

**Modulhandbuch**  
**für den Masterstudiengang**  
**Mathematik**

<b>Mathematik A: Analysis und Numerik .....</b>	<b>5</b>
A-007 Funktionentheorie .....	5
A-103 Funktionenräume .....	6
A-104 Numerische Mathematik II .....	7
A-105 Approximationsmethoden .....	8
A-106 Fourier- und Waveletmethoden .....	9
A-107 Numerik dünn besetzter Matrizen .....	10
A-108 Spezielle Matrizen .....	11
A-109 Mathematische Modellierung und Simulation .....	12
A-201 Partielle Differentialgleichungen .....	13
A-202 Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II .....	14
A-204 Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen .....	15
A-205 Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik .....	17
A-206 Integralgleichungen .....	19
A-207 Distributionentheorie .....	20
A-208 Elliptische Randwertprobleme .....	21
A-209 Eigenwertprobleme .....	22
A-210 Finite Element Methoden .....	23
A-211 Mehrgittermethoden .....	24
A-212 Numerik nichtlinearer Probleme .....	25
A-213 Numerik von Evolutionsgleichungen .....	26
A-214 Parallele Algorithmen .....	27
A-215 Verifikationsnumerik .....	28
A-216 Formoptimierung unter Stabilitätsbedingungen .....	29
A-217 Dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen .....	30
A-218 Inverse Probleme .....	31
A-219 Aktuelle numerische Methoden .....	32
A-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt A) .....	33
A-221 Numerik von Gebietsevolutionsproblemen .....	34
A-222 Numerische Methoden für die Faktoranalyse .....	35
A-223 Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen .....	36
A-224 Interpolationstheorie und Approximationsgrößen in Funktionenräumen .....	37
<b>Mathematik B: Optimierung, Diskrete Mathematik, Algebra, Geometrie.....</b>	<b>38</b>
B-004 Algebra .....	38
B-101 Diskrete Optimierung .....	39
B-102 Nichtlineare Optimierung .....	40

B-103 Mathematische Grundlagen der Mustererkennung .....	41
B-104 Codierungstheorie .....	42
B-105 Kryptologie.....	43
B-106 Kombinatorik I.....	44
B-107 Mathematische Logik.....	45
B-108 Algebraische Topologie .....	46
B-109 Allgemeine Algebra I .....	47
B-110 Differentialgeometrie .....	48
B-111 Geometrie.....	49
B-112 Konvexe und Diskrete Geometrie.....	50
B-113 Semidefinite Optimierung .....	51
B-114 Geometrie der Zahlen.....	52
B-201 Graphentheorie.....	53
B-202 Designtheorie .....	54
B-203 Kombinatorik II.....	55
B-204 Gruppentheorie.....	56
B-205 Ringtheorie .....	57
B-206 Allgemeine Algebra II .....	58
B-207 Gröbner-Basen .....	59
B-208 Einführung in die Darstellungstheorie.....	60
B-209 Anwendungen der Linearen Algebra .....	61
B-210 Zahlentheorie.....	62
B-211 Asymptotische Gruppentheorie .....	63
B-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt B) .....	64
<b>Mathematik C: Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematische Statistik, Finanz- und Versicherungsmathematik .....</b>	<b>65</b>
C-002 Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik.....	65
C-102 Mathematische Statistik II .....	66
C-103 Ökonometrische Modelle.....	67
C-201 Wahrscheinlichkeitstheorie II.....	69
C-202 Statistik stochastischer Prozesse.....	70
C-203 Nichtparametrische Statistik.....	71
C-204 Stochastische Finanzmathematik.....	72
C-205 Mathematische Methoden der Personenversicherung.....	73
C-206 Schadenversicherungsmathematik und Risikotheorie .....	74
C-207 Mathematik der Privaten Krankenversicherung .....	75
C-208 Multivariate statistische Methoden .....	76

C-209 Statistische Modelle der Demografie.....	77
C-210 Survivalanalysis.....	78
C-211 Populationsdynamik .....	79
C-212 Wechselwirkungsmodelle und Copulas.....	80
C-213 Stochastische Analysis.....	81
C-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt C) .....	82
<b>Physik .....</b>	<b>83</b>
1W Quantentheorie für Fortgeschrittene.....	83
12W Grundlagen der Photonik.....	84
13S Spektroskopie und nichtlineare Optik .....	85
14S Quantenoptik .....	86
17W Atome und Cluster .....	87
25W Einführung in die Atmosphärenphysik und Physik des Ozeans .....	88
30S Numerische Modelle der theoretischen Ozeanographie und spezielle Themen aus der Ozeanographie.....	89
<b>Chemie.....</b>	<b>90</b>
MCH-P01 Physikalische Chemie VI – Molekulare Spektroskopie / Molekulardynamische und ab initio-Rechenmethode .....	90
MCH-WP06-W06 Physikalische Chemie VII – Molekulare und angewandte Thermodynamik komplexer chemischer Systeme .....	91
MCH-W17 Physikalische Chemie VIII – Wasser in den Naturwissenschaften: Struktur, Funktion und Dynamik.....	92
<b>Biowissenschaften .....</b>	<b>93</b>
M 1 Physikalische, chemische, geologische und statistische Grundlagen .....	93
M 2 Lebensraum Meer .....	94
M 3 Stoffkreisläufe I .....	96
M 7 Stoffkreisläufe II .....	98
AUF-04 Ökosysteme.....	99
PM 3 Molekulare Systematik.....	100
<b>Informatik .....</b>	<b>101</b>
IEF 022 Computergrafik .....	101
IEF 037 Hochleistungsrechnen .....	102
IEF 042 Modellierung und Simulation .....	103
IEF 046 Objektorientierte Softwaretechnik.....	104
IEF 060 Datenbanken II .....	105
IEF 104 Computergestützte Verifikation .....	106
IEF 108 Graph Drawing .....	107

<b>Elektrotechnik</b> .....	<b>108</b>
IEF 061 Digitale Bildverarbeitung.....	108
IEF 065 Image und Video Coding .....	109
IEF 067 Kanalcodierung.....	110
IEF 080 Theoretische Elektrotechnik 2 .....	111
IEF 166 Advanced Control .....	112
IEF 169 Applied Information Theory .....	113
IEF 173 Ausgewählte Kapitel der digitalen Signalverarbeitung .....	114
IEF 178 Computational Electromagnetism and Thermodynamics .....	115
IEF 184 Finite-Elemente-Methoden .....	116
IEF 210 Zuverlässigkeit und Testbarkeit elektronischer Systeme .....	117
<b>Maschinenbau</b> .....	<b>118</b>
MSF 3 007 Betriebsfestigkeit .....	118
MSF 3 012 Dynamik von Mehrkörpersystemen .....	119
MSF 3 055 Numerische Fluidmechanik .....	120
MSF 3 057 Optimierungsmethoden in der Mechatronik.....	121
MSF 3 062 Regelungsorientierte Modellbildung in der Mechatronik.....	122
MSF 3 074 Strukturmechanik und FEM 2 .....	123
MSF 3 076 Technische Schwingungslehre .....	124
MSF 3 102 Molekulare Thermodynamik .....	125
<b>Praktika</b> .....	<b>126</b>
P-202 Betriebspraktikum.....	126

# Mathematik A: Analysis und Numerik

## 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	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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-103 Funktionenräume

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Funktionenräume
Modulnummer	A-103
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Funktionenräume Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 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; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul, Grundlage für Forschungsarbeiten (Bachelor-, Masterarbeit), die in enger Beziehung zu partiellen Differentialgleichungen stehen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Eigenschaften der Lebesgue-Räume</li> <li>◦ Verallgemeinerte Ableitung und Sobolev- sowie Sobolev-Slobodetski-Räume</li> <li>◦ Fouriertransformation auf Sobolevräumen</li> <li>◦ Sobolevräume periodischer Funktionen</li> <li>◦ Spursätze</li> <li>◦ Hölderräume</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erwerb von Grundkenntnissen zu speziellen Klassen von Funktionen, die insbesondere für die Theorie der partiellen Differentialgleichungen von Bedeutung sind</li> <li>◦ Vertiefung von Kenntnissen aus dem Gebiet der Funktionalanalysis</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden Grundkenntnisse in der Funktionalanalysis vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, in die Vorlesung werden Übungsanteile integriert, in denen die Studierenden unter Anleitung des Vorlesenden Problemstellungen lösen, die mit dem Vorlesungsinhalt in engem Zusammenhang stehen. Selbständiges Lösen von Übungsaufgaben und Nacharbeiten der Vorlesung.	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Übungsaufgaben	8 Std.
	Prüfungsvorbereitung	32 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

**A-104 Numerische Mathematik II**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<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	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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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, Gradientenverfahren 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.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>									
Arbeitsaufwand für den Studierenden	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Vorlesungspräsenz</td> <td style="text-align: right;">56 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereiten Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">56 x 1,5 = 84 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung</td> <td style="text-align: right;">60 Std.</td> </tr> <tr> <td><b>Gesamtarbeitsaufwand</b></td> <td style="text-align: right;"><b>180 Std.</b></td> </tr> </table>	Vorlesungspräsenz	56 Std.	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.	Prüfungsvorbereitung	60 Std.	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
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								
<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	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.								



