- und Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	78 Std.
	Vorbereiten von Übungen	28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	18 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

## C-207 Mathematik der Privaten Krankenversicherung

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Mathematik der Privaten Krankenversicherung
Modulnummer	C-207
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Mathematik der Privaten Krankenversicherung Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul des vorgenannten Studiengangs, Vertiefung in Angewandter Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Hilfreich für das vertiefende Wahlpflichtmodul Mathematische Methoden der Personenversicherung, Voraussetzung für vertiefende Seminare
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; unregelmäßig, nachfrageorientiert

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Das gegliederte Krankenversicherungssystem in Deutschland</li> <li>◦ Das biometrische Risiko in der Krankenversicherung: Kopfschäden und Ausscheideordnung</li> <li>◦ Nettoprämien nach dem Äquivalenzprinzip, Prämienzuschläge und Bruttoprämien, Umlagekomponenten</li> <li>◦ Alterungsrückstellungen</li> <li>◦ Prämienberechnung bei Tarifänderungen, Prämienanpassungen</li> <li>◦ Sonderformen der PKV</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Lehrveranstaltung knüpft vertiefend an die zweite Hälfte des Pflichtmoduls zur Versicherungsmathematik im Bachelorstudiengang Wirtschaftsmathematik an. Sie kann unter anderem auf die Anfertigung von Masterarbeiten über Kranken- oder Pflegeversicherungsfragen vorbereiten.</li> <li>◦ Die Studierenden verstehen die zentralen Konzepte der Krankenversicherung nach Art der Lebensversicherung in Abgrenzung sowohl zur gesetzlichen Krankenversicherung als auch zur Krankenversicherung nach Art der Schadenversicherung. Sie beherrschen die auf ihnen basierenden mathematischen Methoden der Kalkulation von Prämien, Prämienzuschlägen, Rückstellungen und Umlagekomponenten in der privaten Krankenversicherung.</li> <li>◦ Die Studierenden sind in der Lage, diese Methoden auf komplexe Finanzierungsprobleme der Krankenversicherung (etwa die Beitragsproblematik älterer Versicherter oder den Umgang mit biometrischen Änderungsrisiken) anzuwenden.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Bachelorabschluss in einem mathematisch oder wirtschaftsmathematisch ausgerichteten Studiengang. Grundkenntnisse des Versicherungswesens sind hilfreich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges zeitnahes Nacharbeiten an Hand von (elektronischen) handouts, Mitschriften und relevanter Literatur	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten von Vorlesungen	106 Std.
	Prüfung und Prüfungsvorbereitung	18 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-208 Multivariate statistische Methoden

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Multivariate statistische Methoden
Modulnummer	C-207
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Multivariate statistische Methoden Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Vorbereitung für eine Masterarbeit
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Momente von Zufallsvektoren, Erwartungswert und Kovarianzoperator einer Zufallsmatrix, Dichten von Zufallsmatrizen, Gaußsche Zufallsmatrizen, Modellierung ein- und mehrstufiger Merkmale, Wishart- und Hotelling-Verteilung, Regressions- und Korrelationsanalyse, Faktor- und Hauptkomponentenanalyse</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ sie verstehen, wie eindimensionale Begriffsbildungen der Stochastik auf mehrdimensionale Situationen ausgedehnt und auf Fragestellungen der Demografie und Ökonometrie angewendet werden</li> <li>◦ sie beherrschen Klassen multivariater Modelle und Verteilungen</li> <li>◦ sie können zweidimensionale Lebensdauermodelle bearbeiten</li> <li>◦ sie lernen, Daten des sozio-ökonomischen Panels auf Scheinkorrelationen hin zu untersuchen</li> <li>◦ sie lernen, aus sozio-demografischen Daten Hauptkomponenten zu extrahieren und mit latenten Faktoren Muster zu beschreiben</li> <li>◦ sie lernen, Zusammenhänge zwischen Variablen der Altersforschung zu beschreiben</li> <li>◦ sie beherrschen mehrdimensionale Schätz- und Prüfverfahren</li> <li>◦ sie erlernen die Anwendung mehrdimensionaler Varianzanalyse- und Regressionsmodelle auf demografische, ökonometrische u.a. angewandte Fragestellungen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Basismodulen Analysis I + II, Lineare Algebra I + II und Stochastik sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übung: Die Studierenden werden hier angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und praktisch umzusetzen.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**C-209 Statistische Modelle der Demografie**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Statistische Modelle der Demografie
Modulnummer	C-209
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit Übungen: Statistische Modelle der Demografie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Asymptotik und Effizienz des Maximum-Likelihood-Schätzer</li> <li>◦ Verallgemeinerte lineare und nichtlineare Modelle</li> <li>◦ Random Effekt-Modelle</li> <li>◦ Multistate-Modelle</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Sicherer Umgang mit allgemeinen Regressionsmodellen</li> <li>◦ Fähigkeit der Approximation von Verteilungen von Statistiken für große Stichprobenumfänge (ZGW, Bootstrap)</li> <li>◦ Fähigkeit zur Formulierung der Voraussetzungen und der Interpretation der Ergebnisse statistischer Verfahren</li> <li>◦ Sicherer Umgang mit der Programmiersprache R</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Erfolgreiche Teilnahme am Modul Stochastik. Kenntnisse aus dem Modul Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik sind hilfreich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur	
1 SWS Übungen: Lösen von Übungsaufgaben, Schreiben kleinerer Programme in R, Verifikation von Verfahren durch Simulation, Bearbeiten realer Daten	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz/Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-210 Survivalanalysis

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Survivalanalysis
Modulnummer	C-210
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit Übungen: Survivalanalysis Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Wahlmodul und Grundlage für Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Martingale und Zählprozesse</li> <li>◦ Zählprozesse und deren Kompensatoren</li> <li>◦ Kaplan-Meier-Schätzer</li> <li>◦ Log-Rang-Statistiken</li> <li>◦ Proportionale Hazard-Modelle</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Sicherer Umgang mit Punktprozessen und deren Intensitäten</li> <li>◦ Fähigkeit der Modellierung von statistischen Modellen mit zensierten Daten</li> <li>◦ Fähigkeit zur Formulierung der Voraussetzungen und der Interpretation der Ergebnisse statistischer Verfahren</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Erfolgreiche Teilnahme am Basismodul Stochastik und am Aufbaumodul Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur	
1 SWS Übungen: Lösen von Übungsaufgaben, Bearbeiten realer Daten mit dem Programm R, Verifikation von Verfahren durch Simulation	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz/Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-211 Populationsdynamik