## A-105 Approximationsmethoden

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Approximationsmethoden
Modulnummer	A-105
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Approximationsmethoden 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
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Approximationsmethoden werden oft in der numerischen Mathematik benutzt. Die geometrische Datenverarbeitung beruht auf effizienten Approximationsmethoden. Das Modul Approximationsmethoden ist eine Ergänzung zu dem Modul Numerische Mathematik I. Dieses Modul dient der Vorbereitung von Bachelor- und Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lineares Approximationsproblem (Existenz und Eindeutigkeit, orthogonale Projektion)</li> <li>◦ Gleichmäßige Polynomapproximation (Sätze von Weierstraß, Tschebyscheffsche Alternante)</li> <li>◦ Approximierbarkeit und Glattheit (Sätze von Jackson und Bernstein)</li> <li>◦ Spline-Approximation (kubische Splines, B-Splines, kardinale B-Splines, Bernstein-Polynome)</li> <li>◦ Anwendungen in geometrischer Datenverarbeitung (Bezier-Technik, B-Spline-Technik)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von Approximationsproblemen und Problemen der geometrischen Datenverarbeitung. Dies schließt die Fähigkeit zur Verfahrensimplementierung auf einem Computer für einfache Modellprobleme ein.</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden, die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus dem Modul Numerische Mathematik I.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Programmieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte 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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**A-106 Fourier- und Waveletmethoden**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Fourier- und Waveletmethoden
Modulnummer	A-106
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen/ Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Fourier- und Waveletmethoden Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 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	Fourier- und Waveletmethoden finden vielfache Verwendung in der Numerischen Mathematik, der Signal- und Bildverarbeitung sowie der mathematischen Physik. Das Modul ist eine Ergänzung zum Module Numerische Mathematik II und dient der Hinführung auf Bachelor- und Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fourierreihen, trigonometrische Polynome (Eigenschaften, Konvergenz, Dirichlet-Kern)</li> <li>◦ diskrete Fourier-Transformation und schnelle Fourier-Transformation</li> <li>◦ Diskrete Faltungen</li> <li>◦ Orthogonale Skalierungsfunktionen und Multiskalenzerlegungen</li> <li>◦ Orthogonale Wavelets und Zerlegungs- sowie Rekonstruktionsalgorithmen</li> <li>◦ Anwendungen in der Signalverarbeitung und (Bild-)Datenkompression</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von Problemen der digitalen Signal- und Bildverarbeitung. 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 Numerische Mathematik I	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Programmieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte einüben und das Wissen festigen.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
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	

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

**A-107 Numerik dünn besetzter Matrizen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Numerik dünn besetzter Matrizen
Modulnummer	A-107
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Numerik dünn besetzter Matrizen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 baut auf dem Pflichtmodul Numerik I des Bachelorstudiengangs Mathematik auf und dient als Ergänzung des Moduls Numerik von Differenzialgleichungen I aus dem Bachelorstudiengang sowie dem Vertiefungsmodul Numerik von Differenzialgleichungen II des Masterstudiengangs Mathematik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Beispiele dünn besetzter Matrizen aus dem Bereich Partielle Differenzialgleichungen</li> <li>◦ Speichertechniken</li> <li>◦ Algorithmen zur Bandbreitenreduktion</li> <li>◦ Algorithmen zur Lösung dünn besetzter Gleichungssysteme</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Sensibilisierung für die Verfahrenswahl bei großen Gleichungssystemen mit dünner Besetzungsstruktur</li> <li>◦ Fähigkeit zum Einsatz spezieller Techniken für die Behandlung dieser Systeme</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden Kenntnisse in Linearer Algebra und Numerischer Mathematik vorausgesetzt, wie sie in den Pflichtmodulen zum Bachelorstudiengang vermittelt werden. Außerdem sollte Programmierpraxis in wenigstens einer aktuellen Programmiersprache vorhanden sein.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung; Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
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	

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

## 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	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 Bachelorstudienganges 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 Masterstudiengänge 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 Bachelorstudiengang 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	keine

## A-109 Mathematische Modellierung und Simulation

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 Mathematische Modellierung und Simulation vertieft zuvor erworbene Kenntnisse aus den Modulen Analysis, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Partielle Differentialgleichungen und Numerik von Differentialgleichungen 1 und 2. Aufbauend auf den analytischen Kenntnissen werden typische Modellprobleme entwickelt und am Computer simuliert. Das Modul ist zu empfehlen als Vorbereitung auf eine Bachelor- bzw. Masterarbeit im Bereich Numerik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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 selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Programmieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte einüben und das Wissen festigen.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
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	

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

## A-201 Partielle Differentialgleichungen

1. Allgemeine Angaben	
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

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul des Masterstudienganges Mathematik
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

3. Modulfunktion	
<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	

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-202 Numerische Behandlung von Differentialgleichungen II

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik.
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul des Masterstudienganges Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul Numerik von Differentialgleichungen II bildet mit dem in 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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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.	

<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-204 Evolutionsgleichungen – Diffusion und Wellen

1. Allgemeine Angaben	
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

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul des vorgenannten Studiengangs, Vertiefungsmodul
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 dem Bachelorstudiengang Mathematik auf 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 Bachelorstudium) zu moderner Analysis von partiellen Differentialgleichungen mit einer Zeitvariablen.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<b>Lehrinhalte:</b>	
<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>	
<b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b>	
<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>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b>	
Für die Teilnahme am Modul werden erfolgreiche Teilnahme am Aufbaumodul <i>Differentialgleichungen</i> aus dem Bachelorstudiengang Mathematik 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 Nach-	



arbeiten 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.
- 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.

<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 180 Std.</b>
Leistungspunkte	6

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
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	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul des vorgenannten Studiengangs, Vertiefungsmodul
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 Bachelorstudiengang Mathematik auf dem Master-Niveau. Zum Unterschied vom Modul <i>Differentialgleichungen</i> , in welchem Methoden der gewöhnlichen Differentialgleichungen und Trennung von Variablen bei der 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 Bachelorstudium) zu moderner Analysis von partiellen Differentialgleichungen und ihrer Energiefunktionalen in mehreren Raumvariablen.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<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>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<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>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden erfolgreiche Teilnahme am Aufbaumodul <i>Differentialgleichungen</i> aus den Bachelorstudiengang Mathematik 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:

- 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	keine
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-206 Integralgleichungen

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Integralgleichungen
Modulnummer	A-206
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Integralgleichungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 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; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul, Grundlage für Forschungsarbeiten ( Masterarbeit), die in enger Beziehung zu Differentialgleichungen stehen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Lineare Fredholmsche Integralgleichungen 2. Art, Fredholmsche Sätze</li> <li>◦ Lineare Fredholmsche Integralgleichungen 1. Art, inkorrekt gestellte Probleme</li> <li>◦ Volterrasche Integralgleichungen</li> <li>◦ Potentialtheorie</li> <li>◦ Singuläre Integralgleichungen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vermittlung von Grundkenntnissen zur Theorie der Integralgleichungen sowie der Zusammenhänge mit gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen</li> <li>◦ Befähigung zur Anwendung funktionalanalytischer Methoden</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden Grundkenntnisse in der Funktionalanalysis sowie zu gewöhnlichen Differentialgleichungen vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, in die Vorlesung werden Übungsanteile integriert, in denen die Studierenden unter Anleitung des Vorlesenden Problemstellungen lösen, die mit dem Vorlesungsinhalt in engem Zusammenhang stehen. Selbständiges Lösen von Übungsaufgaben und Nacharbeiten der Vorlesung.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.
	Übungsaufgaben	8 Std.
	Prüfungsvorbereitung	32 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

## 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	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang 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 zahl- reicher 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>	
Vermittlung von Grundkenntnissen, um Methoden der Distributionentheorie zur Behandlung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie weiterer verschiedener Probleme der Analysis einsetzen zu können.	
<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 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-208 Elliptische Randwertprobleme

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Elliptische Randwertprobleme
Modulnummer	A-208
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Elliptische Randwertprobleme Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang 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, Ergänzung und Vertiefung zu anderen Vorlesungen zu partiellen Differentialgleichungen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einführung in die Sobolev-Räume</li> <li>◦ elliptische Differentialoperatoren, Bilinearformen</li> <li>◦ verallgemeinerte Lösungen von Randwertproblemen</li> <li>◦ Anwendung der Sätze von Riesz, Lax-Milgram und Riesz-Schauder</li> <li>◦ Regularitätstheorie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Vermittlung von Grundkenntnissen, wie funktionalanalytische Methoden zur Behandlung elliptischer Randwertprobleme eingesetzt werden können.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Grundkenntnisse in der Funktionalanalysis.	
<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 = 42Std.
	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

## A-209 Eigenwertprobleme

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Eigenwertprobleme
Modulnummer	A-209
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Eigenwertprobleme Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für den vorgenannten Studiengang; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung im Bereich der Numerischen Mathematik. Das Modul baut auf den Modulen der Analysis und Numerischen Mathematik zur Behandlung partieller Differentialgleichungen auf.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Eigenwertprobleme für elliptische Differentialoperatoren: Spektraltheorie kompakter, selbstadjungierter Operatoren, Approximationstheorie, Rayleigh-Ritz</li> <li>◦ Finite-Element-Diskretisierung, Mehrgittermethoden für Eigenwertprobleme, Lösungsverfahren für Matrixeigenwertprobleme großer und dünn besetzter Matrizen, Konvergenzanalyse der Methoden</li> <li>◦ Diskussion der Verfahren/Verfahrensvarianten: Unterraumiterationen, Projektionsmethoden, Vorkonditionierung des Eigenwertproblems, Gradientenverfahren und vorkonditionierte Gradientenverfahren, Davidson-Verfahren, Jacobi-Davidson-Verfahren</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntnis sehr leistungsfähiger numerischer Verfahren zur Lösung von Eigenwertproblemen für partielle Differentialoperatoren. Fähigkeit zur Umsetzung einfacher Verfahrensvarianten in Computerprogramme.</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 aus den Modulen Partielle Differentialgleichungen und Numerik von Differentialgleichungen II.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte 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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-210 Finite Element Methoden

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Finite Element Methoden
Modulnummer	A-210
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Finite Element Methoden Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für den vorgenannten Studiengang; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung im Bereich der Numerischen Mathematik. Das Modul baut auf den Modulen der Analysis und Numerischen Mathematik zur Behandlung partieller Differentialgleichungen auf.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ritz-Galerkin-Verfahren und finite Elemente</li> <li>◦ Finite-Elemente-Räume in zwei und drei Dimensionen: Elementmatrizen, Formfunktionen, Kubaturformeln</li> <li>◦ Adaptive finite Elemente: Fehlerschätzung, Gitterverfeinerung</li> <li>◦ Nichtkonforme finite Elemente</li> <li>◦ Anwendungen der finite Elemente Methode</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vertiefte Kenntnis der Finite-Element Methode aufbauend auf den Inhalten des Moduls Numerik von Differentialgleichungen II.</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 aus den Modulen Partielle Differentialgleichungen und Numerik von Differentialgleichungen II.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte 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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine



## A-211 Mehrgittermethoden

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Mehrgittermethoden
Modulnummer	A-211
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Mehrgittermethoden Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für den vorgenannten Studiengang; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung im Bereich der Numerischen Mathematik. Das Modul baut auf den Modulen der Analysis und Numerischen Mathematik zur Behandlung partieller Differentialgleichungen auf.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Geometrische Mehrgitterverfahren als schnelle Löser für Randwertprobleme partieller Differentialgleichungen: Zweigitterverfahren und Fourier-Konvergenzanalyse, klassische Konvergenztheorie von Zweigitter- und Mehrgittermethoden, V- und W- Zyklus, Teilraumzerlegungen, Aspekte der Implementierung</li> <li>◦ Algebraische Mehrgitterverfahren</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntnis sehr leistungsfähiger numerischer Verfahren zur Lösung von Randwertproblemen partieller Differentialgleichungen. Fähigkeit zur Umsetzung einfacher Verfahrensvarianten in Computerprogramme.</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 aus den Modulen Partielle Differentialgleichungen und Numerik von Differentialgleichungen II.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte 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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**A-212 Numerik nichtlinearer Probleme**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Numerik nichtlinearer Probleme
Modulnummer	A-212
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Numerik nichtlinearer Probleme Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge, Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul vertieft zuvor erworbene Kenntnisse aus den Modulen Analysis und Numerik I. Aufbauend auf den analytischen Kenntnissen werden Algorithmen zur Lösung von nichtlinearen Gleichungen vermittelt. Das Modul ist zu empfehlen als Vorbereitung auf eine Masterarbeit im Bereich Numerik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kontraktive und monotone Abbildungen und Iterationsverfahren</li> <li>◦ Konvexe Funktionale</li> <li>◦ Newton-, quasi-Newton- und Gauss-Newton-Verfahren</li> <li>◦ Schrittweitensteuerung und Trust-Region-Verfahren</li> <li>◦ Implementierung und Programmpakete</li> <li>◦ Anwendungen in Approximationstheorie, Differentialgleichungen, Physik, Technik und Ökonomie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von nichtlinearen Problemen. Dies schließt Fertigkeiten zur Verfahrensimplementierung auf einem Computer in Programmierumgebungen ein.</li> <li>◦ Analytisches 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, Lineare Algebra I + II und Numerik I werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Programmieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte einüben und das Wissen festigen.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>									
Arbeitsaufwand für den Studierenden	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Vorlesungspräsenz</td> <td style="text-align: right;">28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereiten Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">28 x 1,5 = 42Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung</td> <td style="text-align: right;">20 Std.</td> </tr> <tr> <td><b>Gesamtarbeitsaufwand</b></td> <td style="text-align: right;"><b>90 Std.</b></td> </tr> </table>	Vorlesungspräsenz	28 Std.	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1,5 = 42Std.	Prüfungsvorbereitung	20 Std.	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Vorlesungspräsenz	28 Std.								
Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 x 1,5 = 42Std.								
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

## A-213 Numerik von Evolutionsgleichungen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerik von Evolutionsgleichungen
Modulnummer	A-213
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Numerik von Evolutionsgleichungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 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 zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul vertieft zuvor erworbene Kenntnisse aus den Modulen Analysis und Numerik von Differentialgleichungen 1 und 2. Aufbauend auf den analytischen Kenntnissen werden Algorithmen zur Lösung von Evolutionsgleichungen vermittelt. Das Modul ist zu empfehlen als Vorbereitung auf eine Masterarbeit im Bereich Numerik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Klassifizierung von partiellen Differentialgleichungen</li> <li>◦ Allgemeine Diskretisierungsansätze</li> <li>◦ Spezielle Methoden für den hyperbolischen Fall, spezielle Methoden für den parabolischen Fall</li> <li>◦ Implementierung und Programmpakete</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 Anfangs-Randwert-Problemen für Evolutionsgleichungen. Dies schließt Fertigkeiten zur Verfahrensimplementierung auf einem Computer in Programmierumgebungen ein.</li> <li>◦ Analytisches 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 der Module Analysis I + II, Lineare Algebra I + II und Numerik I werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Programmieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch das Lösen dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte 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-214 Parallele Algorithmen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Parallele Algorithmen
Modulnummer	A-214
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Parallele Algorithmen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 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 zur Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist eine Ergänzung der Vertiefungsmodule Partielle Differenzialgleichungen und Numerik von Differenzialgleichungen II.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Eigenschaften und Besonderheiten von Vektorprozessoren und Parallelrechnern</li> <li>◦ Basisalgorithmen der Linearen Algebra</li> <li>◦ Parallele direkte und iterative Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen</li> <li>◦ Parallelität beim Eigenwertproblem</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntniserwerb über die Arbeitsweise von Supercomputern</li> <li>◦ Fähigkeit zur Parallelisierung einfacher numerischer Problemstellungen</li> <li>◦ Einsatz geeigneter maschinenabhängiger numerischer Algorithmen</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden fundierte Kenntnisse aus der Numerischen linearen Algebra sowie elementare Programmierkenntnisse vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung; Selbstständiges 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 = 42Std.
	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

**A-215 Verifikationsnumerik**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Verifikationsnumerik
Modulnummer	A-215
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Verifikationsnumerik Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 gehört zum Bereich Numerische Mathematik und vermittelt Kenntnisse, die etwa im Wahlmodul Nichtlineare Gleichungssysteme eingesetzt werden können.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einführung in die Intervallrechnung</li> <li>◦ Fixpunktsätze</li> <li>◦ Verifikations- und Einschließungsalgorithmen für verschiedene mathematische Problemstellungen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einblick in numerische Alternativverfahren zur Behandlung mathematischer Problemstellungen</li> <li>◦ Verwendung eines Computers zum strengen Lösungsnachweis</li> <li>◦ Blick für Rundungsfehlereinflüsse beim Rechnen auf einem Computer</li> <li>◦ Anwendung geeigneter Intervall-Software</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Fundierte Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra und Numerischer Mathematik.	
<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.	

<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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-216 Formoptimierung unter Stabilitätsbedingungen

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Formoptimierung unter Stabilitätsbedingungen
Modulnummer	A-216
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen/ Dozentinnen/Dozenten	Formoptimierung unter Stabilitätsbedingungen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul für den Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul Formoptimierung unter Stabilitätsbedingungen bildet eine Ergänzung zu den Modulen Numerik von Differentialgleichungen I und II. Es werden numerische Verfahren zur Lösung von Bewegungsgleichungen von mechanischen Konstruktionen und zur Bewertung von deren Stabilität eingeführt. Methoden zur kostenoptimalen geometrischen Auslegung unter Stabilitätsanforderungen werden untersucht. 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>◦ Theorie der Druckstäbe, Platten und Scheiben</li> <li>◦ Hypothesen von Euler und Bernoulli</li> <li>◦ Bewegungsgleichungen und deren Eigenschaften</li> <li>◦ Schießverfahren und Übertragungsmatrizen</li> <li>◦ Finite Differenzen und Elemente</li> <li>◦ Randbedingungen von Euler, Beck, Reut und Verallgemeinerungen</li> <li>◦ Charakteristische Kurven, kritische Last, Optimierung</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Herleitung und Lösung von Bewegungsgleichungen für wichtige mechanische Konstruktionen, deren numerische Lösung und Untersuchung von Stabilität, Schwingungen und transientem Verhalten</li> <li>◦ Verknüpfung mit Methoden der Mathematischen Optimierung, Vergleich von Verfahren und Bewertung deren Praxistauglichkeit im Ingenieurbereich</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse der Module Numerik von Differentialgleichungen I und II, Nichtlineare Optimierung	
<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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-217 Dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen
Modulnummer	A-217
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen/ Dozentinnen/Dozenten	Dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul für den Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul Dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen bildet eine Ergänzung zum Modul Numerik von Differentialgleichungen. Es werden numerische Verfahren zur Lösung von Bewegungsgleichungen nach Lagrange und ihre Anwendung speziell auf die Fahrzeugdynamik eingeführt. Das Modul ist Grundlage für Masterarbeiten im Bereich Numerische Analysis.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Verallgemeinerte Koordinaten und Kräfte</li> <li>◦ Nebenbedingungen und Lagrange-Formalismus</li> <li>◦ Bewegungsgleichungen in Zustandsform</li> <li>◦ Deskriptorform</li> <li>◦ Lösungsverfahren für Zustands- und Deskriptorform</li> <li>◦ Anwendung: Radsatz nach True</li> <li>◦ Spezielle Effekte: Phasenverdopplung, Chaos</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Herleitung und Lösung von Bewegungsgleichungen für mechanische Systeme Verfahrensimplementierung in typischen Entwicklungsumgebungen</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden Kompetente Verfahrenswahl nach Genauigkeits- und Aufwandskriterien</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse des Moduls Numerik von 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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## A-218 Inverse Probleme

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Inverse Probleme
Modulnummer	A-218
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen/ Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Inverse Probleme Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik.
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik des Masterstudienganges Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	In vielen technischen Anwendungen sind inkorrekt gestellte Probleme in Form von Parameteridentifizierungsaufgaben zu lösen. Das Modul Inverse Probleme ist Teil der vertieften Ausbildung im Bereich der Numerischen Mathematik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Korrekt und schlecht gestellte Probleme</li> <li>◦ Kompakte Operatoren auf Hilberträumen (Singulärwertzerlegung, Funktionalkalkül)</li> <li>◦ Verallgemeinerte Inverse</li> <li>◦ Theorie linearer und nichtlinearer Regularisierungsverfahren, Konvergenz</li> <li>◦ Tikhonov-Regularisierung mit a priori und a posteriori Parameterwahl</li> <li>◦ iterative Regularisierungsverfahren (Landweber-Iteration, CG-Verfahren)</li> <li>◦ Regularisierung durch Diskretisierung, Projektionsverfahren</li> <li>◦ Anwendungen (Computertomographie, inverse Probleme bei partiellen Differentialgleichungen, stochastische inverse Probleme)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur analytischen Beurteilung eines schlecht gestellten Problems</li> <li>◦ Kenntnis verschiedener Regularisierungsmethoden, um Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können</li> <li>◦ Fähigkeit zur praktischen Lösung inverser Probleme durch Implementierung grundlegender Regularisierungsmethoden auf dem Computer</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden Kenntnisse aus dem Modulen Numerische Mathematik I und Funktionalanalysis vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. In diesem Rahmen werden auch Programmieraufgaben formuliert. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte einüben und das Wissen festigen.	