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Populationsdynamik
Modulnummer	C-211
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Populationsdynamik Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Ergänzung zur Vorlesung Gewöhnliche Differentialgleichungen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Stetige und diskrete Wachstumsmodelle</li> <li>◦ Modelle mit zeitlicher Verzögerung</li> <li>◦ Altersabhängiges Populationswachstum</li> <li>◦ Lotka-Volterrasches Wettbewerbsmodell</li> <li>◦ Ausbreitung von Infektionen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden lernen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ verschiedene Wachstumsmodelle für Populationen mit Anwendungen in der Biomathematik und Demographie kennen,</li> <li>◦ mit Hilfe dieser Modelle Rückschlüsse auf das Langzeitverhalten von Populationen zu ziehen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Kenntnis des Moduls Gewöhnliche Differentialgleichungen	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, Studium der angegebenen Literatur.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1,5 = 42 Std.
	Prüfungsvorbereitung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-212 Wechselwirkungsmodelle und Copulas

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	<b>Wechselwirkungsmodelle und Copulas</b>
Modulnummer	C-212
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Wechselwirkungsmodelle und Copulas Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, jeweils als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Vorbereitung für eine Masterarbeit
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ordinal und nominal kategoriale Merkmale</li> <li>◦ Ordinal kategoriale Modelle</li> <li>◦ Loglineare Modelle in Mehrwegetafeln</li> <li>◦ Assoziations- und partielle Wechselwirkungsmodelle</li> <li>◦ Copulamodelle</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden erwerben folgende Kompetenzen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Sie werden befähigt, Zusammenhänge zwischen nominal-, ordinal- bzw. metrisch-skalierten Merkmalen, welche in der Altersforschung/Demografie und Ökonometrie in verschiedensten Kombinationen auftreten, zu modellieren.</li> <li>◦ Sie werden außerdem in den Übungen befähigt, die erworbenen theoretischen Grundlagenkenntnisse auf typische Fragestellungen der genannten Gebiete praktisch anzuwenden.</li> <li>◦ Sie erwerben Kenntnisse über sozio-demografische Daten und deren Auswertung.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Basismodulen Analysis I + II, Lineare Algebra I + II und Stochastik sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übung: Die Studierenden werden hier angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und praktisch umzusetzen.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-213 Stochastische Analysis

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Stochastische Analysis
Modulnummer	C-213
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übungen: Stochastische Analysis Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik; Wahlmodul im Masterstudiengang Mathematik, jeweils als Vertiefungs- modul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Hilfreich für die vertiefenden Module: C-204 Stochastische Finanzmathematik, C-202 Statistik stochastischer Prozesse, und C-209 Statistische Modelle der Demografie; Ergänzung für C-201 Wahrscheinlichkeitstheorie II; Voraussetzung für einschlägige Seminare
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; unregelmäßig, nachfrageorientiert

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Brownsche Bewegung und Itointegral</li> <li>◦ stochastische Integration nach lokalen Martingalen mit stetigen Pfaden</li> <li>◦ Die quadratische Variation</li> <li>◦ Die Itoformel und das exponentielle Martingal</li> <li>◦ Stochastische Differentialgleichungen</li> <li>◦ Anwendungen auf Diffusionsprozesse.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Lehrveranstaltung knüpft vertiefend an die beiden Stochastik-Module C-001 (Pflicht) und C-002 (Wahlpflicht) des Bachelorstudienganges an. Sie ergänzt das (Wahl-)Pflichtmodul Wahrscheinlichkeitstheorie II im Sinne eines Brückenschlags zur Analysis.</li> <li>◦ Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Stochastischen Analysis: Stochastische Integration und Stochastische Differentialgleichungen. Die Studierenden beherrschen zentrale Elemente des Kalküls der stochastischen Analysis: Lokalisation, Itoformel, Variation und exponentielles Martingal. Sie sind in der Lage, diese Fähigkeiten im Rahmen von statistischen oder finanz- bzw. versicherungsmathematischen Anwendungen einzusetzen.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
BA-Abschluß in einem mathematisch oder wirtschaftsmathematisch ausgerichteten Studiengang. Kenntnisse der Stochastik im Umfang der beiden Module C-001 Stochastik und C-002 Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik des Bachelorstudienganges Mathematik.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung. Selbständiges zeitnahes Nacharbeiten an Hand von (elektronischen) handouts, Mitschriften und relevanter Literatur.	
1 SWS Übung. In den Übungen werden die Studierenden angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und selbständig einzusetzen. Durch Präsentation ihrer Lösungen sollen sie fachbezogene Kommunikationsfertigkeiten trainieren.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungs- und Übungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung und Übung	106 Std.
	Prüfung und Vorbereitung	18 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

### C-214 Finanzstatistik

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	<b>Finanzstatistik</b>
Modulnummer	C-214
Modulverantwortlicher	Lehrstuhl für Statistik und Ökonometrie (an der WSF, Prof. Dr. R. Weißbach)
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit Übungen: Finanzstatistik Prof. Dr. R. Weißbach (WSF)
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die vorgenannten Studiengänge, als Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für Masterarbeit
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Finanzwirtschaftliche Grundlagen</li> <li>◦ Der Volatilitätsparameter des Marktpreisrisikos und seine Schätzung aus Zeitreihen</li> <li>◦ Die Ausfallwahrscheinlichkeit als Kreditrisikoparameter und Schätzung aus Verweildauern</li> <li>◦ Die Korrelationsmatrix als Parameter des Portfoliorisikos und Zufallsmatrizen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Datenanalyse für Marktpreismodelle und Marktpreisrisikomodelle</li> <li>◦ Datenanalyse für Kreditkosten und Kreditrisikomodelle</li> <li>◦ Abschätzung von Diversifikationspotentialen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Erfolgreiche Teilnahme am Modul Stochastik. Kenntnisse aus dem Modul Mathematische Statistik sind hilfreich	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten des Vorlesungsskripts	
1 SWS Übung: Lösen von Übungsaufgaben, Schreiben kleiner Programme in R oder SAS, Analyse realer Daten	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	42 x 1,5 = 63 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	7 x 4 = 28 Std.
	Prüfungsvorbereitung	33 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**C-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt C)**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Mathematisches Seminar (Schwerpunkt C)
Modulnummer	C-220
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Mathematisches Seminar Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	2 SWS Seminarvorträge der Teilnehmer