<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



**A-219 Aktuelle numerische Methoden**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Aktuelle numerische Methoden
Modulnummer	A-219
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung mit integrierte Übung: Aktuelle numerische Methoden Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Angewandten Mathematik für den Masterstudiengang Mathematik; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist Teil der vertieften Ausbildung im Bereich der Numerischen Mathematik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wechselnde Themen aus dem Bereich der Numerischen Mathematik und angrenzenden Gebieten, etwa der Angewandten Mathematik. In diesem Modul werden insbesondere aktuelle Arbeitsgebiete vorgestellt.</li> <li>◦ Die genaue thematische Festlegung erfolgt mit der semesterweisen Modulankündigung.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntnis aktueller Arbeitsgebiete der Numerischen Mathematik.</li> <li>◦ Vorbereitung auf eine Masterarbeit.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Werden mit der Modulankündigung spezifiziert.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: In die Vorlesung integrierte Übungsanteile fordern die Vorlesungsteilnehmer zum selbständigen Lösen von am Vorlesungsinhalt orientierten Problemstellungen auf. Die Vorlesungsteilnehmer sollen durch die Lösung dieser Aufgaben die Vorlesungsinhalte einüben und das Wissen festigen. Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift sowie begleitendes Literaturstudium.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
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	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 20 min 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	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul zur Analysis oder Angewandten Mathematik für die vorgenannten Studiengänge
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Seminarmodul zu Themen der Analysis oder Numerischen Mathe- matik 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> ◦ Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Analysis oder Numerischen Mathematik und angrenzender Arbeitsgebiete etwa der angewandten Mathematik.	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> ◦ Fähigkeit zur eigenständigen vertieften Auseinandersetzung mit einem Themengebiet aus dem Umfeld der Analysis oder Numerischen Mathematik. ◦ Fähigkeit zur Präsentation mathematischer Zusammenhänge und deren Kommunikation mit den Seminarteil- nehmern.	
<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 Seminarteilneh- mern.	

<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 schriftli- chen Zusammenfassung. Form und Umfang dieser Leistungen werden jeweils zu Beginn der Seminarveranstaltung bekannt gegeben.
Zugelassene Hilfsmittel	

## A-221 Numerik von Gebietsevolutionsproblemen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerik von Gebietsevolutionsproblemen
Modulnummer	A-221
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen/ Dozentinnen/Dozenten	Numerik von Gebietsevolutionsproblemen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	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 Gebietsevolutionsproblemen bildet eine Ergänzung zum Modul Numerik von Partiellen Differentialgleichungen. Es werden numerische Verfahren zur Lösung von Evolutionsgleichungen in Lagrange- und Eulerbeschreibung und ihre Anwendung auf die Gebietsevolution behandelt. Das Modul ist Grundlage für Masterarbeiten im Bereich Numerische Analysis.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Formulierungen von Gebietsevolutionsproblemen</li> <li>◦ Krümmungsgesteuerte Flüsse</li> <li>◦ Diskretisierungsansätze</li> <li>◦ Marker-Tracer-Methode</li> <li>◦ Levelsetmethode</li> <li>◦ Fast Marching Algorithmus</li> <li>◦ Anwendungen (Mechanik, Thermodynamik, Bildverarbeitung)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Herleitung und Lösung von Evolutionsgleichungen, speziell für die Geometrie von Gebieten</li> <li>◦ Verfahrensimplementierung in typischen Entwicklungsumgebungen</li> <li>◦ Analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden</li> <li>◦ Kompetente Verfahrenswahl nach Genauigkeits- und Aufwandskriterien</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse des Moduls Numerik von Partiellen 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	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird zu Beginn der Vorlesung vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	Werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

## 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> <p>Kompetente Auswahl numerischer Verfahren nach Genauigkeits- und Aufwandskriterien</p>	
<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

## A-224 Interpolationstheorie und Approximationsgrößen in Funktionenräumen

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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	

<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 30 min; Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

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

## B-004 Algebra

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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.	

<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-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	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 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 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine



## B-102 Nichtlineare Optimierung

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<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	Voraussetzung für anwendungsorientierte Forschung (Masterarbeit) auf dem Gebiet der Optimierung
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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 Barrierenverfahren</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.	

<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	Prüfungsklausur von 90 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-103 Mathematische Grundlagen der Mustererkennung

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Mathematische Grundlagen der Mustererkennung
Modulnummer	B-103
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Mathematische Grundlagen der Mustererkennung 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
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 Mustererkennung
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Klassifikations-, Regressions- und Clusterungsprobleme: Definition, Beispiele, Merkmalsextraktion</li> <li>◦ Lineare und nichtlineare Trennbarkeit: Einfache Lernalgorithmen</li> <li>◦ Quadratische Optimierung und Fishers Diskriminante: Theorie und Algorithmen</li> <li>◦ Quadratische Optimierung und Support Vektor Maschinen: Theorie und Algorithmen</li> <li>◦ Nichtlineare Optimierung und neuronale Netze: Feed Forward Netze, Backpropagation und Varianten</li> <li>◦ Unüberwachtes Lernen: Clusteralgorithmen</li> <li>◦ Dynamische Optimierung und Hidden Markov Modelle: Theorie und Algorithmen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien und Verfahren der Klassifikation und Regression in hochdimensionalen Räumen sowie der Clustering</li> <li>◦ erwerben Fähigkeiten zur praktischen Realisierung von Algorithmen zur Mustererkennung,</li> <li>◦ werden mit wichtigen Beweismethoden für 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>	
2 SWS Vorlesung; Selbstständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift, 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

## B-104 Codierungstheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Codierungstheorie
Modulnummer	B-104
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Codierungstheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 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	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>◦ Codes dienen dazu, bei der Übertragung von Nachrichten über gestörte Kanäle (z.B. Telefonleitungen, Funkverbindungen, Speichermedien wie CD's) auftretende Fehler zu korrigieren oder zumindest zu entdecken. Ferner spielen sie bei der Datenkompression und der Kryptologie eine wichtige Rolle. Es gibt enge Verbindungen zur Designtheorie und zu endlichen Geometrien.</li> <li>◦ Grundlagen, Shannon's Satz, Prüfzeichencodierungen, Lineare Codes, Schranken für Codes, Zyklische Codes, BCH-Codes, Reed-Solomon-Codes, Codes und Designs, Bestimmung aller perfekten binären Codes</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien der Theorien der fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Codes 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 der Module 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	mündliche Prüfung von 20 min 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	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	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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## 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	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	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für Forschung (Masterarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Diskreten Mathematik 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 Erzeugender 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 Abzählprobleme und analoge Probleme der elementaren Wahrscheinlichkeitstheorie.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vorausgesetzt werden anwendungsbereite Kenntnisse aus der mathematischen Grundlagenausbildung. Vorteilhaft 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 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**B-107 Mathematische Logik**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Mathematische Logik
Modulnummer	B-107
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Mathematische Logik Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 (Masterarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Algebra und Diskreten Mathematik haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Boolesche Algebren (mit Hilfssätzen für die Mathematische Logik)</li> <li>◦ Aussagenlogik: Aussagen und Aussagenverknüpfungen, der Vollständigkeitssatz der Aussagenlogik mit Folgerungen, Normalformen für aussagenlogische Formeln, der Resolutionskalkül der Aussagenlogik</li> <li>◦ Prädikatenlogik: prädikatenlogische Formeln, der Vollständigkeitssatz der Prädikatenlogik mit Folgerungen, Ultraprodukte und der allgemeine Kompaktheitssatz</li> <li>◦ Unentscheidbarkeiten in der Prädikatenlogik, Unvollständigkeitssätze</li> <li>◦ Testmethoden und automatisches Beweisen: Normalformen für prädikatenlogische Formeln, Herbrand-Theorie, der Resolutionskalkül in der Prädikatenlogik, Bemerkungen zur Logik-Programmierung, die theoretischen Grundlagen von PROLOG</li> <li>◦ Weitere Logiken: Logiken mit anderen Wertigkeiten (z.B. dreiwertige Logik, Fuzzy-Logik, konstruktive Logik), zusätzliche Operatoren (z.B. Modale Logik)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Logik (griech.: Lehre vom Denken), die sie zum Verständnis logischer Schaltungen, logischer Programmierungen, automatischer Beweisverfahren und anderer Aspekte der Künstlichen Intelligenz benötigen.</li> <li>◦ Sie lernen den sicheren und richtigen Gebrauch von Symbolen aus der Mathematischen Logik, wobei sie auch in der Lage sind, bestimmte Regeln für den Umgang mit solchen Symbolen zu beweisen.</li> <li>◦ Sie verstehen, was z.B. eine Folgerung aus einer Formel (Theorem) oder was ein Beweis für eine Formel (Theorem) ist und sie lernen automatische Beweisverfahren kennen, wobei sie auch die prinzipiellen Grenzen dieser Verfahren verstehen lernen.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vorausgesetzt werden ein Grundverständnis für mathematische Begriffe (besonders aus der naiven Mengenlehre) und Kenntnis elementarer Algorithmen. Der Besuch der Vorlesung „Allgemeine Algebra I + II“ ist wünschenswert, aber nicht unbedingt erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. Selbständiges Lösen von Übungsaufgaben.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>									
Arbeitsaufwand für den Studierenden	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Vorlesungspräsenz</td> <td style="text-align: right;">56 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereiten Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">56 x 1,5 = 84 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung</td> <td style="text-align: right;">40 Std.</td> </tr> <tr> <td><b>Gesamtarbeitsaufwand</b></td> <td style="text-align: right;"><b>180 Std.</b></td> </tr> </table>	Vorlesungspräsenz	56 Std.	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 x 1,5 = 84 Std.	Prüfungsvorbereitung	40 Std.	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
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

## B-108 Algebraische Topologie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Algebraische Topologie
Modulnummer	B-108
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Algebraische Topologie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 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	Voraussetzung für eine Bachelorarbeit oder eine Masterarbeit auf dem Gebiet der Algebraischen Topologie.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Topologische Grundbegriffe</li> <li>◦ Erzeugung topologischer Räume</li> <li>◦ Kompaktheit, Wegzusammenhang, Homotopien, Lemma von Whitehead</li> <li>◦ Kategorien, Funktoren, natürliche Transformationen, frei erzeugte abelsche Gruppen und Moduln</li> <li>◦ exakte Sequenzen, Fünferlemma, Kettenkomplexe und Homologiegruppen, lange exakte Homologiesequenz</li> <li>◦ singuläre Kettenkomplexe und singuläre Homologiegruppen, reduzierte Homologiegruppen</li> <li>◦ Homotopiesatz, Ausschneidungssatz</li> <li>◦ Homologie von Sphären, Brouwerscher Fixpunktsatz, Jordan-Brouwerscher Trennungssatz</li> <li>◦ Zelluläre Homologie und Bestimmung von Homologiegruppen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ werden mit grundlegenden Aussagen der allgemeinen Topologie und der singulären Homologietheorie vertraut gemacht</li> <li>◦ entwickeln ein Verständnis für topologische Probleme und ihre Lösung mittels algebraischer Methoden</li> <li>◦ lernen, wie man Stetigkeit von auf Quotientenräumen definierten Abbildungen nachweist und wie man Homologiegruppen mittels simplizialer bzw. zellulärer Zerlegungen bestimmt.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Teilnahme an den Modulen Analysis I+ II, Lineare Algebra I+II.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. Selbständiges Lösen von Übungsaufgaben.	

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	keine

**B-109 Allgemeine Algebra I**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 (Bachelor- und Masterarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Algebra und Diskreten Mathematik haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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 Homomorphiesatz, spezielle Homomorphiesätze (z.B. für Gruppen, Ringe, Verbände und Boolesche Algebren); Isomorphiesätze; Galois-Verbindungen</li> <li>◦ Direkte und subdirekte Produkte von Algebren, direkt irreduzible und subdirekt irreduzible Algebren; Irreduzibilitätskriterien 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 Gruppen- 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.	

<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 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine



**B-110 Differentialgeometrie**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Differentialgeometrie
Modulnummer	B-110
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Differentialgeometrie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Voraussetzung für Forschung (Bachelor- oder Masterarbeit) auf dem Gebiet der Differentialgeometrie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Differentielle Eigenschaften von Kurven im n-dimensionalen euklidischen Raum, Hauptsatz der Kurventheorie</li> <li>◦ Lokale Flächentheorie im 3-dimensionalen euklidischen Raum, Krümmungsverhalten, Regelflächen, Minimalflächen</li> <li>◦ Innere Geometrie von Hyperflächen, Hauptsatz der lokalen Flächentheorie, Satz von Gauß-Bonnet</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen elementare Eigenschaften differenzierbarer Kurven und Flächen kennen.</li> <li>◦ Anwendungen, insbesondere aus dem Gebiet der Computergrafik, werden vorgestellt und diskutiert.</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>	
2 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur. Durch Lösen von Übungsaufgaben wird das vermittelte Wissen gefestigt und praktisch umgesetzt.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	14 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

## 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	Erreichen von mindestens 50% der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
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	Erreichen von mindestens 50% der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
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 Ellipsoide, 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

1. Allgemeine Angaben	
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

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.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<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.	

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-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	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	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	$42 \times 1,5 = 63$ 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 Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**B-202 Designtheorie**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Designtheorie
Modulnummer	B-202
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Designtheorie 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 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 Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Designtheorie befasst sich mit der Existenz, Konstruktion und Analyse von hochregulären Inzidenzstrukturen, wie Blockplänen, pairwise balanced Designs, endlichen Geometrien und orthogonalen lateinischen Quadraten. Designs finden Anwendungen u. a. in statistischer Versuchsplanung, Geometrie, Codierungstheorie, Kryptologie. Zunehmend sind Designs von Interesse bei der Konstruktion komplexer Strukturen.</li> <li>◦ Die Vorlesung bietet nach einer allgemeinen Einführung mit zahlreichen "kleinen" Beispielen das Spektrum der wesentlichen Konstruktionsmethoden (Differenzmengen, endliche Geometrien, Wilsons Fundamentale Konstruktion) und der wichtigsten Nichtexistenzsätze.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen Grundprinzipien der Design-Theorie kennen.</li> <li>◦ Sie werden mit Existenzaussagen und Konstruktionsverfahren nebst Beweisen vertraut gemacht.</li> <li>◦ Anwendungen werden vorgestellt und diskutiert.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse der Module Lineare Algebra I + II und Codierungstheorie 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.	

<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

## B-203 Kombinatorik II

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Kombinatorik II
Modulnummer	B-203
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Kombinatorik II 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 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 (Masterarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Diskreten Mathematik und/oder Mathematischen Optimierung haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erzeugende Funktionen: analytische Grundlegung, algebraische Grundlegung: Formale Potenzreihen, Anwendung auf Rekursionen, Anwendung auf Partitionen</li> <li>◦ Algebraische Methoden: Polyá-Theorie, Doppelfolgeninversion, Möbius-Inversion</li> <li>◦ Asymptotische Methoden: Grundlagen der Asymptotik, reelle Methoden und Stirling-Formel, Asymptotik der Binomialkoeffizienten, Komplexe Sattelpunktmethoden</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden erlernen theoretisch anspruchsvollere kombinatorische Abzählmethoden.</li> <li>◦ Sie wiederholen Grundlagenwissen aus Algebra und Analysis und erwerben Fähigkeiten zu dessen Anwendung.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Algebra und der Analysis einschl. Funktionentheorie. Das Modul Kombinatorik I sollte erfolgreich absolviert worden sein.	
<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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine



**B-204 Gruppentheorie**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Gruppentheorie
Modulnummer	B-204
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Gruppentheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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 Kenntnisse werden in der Zahlentheorie benötigt
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ G-Mengen</li> <li>◦ Nilpotente Gruppen</li> <li>◦ Auflösbare Gruppen</li> <li>◦ Satz von Schur-Zassenhaus</li> <li>◦ Einige einfache Gruppe</li> <li>◦ Präsentierungen und Schreier Algorithmus</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden lernen, dass Gruppen in vielen Bereichen der Mathematik, Physik und Chemie auftreten.</li> <li>◦ Sie werden mit den elementaren Techniken zur Analyse und Konstruktion von Gruppen vertraut.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus dem Modul Algebra sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur, Lösen von Übungsaufgaben	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	63 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	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

**B-205 Ringtheorie**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Ringtheorie
Modulnummer	B-205
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Ringtheorie Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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 Kenntnisse werden in der Zahlentheorie benötigt
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Definitionen von Ringen und Moduln</li> <li>◦ Der Hom- Funktor</li> <li>◦ Kettenbedingungen</li> <li>◦ Jacobson-Radikal</li> <li>◦ Halbeinfache Moduln</li> <li>◦ Injektive und projektive Moduln</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden vertiefen und verallgemeinern ihre Kenntnisse der linearen Algebra;</li> <li>◦ sie lernen, Endomorphismenringe zu berechnen und werden mit einem Gebiet der Algebra vertraut</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus dem Modul Algebra sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur, Lösen von Übungsaufgaben	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	56 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	28 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	mündliche Prüfung von 20 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## B-206 Allgemeine Algebra II