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die vorgenannten Studiengänge
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Seminarmodul zu ausgewählten Themen ist Teil einer vertieften Ausbildung der vorgenannten Studiengänge. Das Modul sollte dann belegt werden, wenn eine Masterarbeit zu dem angebotenen Thema angestrebt wird.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in bedarfsabhängiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> ◦ Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Mathematik.	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> ◦ Fähigkeit zur eigenständigen vertieften Auseinandersetzung mit einem ausgewählten Themengebiet. ◦ Fähigkeit zur Präsentation mathematischer Zusammenhänge und deren Kommunikation mit den Seminarteilnehmern.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Vertieftes Interesse am ausgewählten Themengebiet.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Seminarvortrag und Diskussion mathematischer Inhalte mit der Seminarleitung und den übrigen Seminarteilnehmern.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Seminarpräsenz	28 Std.
	Ausarbeitung eines Seminarvortrags und Erstellung einer schriftlichen Zusammenfassung	62 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Ein vom Seminarteilnehmer zu haltender Vortrag zusammen mit einer schriftlichen Zusammenfassung. Form und Umfang dieser Leistungen werden jeweils zu Beginn der Seminarveranstaltung bekannt gegeben.
Zugelassene Hilfsmittel	

## Wirtschaftswissenschaften: BWL

### 1 **BWL der Dienstleistungsunternehmen I: Finanzierung und Steuern**

Modulbezeichnung	BWL der Dienstleistungsunternehmen I Finanzierung und Steuern
Modulnummer	1
Modulverantwortliche(r)	LS Bank- und Finanzwirtschaft LS Unternehmensrechnung und Besteuerung
Lehrveranstaltungen	Finanzierung von Dienstleistungsunternehmen und Finanzintermediation Besteuerung von Dienstleistungsunternehmen
Dauer des Moduls	1 Semester
Termin des Moduls	WS
Lehrformen / SWS	Vorlesungen 3 SWS Übung 1 SWS
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in h	4 120
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Finanzierung (Finanzierungs- und Investitionsentscheidungen auf vollkommenen und unvollkommenen Kapitalmärkten bei Sicherheit bzw. Unsicherheit) Theoretische Konzepte und Methoden zur Erfassung des Einflusses der Besteuerung auf unternehmerische Entscheidungen
Vermittelte Kompetenzen	Befähigung zum Treffen theoretisch fundierter Finanzierungs- und Investitionsentscheidungen Kenntnisse der Rolle von Finanzintermediären für die Unternehmensfinanzierung Vertiefte Kenntnisse der theoretischen Konzepte und Methoden zur Erfassung des Einflusses der Besteuerung auf unternehmerische Entscheidungen
Inhalt	Unternehmensfinanzierungsentscheidungen bei Informationsasymmetrien Grundlagen der Finanzintermediation Besteuerung der Geschäftstätigkeit von Dienstleistungsunternehmen, insbesondere rechtsformabhängige Steuerwirkungen und Umsatzbesteuerung
Prüfungsvorleistungen	keine
Art u. Umfang d. Prüfung	Klausurarbeit 90 Minuten
Regelprüfungstermin	Wintersemester

## 2 **BWL der Dienstleistungsunternehmen II: Unternehmensführung in Dienstleistungsbranchen**

Modulbezeichnung	BWL der Dienstleistungsunternehmen II Unternehmensführung in Dienstleistungsbranchen
Modulnummer	2
Modulverantwortliche(r)	LS Dienstleistungsmanagement
Lehrveranstaltungen	Unternehmensführung in Dienstleistungsbranchen
Dauer des Moduls	1 Semester
Termin des Moduls	WS
Lehrformen / SWS	Vorlesung                    2 SWS Kolloquium                    1 SWS Fallstudienseminar        1 SWS
Präsenzzeit in SWS	4 SWS
Eigenstudium in h	120 Std.
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlegende Kenntnisse zur Unternehmensführung
Vermittelte Kompetenzen	Identifikation der besonderen Herausforderungen der Unternehmensführung in heterogenen Dienstleistungsbranchen und ihrer Wirkungszusammenhänge Systematisierung des Instrumentariums der marktorientierten Unternehmensführung, die für Dienstleistungsbranchen geeignet sind
Inhalt	Unternehmensführung in Dienstleistungsbranchen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzeptionell Basis der Unternehmensführung in der Dienstleistungsbranche</li> <li>- Phasen des Führungsprozesses in Dienstleistungsbranchen</li> <li>- Strategisches Management der Dienstleistungsunternehmen</li> <li>- Führungsorganisation der Dienstleistungsunternehmen</li> </ul>
Prüfungsvorleistungen	2 Präsentationen (Fallstudienlösungen bzw. im Kolloquium)
Art u. Umfang d. Prüfung	Klausurarbeit 90 Minuten
Regelprüfungstermin	Sommersemester

### 3 **BWL der Dienstleistungsunternehmen III: Unternehmensrechnung und Controlling**

Modulbezeichnung	BWL der Dienstleistungsunternehmen III Unternehmensrechnung und Controlling
Modulnummer	3
Modulverantwortliche(r)	LS Unternehmensrechnung und Controlling
Lehrveranstaltungen	Rechnungslegung in Dienstleistungsunternehmen – Vorlesung mit Fallstudien 2 SWS Entscheidungsorientierte Kosten- und Leistungsrechnung und Controlling – Vorlesung mit Fallstudien 2 SWS
Dauer des Moduls	1 Semester
Termin des Moduls	SS
Lehrformen / SWS	Vorlesungen 3 SWS Fallstudienübung 1 SWS
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in h	4 120
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Bilanzierung Grundkenntnisse in der Kosten- und Leistungsrechnung sowie zum Controlling in Unternehmen
Vermittelte Kompetenzen	Festigung und Vertiefung des Wissens zu Rechnungswesen und Controlling in Dienstleistungsunternehmen auf dem aktuellen Stand der Forschung Erwerb von Methoden- und Problemlösungskompetenz zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Fragen des Rechnungswesens und Controlling in Dienstleistungsunternehmen Vertiefung von Kenntnissen zum Zusammenwirken verschiedener betriebswirtschaftlicher Fachgebiete auf Aspekte des Rechnungswesens und Controlling
Inhalt	Vermittlung von Kenntnissen über Rechnungslegungsnormen für ausgewählte Sachverhalte von Dienstleistungsunternehmen Vermittlung von Kenntnissen zu Inhalt und Methoden der Erfolgsmessung und -analyse, insbesondere unter dem Aspekt der Entscheidungsunterstützung Diskussion ausgewählter strategischer und operativer Instrumente des Controlling zur Unterstützung der Unternehmensführung
Prüfungsvorleistungen	keine
Art u. Umfang d. Prüfung	Klausur 90 min.
Regelprüfungstermin	Sommersemester

## 4 Methoden der Dienstleistungsforschung

Modulbezeichnung	Methoden der Dienstleistungsforschung
Modulnummer	4
Modulverantwortliche(r)	LS Dienstleistungsmanagement LS Marketing und Dienstleistungsforschung LS Statistik
Lehrveranstaltungen	Theorie des Kaufverhaltens bei Dienstleistungen Methoden der Marktforschung zur Messung von Kaufverhalten Multivariate Methoden zur Auswertung von Kaufverhaltensdaten
Dauer des Moduls	1 Semester
Termin des Moduls	WS
Lehrformen / SWS	Vorlesungen und Übungen mit insgesamt 8 SWS
Präsenzzeit in SWS	8 SWS
Eigenstudium in h	240 Std.
Leistungspunkte	12
Vorausgesetzte Kenntnisse	BA-Abschluss in einem wirtschaftswissenschaftlich ausgerichteten Studiengang; Nachweis grundlegender Kenntnisse der deskriptiven Statistik
Vermittelte Kompetenzen	Fundierte Kenntnisse der theoretischen Grundlagen des Verhaltens beim Kauf von Dienstleistungen; Fähigkeit zur Anwendung der wesentlichen Methoden der Marktforschung zur Erhebung dieser Formen des Kaufverhaltens; Beherrschung der wichtigsten multivariaten Methoden der Statistik zur Auswertung der auf dem Wege der Marktforschung erhobenen Daten.
Inhalt	Theorie des Kaufverhaltens: Ausgehend von den grundlegenden entscheidungstheoretischen Modellen des Kaufverhaltens werden die Grenzen dieses Ansatzes beleuchtet und dann die wesentlichen, empirisch-getesteten Modelle des Kaufverhaltens auf die spezifische Situation im Bereich der Dienstleistungen angewendet. Methoden der Marktforschung: Aufbauend auf den Modellen des Kaufverhaltens werden die Methoden der Marktforschung, also Befragungen, Beobachtungen und Experimente/Tests aufgearbeitet, auf die speziellen Anforderungen in den Dienstleistungssektoren übertragen und an ausgewählten Fallbeispielen von den Studierenden angewandt. Multivariate Methoden der Statistik: Hier werden die wichtigsten Methoden zur Auswertung von Daten der Marktforschung behandelt, v.a. Faktorenanalyse, Multiple Regression, Multivariate Varianzanalyse, Diskriminanzanalyse, Strukturgleichungsmodelle.
Prüfungsvorleistungen	keine
Art u. Umfang d. Prüfung	50 % Klausurarbeit 90 Minuten, 50% mündliche Prüfung 20 Minuten
Regelprüfungstermin	Sommersemester

**5a Betriebswirtschaftslehre der Banken**

Modulbezeichnung	Betriebswirtschaftslehre der Banken
Modulnummer	5a
Modulverantwortliche(r)	LS Bank- und Finanzwirtschaft LS Geld und Kredit
Lehrveranstaltungen	Mikroökonomik der Bank Bankcontrolling und Bankbilanzierung Ausgewählte Kapitel zur BWL der Banken
Dauer des Moduls	1 Semester
Termin des Moduls	WS
Lehrformen / SWS	Vorlesungen 4 SWS Übung 2 SWS Forschungsseminar 2 SWS
Präsenzzeit in SWS	8
Eigenstudium in h	240
Leistungspunkte	12
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre, der Finanzierung, der Bilanzierung und der Kosten- und Leistungsrechnung
Vermittelte Kompetenzen	theoretisch fundierte Kenntnisse über Funktionen von Banken theoretische fundierte Kenntnisse der Bewertung und Bilanzierung von Bankgeschäften Befähigung zur selbstständigen Erarbeitung unbekannter Themenkomplexe der BWL der Banken
Inhalt	Funktionen von Finanzintermediären, Marktstruktur, -ergebnis und -verhalten im Bankensektor, Regulierung von Banken Rolle des Bankcontrolling, Kalkulation im Wertbereich und Betriebsbereich, Rechnungslegung von Banken nach HGB und IFRS Ausgewählte Probleme des Bankmanagements
Prüfungsvorleistungen	Referat im Forschungsseminar
Art u. Umfang d. Prüfung	Klausur 90 min. mündliche Prüfung 20 min.
Regelprüfungstermin	Wintersemester