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Allgemeine Algebra II
Modulnummer	B-206
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Allgemeine Algebra II Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang 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 (Masterarbeit) zu Themen, die eine enge Beziehung zur Algebra und Diskreten Mathematik haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes zweite Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Körper: Konstruktionsmethoden endlicher Körper, Anwendungen der Körpertheorie in der Kombinatorik und in der Codierungstheorie</li> <li>◦ Galois-Theorie: reine Gleichungen und das Lösen von Gleichungen durch Radikale, die Galois-Gruppe einer Körpererweiterung, der Hauptsatz der Galois-Theorie, über die Lösbarkeit von Gleichungen durch Radikale, Beispiele für weitere Anwendungen der Galois-Theorie</li> <li>◦ Terme, Termalgebren, Termfunktionen; Varietäten, gleichungsdefinierte Klassen und freie Algebren; Beziehungen zwischen Varietäten und gleichungsdefinierten Klassen; deduktiver Abschluß von Gleichungsmengen und Gleichungstheorie (Birkhoff-Theoreme)</li> <li>◦ Funktionalgebren: Grundbegriffe und wesentliche Eigenschaften (u.a. die Galois-Verbindung Pol-Inv); Anwendungen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bereits erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der klassischen Algebra werden vertieft und die Studierenden werden an moderne Algebra herangeführt.</li> <li>◦ Erwerb von Kenntnissen aus der Theorie der endlichen Körper, die in Vorlesungen (z.B. über Codierungstheorie und Kryptographie), die der Diskreten Mathematik zuzurechnen sind, benötigt werden.</li> <li>◦ In den Vorlesungsabschnitten über gleichungsdefinierte Klassen und Gleichungstheorie werden ähnliche Frage wie in der Mathematischen Logik behandelt, so dass diese Abschnitte die Studenten auch in die Denkweisen und Beweismethoden der Mathematischen Logik einführen.</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. Der Besuch der Vorlesung „Allgemeine Algebra I“ ist wünschenswert, aber nicht unbedingt erforderlich.	
<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 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**B-207 Gröbner-Basen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Gröbner-Basen
Modulnummer	B-207
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Gröbner-Basen Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Voraussetzung für Forschung (Masterarbeit) auf dem Gebiet der kommutativen Algebra
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Idealtheorie kommutativer Ringe, insbesondere Polynomringe und Verbindung zur algebraischen Geometrie</li> <li>◦ Gröbner-Basen, Eliminationstheorie, Nullstellen nichtlinearer Gleichungssysteme</li> <li>◦ Anwendungen, insbesondere in der ganzzahligen Optimierung und Graphentheorie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden erhalten neben einer knappen Einführung in die kommutative Algebra und algebraische Geometrie einen Einblick, wie mit Hilfe von Gröbner-Basen zahlreiche klassische Probleme der algebraischen Geometrie numerisch behandelt werden können.</li> <li>◦ Eine Verbindung von Reiner und Angewandter Mathematik wird demonstriert.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Vertiefte Kenntnisse aus den Modulen Lineare Algebra I+II und Algebra werden vorausgesetzt.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium weiterer Literatur.	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	14 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

## B-208 Einführung in die Darstellungstheorie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Einführung in die Darstellungstheorie
Modulnummer	B - 208
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Einführung in die Darstellungstheorie Institut für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	2 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 zur Algebra für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Darstellungstheorie ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Untersuchung von Gruppen. Das Modul zeigt verschiedene Anwendungen der Linearen Algebra in der Wirtschaftsmathematik, der Demographie und der Physik. Soweit die benötigt Hilfsmittel aus der Linearen Algebra über die Grundvorlesungen hinausgehen, werden sie bereitgestellt.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ G -Moduln und Darstellungen</li> <li>◦ Klassenfunktionen und irreduzible Charaktere</li> <li>◦ Orthogonalität</li> <li>◦ Frobenius – Reziprozität</li> <li>◦ <math>p^{\alpha}q^{\beta}</math> – Theorem</li> <li>◦ Frobeniusgruppen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Übersetzung von Gruppentheoretischen Eigenschaften in Charaktertheoretische und umgekehrt.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Gruppentheorie.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 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	28 Std.
	Vor- und Nachbereiten Vorlesung	28 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	14 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

**B-209 Anwendungen der Linearen Algebra**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Anwendungen der Linearen Algebra
Modulnummer	B - 209
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Anwendungen der Linearen Algebra Institut für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Lehramt Gymnasium (Mathematik)
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlmodul zur Algebra für die vorgenannten Studiengänge; Vertiefungsmodul, Spezialisierung
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul zeigt verschiedene Anwendungen der Linearen Algebra in der Wirtschaftsmathematik, der Demographie und der Physik. Soweit die benötigt Hilfsmittel aus der Linearen Algebra über die Grundvorlesungen hinausgehen, werden sie bereitgestellt.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Positive Matrizen und ihre Eigenwerte; Konvergenz</li> <li>◦ Leontieff -Model</li> <li>◦ Bevölkerungsentwicklung</li> <li>◦ Spezielle Relativitätstheorie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit zur Anwendung von Matrixtheorie auf außer-mathematische Probleme</li> <li>◦ Vertieftes Verständnis von geometrischen Aspekten der speziellen Relativitätstheorie</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Für die Teilnahme am Modul werden fundierte Kenntnisse in Linearer Algebra und Grundkenntnisse der Analysis vorausgesetzt, wie sie in den Pflichtmodulen zum Bachelorstudiengang 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.	

<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	werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

## B-210 Zahlentheorie

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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.	

<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	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	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die vorgenannten Studiengänge
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-002 Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik
Modulnummer	C-002
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik, Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	6 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Bachelorstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Pflichtmodul für den Bachelorstudiengang Mathematik (Wirtschaftsmathematik), Wahlmodul für die anderen Ausrichtungen; Grundlagenstudium
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Voraussetzung für Module zur Versicherungs- und Finanzmathematik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<i>Wahrscheinlichkeitstheorie:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Konvergenzarten der Stochastik, <math>\sigma</math>-Algebren, Lemma von Borel und Cantelli, Gesetz der großen Zahlen, Gesetz vom iterierten Logarithmus, Charakteristische Funktionen, Zentraler Grenzwertsatz, Ungleichungen der Wahrscheinlichkeitstheorie, bedingter Erwartungswert unter einer <math>\sigma</math>-Algebra, bedingte Dichte, Stichprobenumfangsplanung</li> </ul>	
<i>Mathematische Statistik:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Parameterschätzung, Testen bei Normalverteilungsfamilien, Empirischer Prozess und Hauptsatz der Mathematischen Statistik</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden erlernen den Umgang mit grundlegenden Begriffen und Methoden der asymptotischen Wahrscheinlichkeitstheorie;</li> <li>◦ sie verstehen das Wesen der Ungleichungen der Wahrscheinlichkeitstheorie;</li> <li>◦ sie erkennen die Struktur statistischer Verfahren;</li> <li>◦ sie beherrschen grundlegende statistische Methoden.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Sichere Kenntnisse aus den Pflichtmodulen Analysis I + II, Lineare Algebra I + II und Wahrscheinlichkeitstheorie sind erforderlich.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 2 SWS Übung: Die Studierenden werden hier angeleitet, durch Lösen von Übungsaufgaben das vermittelte Wissen zu festigen und praktisch umzusetzen. In ausgewählten Situationen wird mathematisch-statistische Software eingesetzt.	

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 min oder mündliche Prüfung von 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum 4. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## C-102 Mathematische Statistik II

1. Allgemeine Angaben	
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

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
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

3. Modulfunktion	
<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	

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-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>\mathbb{R}^n</math>-space</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

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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 Aufbauomodul 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	

<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-203 Nichtparametrische Statistik

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
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

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Dichteschätzung und Regression</li> <li>◦ Kern-Schätzer, Orthogonalreihenschätzer, lokal plynomiale 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	

<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-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 Ruintheorie</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, ökonomische 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

1. Allgemeine Angaben	
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

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, Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Vertiefungsmodul und Grundlage für Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<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	

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-210 Survivalanalysis

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
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

<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
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eigenständiges Wahlmodul und Grundlage für Masterarbeiten.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; in unregelmäßiger Folge

<b>3. Modulfunktion</b>	
<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	

<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-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 (Wahl- pflicht) 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 Integra- tion und Stochastische Differentialgleichungen. Die Studierenden beherrschen zentrale Elemente des Kalküls der stochastischen Analysis: Lokalisation, Itoformel, Variation und exponentielles Martingal. Sie sind in der La- ge, diese Fähigkeiten im Rahmen von statistischen oder finanz- bzw. versicherungsmathematischen Anwen- dungen 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 Mathema- tische 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 ver- mittelte Wissen zu festigen und selbständig einzusetzen. Durch Präsentation ihrer Lösungen sollen sie fachbezo- gene 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-220 Mathematisches Seminar (Schwerpunkt C)

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Mathematisches Seminar (Schwerpunkt C)
Modulnummer	S-202
Modulverantwortlicher	Institut für Mathematik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Mathematisches Seminar Lehrende des Instituts für Mathematik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	2 SWS Seminarvorträge der Teilnehmer

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik Masterstudiengang Mathematik
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

3. Modulfunktion	
<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.	

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	

# Physik

## 1W Quantentheorie für Fortgeschrittene

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Quantentheorie für Fortgeschrittene
Modulnummer	1W
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Quantentheorie für Fortgeschrittene Lehrende des Instituts für Physik
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Seminar/Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Alle Vertiefungsrichtungen
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Näherungsmethoden der Quantenmechanik: Variationsverfahren, zeitunabhängige Störungstheorie mit Entartung, zeitabhängige Störungstheorie, quasiklassische Näherung;</li> <li>◦ Aufbau der Atome und Moleküle: Heliumatom, Wasserstoffmolekül, Periodensystem, Hartree-Fock-Verfahren und Erweiterungen,</li> <li>◦ Potentialstreuung: Bornsche Reihe, Partialwellenmethode, Streuphasen; Theorie der Strahlung;</li> <li>◦ Besetzungszahldarstellung und zweite Quantisierung;</li> <li>◦ Dirac-Gleichung</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Vertiefte Einblicke in die Quantenphysik. Eigenständige, Bearbeitung von Problemen der Quantenphysik	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Seminar/Übung	14 Std.
	Selbststudium	108 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

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

## 12W Grundlagen der Photonik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Grundlagen der Photonik
Modulnummer	12W
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Grundlagen der Optik Lehrende des Instituts für Physik
Sprache	Deutsch oder Englisch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Seminar/Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master of Science Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Photonik; Atome, Moleküle, Cluster; Atmosphärenphysik und Ozeanographie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elektromagnetische Wellen: Brechung und Reflexion, Geometrische Optik.</li> <li>◦ Beugung, Interferenz: Optische Instrumente.</li> <li>◦ Polarisierungseffekte, Kohärenz, Fourieroptik, Nichtlineare Optik.</li> <li>◦ Laserphysik.</li> <li>◦ Feldquantisierung, Quantenzustände und ihre Eigenschaften, Theorie der quantenoptischen Messung.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Vermittlung grundlegender Kenntnisse der Photonik, die die Studierenden zum Umgang mit klassischen und aktuellen Anwendungen befähigen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Seminar/Übung	28 Std.
	Selbststudium	94 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