**5c Versicherungswirtschaftslehre**

Modulbezeichnung	Versicherungswirtschaftslehre
Modulnummer	5c
Modulverantwortliche(r)	LS Versicherungs- und Finanzmathematik
Lehrveranstaltungen	Versicherungswirtschaftslehre
Dauer des Moduls	1 Semester
Angebot des Moduls	jedes Sommersemester
Lehrformen / SWS	Vorlesungen 3 SWS
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in h	3 SWS Vor- und Nachbereitung 120 Stunden Prüfung/Prüfungsvorbereitung 18 Stunden
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	BA-Abschluss in einen wirtschaftsmathematisch oder wirtschaftswissenschaftlich ausgerichteten Studiengang
Vermittelte Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Studierenden verstehen die Beziehung zwischen der Volkswirtschaft und den Versicherungsmärkten; sie kennen die ökonomischen Gründe und Beispiele für Eingriffe des Staates bei der Risikovorsorge.</li> <li>– Die Studierenden können Individual- und Sozialversicherung vergleichen, kennen das risikothoretische Grundmodell der Versicherung, die Komponenten des versicherungstechnischen Risikos sowie Instrumente des Risikotransfers.</li> <li>– Die Studierenden beherrschen die Funktionsweise und die wesentlichen Eigenschaften verschiedener Versicherungszweige und –sparten.</li> <li>– Die Studierenden erhalten Einblicke hinsichtlich der Marktparteien und -akteure des (deutschen) Versicherungsmarktes sowie hinsichtlich der Unternehmensverfassung, der Rechtsformen und Organe von Versicherungsunternehmen. Sie verstehen das Prinzip der Spartenentrennung.</li> <li>– Die Studierenden lernen Aspekte der Ablauforganisation bei Versicherern kennen.</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Institutionelle Aspekte der Versicherungswirtschaft</li> <li>– Grundlagen der Individualversicherung: Sozialversicherung versus Individualversicherung, risikothoretische Einordnung der Assekuranz, versicherungstechnisches Risiko</li> <li>– Spartenlehre: Lebensversicherung, Pensionsversicherung und betriebliche Altersversorgung, Krankenversicherung, Schadenversicherung, Rückversicherung</li> <li>– Versicherungsmarkt: Marktteilnehmer, Rechtsformen von Versicherern, Marktübersicht</li> <li>– Aspekte der betrieblichen Organisation von Versicherern</li> </ul>
Prüfungsvorleistungen	keine
Art u. Umfang d. Prüfung	Klausur 45 min oder mündliche Prüfung 20 min (wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben)
Regelprüfungstermin	Sommersemester

**6b Investment Banking**

Modulbezeichnung	Investment Banking	
Modulnummer	6b	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Thomas A. Lange	
Lehrveranstaltungen	Vorlesung zum Investment Banking Seminar zum Investment Banking	
Dauer des Moduls	zwei Semester	
Termin des Moduls	Beginn WS	
Lehrformen / SWS	Vorlesung	2 SWS
	Forschungsseminar	2 SWS
Präsenzzeit in SWS	4	
Eigenstudium in h	120	
Leistungspunkte	6	
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Bankbetriebslehre, der Finanzierung, der Bilanzierung sowie der Güter- und Kapitalverkehrswirtschaft	
Vermittelte Kompetenzen	Kenntnisse über die Funktion globalisierter Geld-, Kapital- und Rohstoffmärkte, Funktionen von Finanzintermediären, theoretisch und praktisch fundierte Kenntnisse über die Funktionsweise des Investment Banking, über die Lösung von Interessenskonflikten sowie die besonderen Aspekte des Marketing im Investment Banking, fundierte Kenntnisse über die Struktur von Unternehmenskäufen und -verkäufen sowie Börseneinführungen	
Inhalt	Einführung in das Investment Banking, Corporate Research, Mergers & Acquisitions, Corporate Finance, Corporate Restructuring, Debt Capital Markets, Structured Finance, insbesondere Verbriefungen, Asset Management, Private Equity	
Prüfungsvorleistungen	keine	
Art u. Umfang d. Prüfung	Hausarbeit (50%) Klausur (50%)	
Regelprüfungstermin	Sommersemester	

**7c Risikomanagement**

Modulbezeichnung	Risikomanagement
Modulnummer	7c
Modulverantwortliche(r)	LS Bank- und Finanzwirtschaft
Lehrveranstaltungen	Risikomanagement Fallstudienseminar zum Risikomanagement Seminar zum Risikomanagement
Dauer des Moduls	zwei Semester
Termin des Moduls	Beginn SS
Lehrformen / SWS	Vorlesung 3 SWS Fallstudienseminar 2 SWS Forschungsseminar 2 SWS
Präsenzzeit in SWS	7
Eigenstudium in h	255
Leistungspunkte	12
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Entscheidungstheorie, der Statistik und der Finanzierung
Vermittelte Kompetenzen	Vertiefte, theoretisch fundierte Kenntnisse der Messung und Steuerung von Risiken in Dienstleistungsunternehmen Bearbeiten von Fallstudien Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit auf dem Gebiet des Risikomanagements von Dienstleistungsunternehmen sowie Präsentation dieser Arbeit
Inhalt	Grundlagen der Risikotheorie Prozess und Instrumente des Risikomanagements von Dienstleistungsunternehmen Messung und Steuerung der Risiken in Dienstleistungsunternehmen Rechtliche Rahmenbedingungen für Dienstleistungsunternehmen
Prüfungsvorleistungen	Referat im Rahmen des Fallstudienseminars
Art u. Umfang d. Prüfung	Hausarbeit mündliche Prüfung 30 min.
Regelprüfungstermin	Wintersemester

## Wirtschaftswissenschaften: VWL

### Spezielle Demographie

<b>Spezielle Demographie</b>
------------------------------

#### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des Instituts für Soziologie und Demographie
Verantwortliche/ Verantwortlicher	Professur für Empirische Sozialforschung und Demographie

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Pflichtmodul 6, M.Sc. Demographie Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Sommersemester angeboten.
vorausgesetzte Kenntnisse	Demographische und volkswirtschaftliche Analysemethoden

#### Leistungspunkte/Arbeitsaufwand

Lehrformen/ SWS	Vorlesung 3 SWS Übung 1 SWS
Leistungspunkte	6
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	4 120
Prüfungsleistung	Eine Klausur (90 Minuten)

#### Vermittelte Kompetenzen

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über die ökonomischen, sozialen und politischen Konsequenzen des demographischen Wandels</li> <li>• Konzeption eines Forschungsprojektes</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Lehreinheiten

<p><b>Spezielle Demographie II</b></p> <p>Aufbauend auf der Beschreibung und Ursachendiskussion der Trends in Fertilität, Mortalität und Migration werden mögliche zukünftige Entwicklungen diskutiert sowie deren Implikationen für die sozialen Sicherungssysteme, die politische Einflußnahme und den individuellen Lebenslauf aufgezeigt.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Bevölkerung, Wachstum, Verteilung

<b>Bevölkerung, Wachstum, Verteilung</b>
------------------------------------------

### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre

### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Wahlpflichtmodul 2b, M.A. Volkswirtschaftslehre ( im integrierten Promotionspfad) Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Wintersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	keine

### Leistungspunkte/Arbeitsaufwand

Lehrformen/ SWS	Vorlesung 2 SWS Übung 2 SWS
Leistungspunkte	6
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	4 120
Prüfungsleistung	Eine Klausur (120 Minuten).