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

## 13S Spektroskopie und nichtlineare Optik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Spektroskopie und nichtlineare Optik
Modulnummer	13S
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Spektroskopie und nichtlineare Optik Lehrende des Instituts für Physik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Seminar/Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master of Science Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Photonik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen: Propagation von Licht in Materie, Konzept der Polarisierung, elektromagnetische Übergänge, Linienbreiten, Symmetrie und Auswahlregeln, Korrelationsfunktionen, Brownsches Oszillatormodell, Relaxation und Dephasierung</li> <li>◦ Lineare Spektroskopie: Absorption, Fluoreszenz, Franck-Condon-Faktoren, FTIR-Spektroskopie, Rayleigh-, Raman- und Resonanz-Raman-Streuung, Photoelektronen, Massenspektroskopie, NMR</li> <li>◦ Nichtlineare Licht-Materie-Wechselwirkung: Konzept der nichtlinearen Polarisierung, nichtlineare Suszeptibilitäten, Frequenzmischen in nichtlinearen Kristallen, Kerreffekt, Selbstphasenmodulation</li> <li>◦ Nichtlineare Spektroskopie: Multi-Photonen-, Dopplerfreie und Sättigungsspektroskopie, Responsefunktionen, 4-Wellen-Mischen, fs-Anrege-Abfrage-Spektroskopie, Photonecho- und multidimensionale Spektroskopie, kohärente Kontrolle, nichtlineare Mikroskopie</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Verständnis der Wechselwirkung von Licht mit Materie, Anwendung und Entwicklung spektroskopischer Methoden und nichtlinearer Techniken, Analyse spektroskopischer Informationen, Grundlagen der theoretischen Beschreibung	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Seminar/Übung	14 Std.
	Selbststudium	109 Std.
	Prüfung	1 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Aktive Teilnahme an Übungsgruppe
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 30 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## 14S Quantenoptik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Quantenoptik
Modulnummer	14S
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Quantenoptik Lehrende des Instituts für Physik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Seminar/Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master of Science Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Optik und Laser
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen der Wechselwirkung Licht und Materie,</li> <li>◦ Phasenraumverteilungen,</li> <li>◦ Methoden der Rekonstruktion von Quantenzuständen von Licht und Materie.</li> <li>◦ Nichtklassische Eigenschaften von Licht und Materie.</li> <li>◦ Eigenschaften verschränkter Quantenzustände.</li> <li>◦ Nachweismethoden für Verschränkungen.</li> <li>◦ Quanteneffekte bewegter Atome.</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erwerbung eines vertieften Verständnisses der Quantenoptik.</li> <li>◦ Verständnis der relevanten physikalischen Prozesse.</li> <li>◦ Fähigkeit zur Lösung von Problemstellungen der Quantenoptik.</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik (Elektrodynamik, Quantenphysik, Wahrscheinlichkeitstheorie)	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Seminar/Übung	28 Std.
	Selbststudium	124 Std.
	Prüfung	Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Aktive Teilnahme an Übungsgruppe
Art und Umfang der Prüfung;	20-minütiger Vortrag + 15 Minuten Diskussion
Regelprüfungstermin	Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## 17W Atome und Cluster

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Atome und Cluster
Modulnummer	17W
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Atome und Cluster Lehrende des Instituts für Physik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Seminar/Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master of Science Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	MCP, Photonik, APO
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <i>Atome:</i> Atomare Struktur, Atom-Feld-Wechselwirkung, magnetische und optische Fallen, Bose-Einstein-Kondensate, kalte Fermionen, Atome in starken Feldern, Ionisation, hohe Harmonischerzeugung, Teilchenbeschleunigung mit Lasern, Innerschaleneffekte, Elektronenkorrelationen, relativistische Laser-Atom-Wechselwirkung, QED-Effekte</li> <li>◦ <i>Cluster:</i> Bindungen, Erzeugung, Schalenmodell, Jellium-Näherung, elektronische Struktur, Fullerene, Nichtmetall-Metall-Übergang, Dichtefunktionalbeschreibung, Polarisierbarkeit, lineare Antworttheorie, Summenregeln, Resonanzen, Spektroskopie, optische Eigenschaften, Spinordnung, Cluster in He-Tröpfchen, an Oberflächen, in starken Feldern, Nanoplasmen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Vertiefende Einblicke in die theoretische Beschreibung und experimentellen Untersuchungsmethoden von Atomen und Clustern, kalter Materie in Fallen sowie Atomen und Clustern in starken externen Feldern	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 4 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Seminar/Übung	14 Std.
	Selbststudium	108 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Aktive Teilnahme an Übungsgruppe
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 90 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine



## 25W Einführung in die Atmosphärenphysik und Physik des Ozeans

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Einführung in die Atmosphärenphysik und Physik des Ozeans
Modulnummer	25W
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Einführung in die Atmosphärenphysik und Physik des Ozeans Hochschullehrer des IAP und des IOW
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Seminar/Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master of Science Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Atmosphärenphysik und Ozeanographie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fundamentale physikalische Prozesse in der Atmosphäre: Aufbau der Atmosphäre, physikalische Grundbegriffe, Strahlung, Energiebilanz</li> <li>◦ Fundamentale physikalische Prozesse im Ozean: Grundlegende Begriffe, vertikale Struktur, Reaktionen des Ozeans auf Antriebe</li> <li>◦ Prinzipien der Dynamik des Ozeans: Bewegungsgleichung, Wellen, geostrophische Anpassung</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einblick in die Konzepte und Phänomene der Atmosphärenphysik</li> <li>◦ Einblick in die allgemeinen Probleme und Konzepte der Physikalischen Ozeanographie</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Seminar/Übung	14 Std.
	Selbststudium	108 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 30 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

### 30S Numerische Modelle der theoretischen Ozeanographie und spezielle Themen aus der Ozeanographie

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Numerische Modelle der theoretischen Ozeanographie und spezielle Themen aus der Ozeanographie
Modulnummer	30S
Modulverantwortlicher	Institut für Physik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Numerische Modelle der theoretischen Ozeanographie und spezielle Themen aus der Ozeanographie Hochschullehrer des IOW
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 4 SWS, Seminar/Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master of Science Physik, Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Atmosphärenphysik und Ozeanographie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prozesse und Methoden, die in Spezialgebieten der Ozeanographie von Bedeutung sind.</li> <li>◦ Numerische Modelle der Ozeanzirkulation, Marine Turbulenz</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
◦ Einblick in spezielle Phänomene der Ozeanographie	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Physik im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
4 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar/Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	56 Std.
	Seminar/Übung	14 Std.
	Selbststudium	108 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Aktive Teilnahme an den Übungen
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## Chemie

### MCH-P01 Physikalische Chemie VI – Molekulare Spektroskopie / Molekulardynamische und ab initio-Rechenmethode

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Physikalische Chemie VI – Molekulare Spektroskopie/ Molekulardynamische und ab initio-Rechenmethoden
Modulnummer	MCH-P01
Modulverantwortlicher	Hochschullehrer der Physikalischen Chemie
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Seminar: Physikalische Chemie VI – Molekulare Spektroskopie/Molekulardynamische und ab initio-Rechenmethoden Lehrende des Instituts für Chemie
Sprache	deutsch / englisch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Seminar 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Chemie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Physikalische Chemie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
Das Modul wird in eine Vorlesung und ein Computerseminar untergliedert:	
(i) Vorlesung Molekulare Spektroskopie	
(ii) Computerseminar	
Ad(I) Theoretische Grundlagen der Lichtabsorption, Übergangswahrscheinlichkeiten, Auswahlregeln. IR- und Raman-Spektroskopie (Schwingungs- und Rotationsspektren von Molekülen), UV-VIS-Spektroskopie (elektronische Übergänge, Frank-Condon-Prinzip), NMR-Spektroskopie (Grundlagen, chemische Verschiebung, Feinstruktur, Austauschprozesse, Spinrelaxation, Kern-Overhauser-Effekt, Zweidimensionale NMR), Elektronenspinresonanz, Elektronenübergänge, Fluoreszenz und Phosphoreszenz, Fluoreszenzmikroskopie, Funktion von Lasern, Laseranwendung in der Chemie, Lichtstreuung.	
Ad(II) Berechnung spektroskopischer Eigenschaften mit Hilfe von ab-initio-Methoden und Molekulardynamischen Simulationen: z.B. IR- und Raman-Spektren, NMR chemische Verschiebungen, NMR-Feinstruktur, Elektronenübergänge, Relaxationsprozesse, Kern-Overhauser-Effekt	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Kenntnisse der theoretischen und praktischen Grundlagen der Spektroskopie und ihre Anwendung in der Physikalischen Chemie, quantitative Spektreninterpretation. Vertiefte Kenntnisse kombiniert mit Eigenständigkeit bei Findung von Problemlösungen, Methodenbeherrschung und Interpretationskompetenz, Fähigkeit von aktiver Stellungnahme zu Forschungsproblemen, Präsentationskompetenz.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Chemie im Bachelorstudium Mathematik, Grundkenntnisse IT, solide Kenntnisse PC	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übung	28 Std.
	Selbststudium	213 Std.
	Prüfung	1 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>270 Std.</b>
Leistungspunkte	9	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	50 % der Übungsaufgaben erfolgreich lösen, Vortrag + Diskussion
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	mündliche Prüfung von 60 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	Wird jeweils angegeben.