### Vermittelte Kompetenzen

<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertiefte Kenntnisse über Theorien und Modelle des Zusammenwirkens ökonomischer und demographischer Prozesse und ihre Anwendung auf aktuelle bevölkerungsökonomische Diskussionen</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Lehreinheiten

<p><b>Bevölkerung, Wachstum, Verteilung</b> (Vorlesung und Übung)</p> <p>In dieser Lehreinheit wird ein Überblick über den Teil der Bevölkerungsökonomik erarbeitet, der sich mit dem Zusammenhang zwischen Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum und Ungleichheit, gemessen an der Verteilung von Einkommen, Vermögen und Fähigkeiten, beschäftigt. Die Bevölkerungsentwicklung wird hierbei in drei Stufen als exogen, endogen und mikroökonomisch fundiert betrachtet. In den Übungen werden entsprechende Modelle im Detail untersucht und dabei vor allem das Denken in Modellen überlappender Generationen geübt.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Mortalität

### Mortalität

#### Lehrende

Lehrende	Max-Planck-Institut für demografische Forschung Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des Instituts für Soziologie und Demographie
Verantwortliche/ Verantwortlicher	IMPRSD 1) Professur für empirische Sozialforschung und Demographie

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Wahlpflichtmodul 7b im integrierten Promotionspfad des M. Sc. Demographie Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Winter- oder Sommersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlegende Kenntnisse der Demographie das Seminar und ggf. auch die Prüfungsleistung können in Englisch angeboten werden

#### Leistungspunkte/Arbeitsaufwand

Lehrformen	Seminar 2 SWS
Leistungspunkte	6
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	2 150
Prüfungsleistung*	Art und Umfang der Prüfungsleistungen werden in der ersten Vorlesungswoche bekannt gegeben

#### Vermittelte Kompetenzen

- Fortgeschrittene Methoden der Messung und Analyse von Mortalität
- Neuste Forschungsfragen und Ergebnisse in der Analyse der Langlebigkeit

#### Lehreinheiten

**Mortalität** Die Lehreinheit behandelt fortgeschrittene Methoden der Messung und Analyse von Mortalität und bespricht neueste Entwicklungen in der Erforschung der Ursachen von Langlebigkeit.

<sup>1)</sup> IMPRSD für International Max Planck Research School for Demography.

\* Die Zeit für die Erbringung der Prüfungsleistung ist unter „Eigenstudium“ subsumiert.

## Allgemeine Volkswirtschaftslehre I: Wirtschaftstheorie

### Allgemeine Volkswirtschaftslehre I: Wirtschaftstheorie

#### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Pflichtmodul 2, M.A. Volkswirtschaftslehre Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Wintersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre Grundlagen der Mathematik

#### Leistungspunkte/Arbeitsaufwand

Lehrformen/ SWS	3 Vorlesungen je 2 SWS 1 Übung 2 SWS
Leistungspunkte	12
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	8 240
Prüfungsleistung	Eine Klausur (180 Minuten)

#### Vermittelte Kompetenzen

- Fortgeschrittene Kenntnisse volkswirtschaftlicher Theorien
- Fortgeschrittene Kenntnisse volkswirtschaftlicher Modellbildung
- Verständnis von Theorien und Modellen als Grundlage wirtschaftspolitischer Empfehlungen
- Erklärung realer, auch aktueller ökonomischer Entwicklungen mit Hilfe des erworbenen Instrumentariums (Theorien und Modelle)

#### Lehreinheiten

*Es sind die folgenden Lehreinheiten zu belegen:*

**Fortgeschrittene Mikroökonomik** (Vorlesung) Die Vorlesung vermittelt grundlegende Kenntnisse in der Theorie der Entscheidung unter Unsicherheit (Spiele gegen die Natur) sowie über Entscheidungen in strategischen Situationen (Spiele mit strategischer Interdependenz). Die Studierenden sollen lernen, wie man in konkreten Situationen zu intersubjektiv begründbaren Entscheidungen gelangt.

**Spieltheorie I** (Vorlesung)

Gegenstand der Vorlesung sind Situationen mit strategischer Interdependenz. Die Studierenden sollen lernen, wie solche Situationen mathematisch durch Spiele in extensiver Form oder in Normalform abgebildet werden können und wie die Spieltheorie unter dem Postulat der rationalen Empfehlung zu einer Lösung für solche Situationen gelangt. Die Modellierung der Informationsbedingungen, unter denen entschieden wird, findet besondere Beachtung. Die Studierenden sollen überdies lernen, zwischen glaubhaften und unglaubhaften Drohungen in interpersonellen Konfliktsituationen zu unterscheiden und damit die richtige strategische Antwort auf eine Drohung zu finden.

**Fortgeschrittene Makroökonomik** (Vorlesung und Übung)

Die Lehreinheit vermittelt Kenntnisse über den Zusammenhang von Inflation und Arbeitslosigkeit sowie über das Entstehen von Konjunkturzyklen. Das geschieht unter Berücksichtigung der Position verschiedener Denkschulen, vor allem der Neuklassik und der Neuklassik.

## Allgemeine Volkswirtschaftslehre II: Wirtschaftspolitik und Finanzwissenschaft

### Allgemeine Volkswirtschaftslehre II: Wirtschaftspolitik und Finanzwissenschaft

#### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Pflichtmodul 4, M.A. Volkswirtschaftslehre Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Sommersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre

#### Leistungspunkte/Aufwand

Lehrformen/ SWS	2 Vorlesungen je 2 SWS 1 Übung 2 SWS
Leistungspunkte	12
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	6 270
Prüfungsleistung	Eine Klausur (180 Minuten)

#### Vermittelte Kompetenzen

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretisch fundierte Kenntnisse über das staatliche Handeln</li> <li>• Vertieftes Wissen über die Grundfragen und Grundlagen der Einflussnahme des Staates zur Lösung wirtschaftlicher Fragen, die die Allgemeinheit betreffen</li> <li>• Fähigkeit, sich fundiert in Diskussionen zu allgemeinen Fragen der staatlichen Aktivität und zu den studierten Spezialbereichen der Wirtschaftspolitik einzubringen</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Lehreinheiten

*Es sind die folgenden Lehreinheiten zu belegen:*

##### **Theorie der Wirtschaftspolitik** (Vorlesung)

Die Lehreinheit vermittelt einen Überblick über traditionelle und moderne Theorien der Wirtschaftspolitik als Teil des Politischen Systems, mit Deutschland als Anwendungsfall.

##### **Finanzwissenschaft: Staat und Allokation** (Vorlesung und Übung)

Die Lehreinheit beschäftigt sich mit positiven und normativen Fragen staatlichen Handelns. Die Theorie staatlicher Entscheidungsprozesse soll im Zusammenhang mit Fragen des Nachweises staatlicher Aktivitäten Argumente für die Gegenüberstellung der Hypothesen von Markt- bzw. Staatsversagen liefern.

## Spezielle Volkswirtschaftslehre I

### Spezielle Volkswirtschaftslehre I

#### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Wahlbereich 1, M.A. Volkswirtschaftslehre Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Wintersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre Grundlagen der Mathematik und Statistik

#### Leistungspunkte/Aufwand

Lehrformen/ SWS	2 Vorlesungen je 2 SWS 1 Übung 2 SWS
Leistungspunkte	12
Präsenzzeit in SWS	6
Eigenstudium in Zeitstunden	270
Prüfungsleistung	Eine Klausur (180 Minuten)

#### Vermittelte Kompetenzen

<p><u>Variante 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundierte verhaltenstheoretische Kenntnisse</li> <li>Fortgeschrittene Kenntnisse arbeitsmarktökonomischer Theorien und Modellbildung, unter Berücksichtigung empirischer Befunde</li> </ul> <p><u>Variante 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretisch fundierte Kenntnisse über Funktionen und Entwicklungen von Finanzmärkten und Finanzinstitutionen</li> <li>Bestimmung der Marktpreise bei Risiko; Bewertung immaterielle Güter wie Patente oder Lizenzen mit Hilfe der Optionspreistheorie</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Lehreinheiten

<p>Es ist eine der folgenden Kombinationen von jeweils zwei Lehreinheiten zu wählen:</p> <p><b>Variante 1: Haushaltstheorie und Arbeitsmarktökonomik</b></p> <p><b>Haushaltstheorie</b> (Vorlesung und Übung) Untersucht werden die Allokation und Produktion von Gütern im Haushalt, das Verhalten von Haushalten auf Arbeits- und Gütermärkten, Investitionsentscheidungen in Bildung und Kinder (Fertilität und Humankapital), sowie Interaktionen zwischen Haushalt und Staat.</p> <p><b>Arbeitsmarktökonomik</b> (Vorlesung) Es werden vornehmlich makroökonomische Arbeitsangebotstheorien und sowohl mikro- wie auch makroökonomische Arbeitsnachfragetheorien vorgestellt. Im Mittelpunkt steht die Erklärung von Arbeitslosigkeit.</p> <p><b>Variante 2: Banken und Finanzmärkte</b></p> <p><b>Mikroökonomik der Bank</b> (Vorlesung und Übung) Anhand mikroökonomischer Modelle und empirischer Befunde werden die Funktionen von Finanzintermediären sowie Marktstruktur, Marktverhalten und Marktergebnis im Bankensektor erklärt. Dabei wird auch auf staatliche Regulierungen im Bankensektor eingegangen.</p> <p><b>Mikroökonomik der Finanzmärkte</b> (Vorlesung) Im Mittelpunkt stehen die Preisbildung bei Kapitalanlagegütern (Capital Asset Pricing Model, CAPM), die Theorie der Arbitrage-Preisbildung (Arbitrage Pricing Theory, APT) und die Optionspreistheorie.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Spezielle Volkswirtschaftslehre II

### Spezielle Volkswirtschaftslehre II

#### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Wahlbereich 2, M.A. Volkswirtschaftslehre Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Sommersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre

#### Leistungspunkte/Aufwand

Lehrformen/ SWS	Vorlesung 2 SWS und Übung 1 SWS ODER Vorlesung 3 SWS
Leistungspunkte	6
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	3 135
Prüfungsleistung	Eine Klausur (120 Minuten)

#### Vermittelte Kompetenzen

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Theorie- und Methodenkenntnisse</li> <li>• Anwendung unterschiedlicher Erklärungsansätze und Methoden auf komplexe, fachübergreifende Probleme</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Lehreinheiten

*Es ist eine der nachfolgenden Lehreinheiten zu wählen:*

##### 1. Spieltheorie II (Vorlesung und Übung)

Die Lehreinheit vermittelt fortgeschrittene Kenntnisse der Spieltheorie. Im Mittelpunkt stehen wiederholte Spiele (Superspiele) und Ansätze der kooperativen Spieltheorie wie der Shapley-Wert und die Zwei-Personen-Verhandlungstheorie von Nash.

##### 2. Fortgeschrittene Umwelt- und Ressourcenökonomik (Vorlesung)

Das Modul behandelt die Probleme, die aus der Knappheit des Gutes „Umwelt“ sowie der natürlichen Ressourcen wie z.B. Erdöl erwachsen. Dabei werden umwelt- und ressourcenpolitische Ansätze zur Lösung der Knappheitsprobleme in ihren Wirkungen dargestellt und verglichen. Besonders wird auf die internationale Dimension des Umweltproblems, d.h. global wirkende Umweltschadstoffe sowie den Zusammenhang zwischen ökonomischer Globalisierung und Umweltproblematik, eingegangen

##### 3. Geldtheorie und -politik (Vorlesung und Übung)

Die Lehreinheit untersucht theoretische und anwendungsbezogene Grundlagen der Organisation und Entscheidungsfindung einer Zentralbank. Die wichtigsten geldpolitischen Fragen werden am Beispiel der Europäischen Zentralbank erläutert; gleichzeitig werden Besonderheiten der Geldpolitik in einer Währungsunion besprochen.

##### 4. Aktuelle Themen der Wirtschaftstheorie und -politik (Vorlesung)

Gegenstand der Lehreinheit sind Themen aus der Wirtschaftstheorie und -politik, an denen exemplarisch gezeigt wird, wie sich volkswirtschaftliche Methoden auf komplexe und fachübergreifende Probleme anwenden lassen. Der genaue Inhalt der Lehreinheit kann durch einen Zusatz im Titel der Lehreinheit kenntlich gemacht werden.

## Spezielle Volkswirtschaftslehre III

### Spezielle Volkswirtschaftslehre III

#### Lehrende

Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre

#### Bedingungen

Einordnung des Moduls in Studiengänge	Wahlpflichtmodul 1a, M.A. Volkswirtschaftslehre (reguläres Master-Studium) Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Wintersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre Grundlagen der Mathematik

#### Leistungspunkte/Aufwand

Lehrformen/ SWS	2 Vorlesungen je 2 SWS 1 Übung 2 SWS
Leistungspunkte	12
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	6 270
Prüfungsleistung	Eine Klausur (180 Minuten)

#### Vermittelte Kompetenzen

<p>Variante 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fortgeschrittene makroökonomische Theorie- und Methodenkenntnisse der Dynamik geschlossener und offener Volkswirtschaften.</li> </ul> <p>Variante 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretisch fundiertes Wissen über Wirtschaftssysteme und Ordnungstypen, der wettbewerbspolitischen Praxis sowie der Besteuerung und Verschuldung in Deutschland.</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Lehreinheiten

<p><i>Es ist eine der folgenden Kombinationen von jeweils zwei Lehreinheiten zu wählen:</i></p> <p><b>Variante 1: Allokation und Wachstum in offenen Volkswirtschaften</b></p> <p><b>Reale Außenwirtschaft</b> (Vorlesung) Gegenstand der Lehrveranstaltung sind Ursachen und Auswirkungen des internationalen Handels sowie die Effekte von Zoll- und Handelspolitik. Normative Implikationen im Sinne einer optimalen Handelspolitik und institutionelle Aspekte werden diskutiert.</p> <p><b>Wachstumstheorie und –politik</b> (Vorlesung und Übung) Thema sind die Determinanten des Wirtschaftswachstums. Es werden traditionelle keynesianische und neoklassische sowie neuere Erklärungsansätze durchgenommen, die externe Effekte, den technischen Fortschritt und die Rolle der Wachstumspolitik betonen.</p> <p><b>Variante 2: Ordnungs- und Wettbewerbspolitik und Steuern</b></p> <p><b>Ordnungs- und Wettbewerbspolitik</b> (Vorlesung) Theorien der Wirtschaftsordnungen mit dem Schwerpunkt marktwirtschaftlicher Systeme dienen dem Verständnis zielorientierter Gestaltung und Reformierung der Ordnungskomponenten konkreter Volkswirtschaften und des Marktwettbewerbs.</p> <p><b>Steuern</b> (Vorlesung und Übung) Die Lehreinheit behandelt Theorien der Besteuerung und Verschuldung und die Grundlagen der Besteuerung im deutschen Steuersystem.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Spezielle Volkswirtschaftslehre IV

Spezielle Volkswirtschaftslehre IV	
<b>Lehrende</b>	
Lehrende	Mitarbeiter/ Mitarbeiterinnen des volkswirtschaftlichen Instituts
Verantwortlicher/ Verantwortliche	Institut für Volkswirtschaftslehre
<b>Bedingungen</b>	
Einordnung des Moduls in Studiengänge	Wahlpflichtmodul 2a, M.A. Volkswirtschaftslehre (reguläres Master-Studium) Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Das Modul wird im Wintersemester angeboten.
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Volkswirtschaftslehre Grundlagen der Mathematik
<b>Leistungspunkte/Aufwand</b>	
Lehrformen/ SWS	Vorlesung 2 SWS und Übung 1 SWS ODER Vorlesung 3 SWS
Leistungspunkte	6
Präsenzzeit in SWS Eigenstudium in Zeitstunden	3 135
Prüfungsleistung	Eine Klausur (120 Minuten)
<b>Vermittelte Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Kenntnisse der Mikro- und Makroökonomik und ihrer Anwendungsbereiche</li> <li>• Vertieftes Verständnis der Anwendbarkeit von Theorien und Modellen auf reale Problemstellungen</li> </ul>	
<b>Lehreinheiten</b>	
<i>Es ist eine der nachfolgenden Lehreinheiten zu wählen:</i>	
<p><b>1. Industrieökonomik</b> (Vorlesung und Übung) Die Lehreinheit vermittelt Kenntnisse über Marktstruktur, Marktverhalten und Marktergebnis sowie deren Zusammenhänge auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb. Auf der Grundlage oligopoltheoretischer Modelle und empirischer Befunde werden Probleme der Wettbewerbspolitik erläutert.</p> <p><b>2. Internationale Faktorbewegungen</b> (Vorlesung und Übung) Die Lehrveranstaltung vermittelt Kenntnisse über Ursachen und Wirkungen internationaler Kapitalbewegungen und internationaler Arbeitskräftemigrationen und erläutert wirtschaftspolitische Konzepte im Umgang mit den Problemen internationaler Faktorbewegungen.</p> <p><b>3. Spezielle Fragen der Wirtschaftstheorie</b> (Vorlesung) Gegenstand der Lehreinheit sind spezielle Themen aus der Mikro- oder Makroökonomie, an denen exemplarisch gezeigt wird, wie volkswirtschaftliche Methoden und Modelle auf reale wirtschaftliche Problemstellungen angewandt werden können. Der genaue Inhalt der Lehreinheit kann durch einen Zusatz im Titel der Lehreinheit kenntlich gemacht werden.</p>	

## Praktika

### P-202 Betriebspraktikum

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Betriebspraktikum
Modulnummer	P-202
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Betriebspraktikum Professoren und Mitarbeiter des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	keine

  

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master-Studiengänge Mathematik/Technomathematik und Wirtschafts- mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul für den Master-Studiengang Wirtschaftsmathematik;
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Anwendung erworbener mathematischer Fertigkeiten in einem Unter- nehmen oder einer Forschungseinrichtung
Dauer/Angebotsturnus	4 Wochen in der vorlesungsfreien Zeit

  

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Je nach Ausrichtung des Praktikumsbetriebes erwirbt der Studierende Kenntnisse über Anwendungen der Ma- thematik in der Praxis	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden sollen einen Einblick erhalten, wie mathematische Methoden und Erkenntnisse in einem Unternehmen oder einer Forschungseinrichtung Anwendung finden.</li> <li>◦ Sie sollen lernen, sich in ein Team einzufügen und an der Lösung praktischer Problemstellungen mitzuwirken.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> keine	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Einbindung in den Arbeitsprozess eines ausgewählten Unternehmens oder einer Forschungseinrichtung	

  

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Praktikumstätigkeit	160 Std.
	Praktikumsbericht	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

  

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Anfertigung eines schriftlichen Praktikumsberichts im Umfang von 10–20 Sei- ten. Prüfungszeitraum 4. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	entfällt