## MCH-WP06-W06 Physikalische Chemie VII – Molekulare und angewandte Thermodynamik komplexer chemischer Systeme

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Physikalische Chemie VII – Molekulare und angewandte Thermodynamik komplexer chemischer Systeme
Modulnummer	MCH-WP06-W06
Modulverantwortlicher	Hochschullehrer der Physikalischen Chemie
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Seminar: Physikalische Chemie VI – Molekulare Spektroskopie/Molekulardynamische und ab initio-Rechenmethoden Lehrende des Instituts für Chemie
Sprache	deutsch / englisch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Seminar 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Chemie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Physikalische Chemie / Computerchemie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Gleichgewichtseigenschaften komplexer chemischer Systeme wie Biopolymere, Flüssigkristalle, Membranen, Hydrogele, „soft materials“, H-Brücken Cluster und andere komplexe Assoziationssysteme werden vom Standpunkt der molekularen und statistischen Thermodynamik behandelt, Berechnung makroskopischer Materialeigenschaften aus molekularen Modellvorstellungen, Einführung in die Anwendung von Rechenprogrammen, z. B. COSMO-RS, COSMO-THERM.	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der molekularen und statistischen Thermodynamik und ihre Anwendung in der Physikalischen Chemie. Beherrschung einfacher molekulardynamischer Computerprogramme. Vertiefte Kenntnisse kombiniert mit Eigenständigkeit bei Findung von Problemlösungen, Methodenbeherrschung und Interpretationskompetenz, Fähigkeit von aktiver Stellungnahme zu Forschungsproblemen, Präsentationskompetenz.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Nebenfach Chemie im Bachelorstudium Mathematik, Grundkenntnisse IT, solide Kenntnisse PC	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übung	28 Std.
	Selbststudium	122 Std.
	Prüfung	2 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 45 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	Wird jeweils angegeben.

## MCH-W17 Physikalische Chemie VIII – Wasser in den Naturwissenschaften: Struktur, Funktion und Dynamik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Physikalische Chemie VIII – Wasser in den Naturwissenschaften: Struktur, Funktion und Dynamik
Modulnummer	MCH-W17
Modulverantwortlicher	Hochschullehrer der Physikalischen Chemie
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Seminar: Physikalische Chemie VIII – Wasser in den Naturwissenschaften: Struktur, Funktion und Dynamik Lehrende des Instituts für Chemie
Sprache	deutsch / englisch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Seminar 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Chemie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Molekulare und angewandte Thermodynamik, Molekulare Spektroskopie, Molekulardynamische und ab-initio Rechenmethoden, Technische Chemie
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i> Mythos Wasser – ungewöhnliche Eigenschaften – Clusterbildung – Eisphasen – Gashydrate – unterkühltes Wasser – Protonentransfer – Netzwerkdefekte – wässrige Salzlösungen – Kryoprotektoren – Proteine/DNA – Aquaporine – Hydratationsphänomene – Wasser an Grenzflächen – Wasserspaltung – Wasser im Weltall? – Wassermoleküle – Wasseranalytik – Wasser in großtechnischen Prozessen	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Kenntnisse über die Bedeutung des Wassers in Chemie, Biologie und Physik. Interdisziplinäres Verständnis der experimentellen und theoretischen Methoden zur Untersuchung der Eigenschaften des Wassers in unterschiedlichen Aggregatzuständen, in eingeschränkten Geometrien und an Grenzflächen. Vertiefte Kenntnisse kombiniert mit Eigenständigkeit bei Findung von Problemlösungen, Methodenbeherrschung und Interpretationskompetenz, Fähigkeit von aktiver Stellungnahme zu Forschungsproblemen, Präsentationskompetenz.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Nebenfach Chemie im Bachelorstudium Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übung	28 Std.
	Selbststudium	122 Std.
	Prüfung	2 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 45 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	Wird jeweils angegeben.

# Biowissenschaften

## M 1 Physikalische, chemische, geologische und statistische Grundlagen

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Physikalische, chemische, geologische und statistische Grundlagen
Modulnummer	M 1
Modulverantwortlicher	Institut für Biowissenschaften
Lehrveranstaltungen:	
<b>18 Std. V Physikalische Ozeanographie</b>	
Strömung, Fronten, Konvergenz, (Geostrophie), Wirbeldynamik, Tiden, Zirkulation, Dichteschichtung, zeitl. & räuml. Muster von Vermischung, Schichtung und Transport, Wellen, regionale Ozeanographie	
<b>18 Std. V Meereschemie</b>	
Karbonatsystem, Kreisläufe von C, N, P, Si: zeitliche und räumliche Muster, Unterschiede in den Ozeanen, Regionale Aspekte, Klassen und Wirkungsweisen von Schad- und eutrophierenden Stoffen, Redox-Verhältnisse, Besonderheiten des Süß-Salzwasserüberganges, Isotopen	
<b>10 Std. V Geologie</b>	
Herkunft der Sedimente, Bestandteile, Körnung, Sortierung etc, Eigenschaften wie Porosität, Schwerfestigkeit und Permeabilität, Verteilung, Topographie des Boden, Ablagerungen und Interpretation gängiger Paläoindikatoren, Paläoozeanographie, Geschichte der Ost- und Nordsee, Eiszeiten, Küstenwandel	
<b>20 Std. Ü Geologische Exkursion mit Übungen</b>	
Formationen, Kreidefelsen, Geschiebe, Strand, Düne, Bodden	
<b>18 Std. Ü Statistik für Marine Ökologen</b>	
Aufbauend auf den Vorkenntnissen des BSc Übungen im PC-Labor zu folgenden Verfahren: Cluster-Analyse, MDS-plots, ANNOVA, ANCOVA, Zeitreihenanalyse, GIS, Benutzung von Datenbanken	
Dozentinnen/Dozenten	Lehrende des Instituts für Biowissenschaften
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 46 Std., Übung 38 Std.

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Meeresbiologie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul legt die Grundlagen für das Verständnis aller Folgemodule.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte und Qualifikationsziele:</i>	
Die Studierenden sollen diejenigen elementaren Grundlagen der Nebenfachdisziplinen erlernen, die zum Verständnis der ökologischen Betrachtung mariner Lebensräume unumgänglich sind. In diesem Modul müssen auch die nicht dem Rostocker B.Sc. entstammenden Studenten die notwendigen Grundlagen vermittelt bekommen (Tutorien). Die Studierenden sollen ein mechanistisches Verständnis abiotischer Faktoren entwickeln und erlernen, Größenordnungen und Konsequenzen für ökosystemare Prozesse einschätzen zu können. Es werden gängige statistische Verfahren der marinen Ökologie an existierenden Datensätzen eingeübt und kritisch bewertet. Die Modellbildung ökosystemarer Prozesse soll auf konzeptioneller und mathematischer Ebene vorgestellt und an Hand einfacher Beispiele selbst durchgeführt werden.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Biowissenschaften im Bachelor Mathematik; Grundlagenwissen in Chemie, Physik und Mathematik	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
46 Std. Vorlesung, 38 Std. Übung	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	46 Std.
	Übung	38 Std.
	Selbststudium	184 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>270 Std.</b>
Leistungspunkte	9	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## M 2 Lebensraum Meer

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Lebensraum Meer
Modulnummer	M 2
Modulverantwortlicher	Institut für Biowissenschaften
<p>Lehrveranstaltungen:</p> <p><b>4 Std.V: Wasser als Lebensraum: physikalische Eigenschaften</b>                  Dichteanomalie, Viskosität / Zähigkeit / Grenzschichtbildung / Reynoldszahl, Dielektrizitätskonstante / Dipolmoment, Clusterbildung / Tridymitgitter, Oberflächenspannung.</p> <p><b>2 Std.V: Gelöste Substanzen</b>                  Gase / Carbonatsystem, Abhängigkeit von Temperatur, Druck und Gasphase, Einfluss biologischer Aktivitäten auf Gehalt an Carbonat- Sauerstoff- und Schwefelverbindungen im Wasser (hier keine Behandlung von Stoffkreisläufen)</p> <p><b>2 Std.S: Seminar zu chem. und physikal. Eigenschaften</b></p> <p><b>12 Std.V: Aquatische Lebensräume</b>                  Einteilung nach Salinität (Vorstellung der Systeme), unter Hinweis auf Ionenanomalien und Binnensalzstellen, vertikale und horizontale Gliederung des aquatischen Lebensraumes (marin, limnisch, Brackwasser) – dabei Vorstellung der für die dazugehörigen Lebensgemeinschaften relevanten Masterfaktoren.</p> <p><b>2 Std.S: Seminar zu Lebensräume</b></p> <p><b>12 Std.V: Biotische Interaktionen I: Grundlagen der exploitativen Konkurrenz</b>                  Herleitung Exklusionsprinzip, Fitness und deren Komponenten, Ursachen für die Diskrepanz zwischen Potenz und Präsenz, Ultimat- und Proximafaktor, Konzepte für die Analyse intra- und interspezifischer Interaktionen: Ressourcennutzung, Speicherkapazität, Zellquote, darauf aufbauend Vorstellung einfacher Limitationsmodelle (Blackman vs. Liebig – type, Beschreibung über Platt-/Droop-/MM- etc. Modelle) Möglichkeiten, Randbedingungen und Grenzen zur experimentellen Analyse von Interaktionen</p> <p><b>2 Std.S: Seminar zu Grundlagen der exploitativen Konkurrenz</b></p> <p><b>6 Std.V: Biotische Interaktionen II: mechanistische Konkurrenztheorie</b>                  Hutchinsonscher Nischenbegriff und Planktonparadoxon – Berücksichtigung der Zeitebene, Limitationswechsel, graphisches Modell nach Lotka und Volterra, Weiterentwicklung durch Tilman – Herleitung ZNGI bei Konkurrenz um eine und mehrere Ressourcen für substituierbare und nicht-substituierbare Komponenten, vielartige Systeme – Rolle der Frequenz der Umweltveränderungen unter Berücksichtigung der Generationszeit (intermediate disturbance hypothesis)</p> <p><b>2 Std.S: Seminar zur mechanistischen Konkurrenztheorie</b></p> <p><b>8 Std.V: Konsequenzen biotischer Interaktionen und abiot. Abhängigkeiten</b>                  Sukzessionsphänomene, El-Nino-Phänomen, Rückkopplungen durch Grazing, Kopplung der trophischen Ebenen (top-down / bottom up) in Abhängigkeit der Volumen-bezogenen Gesamttrophie, Parasitismus</p> <p><b>4 Std.S: Hauptseminar</b></p>	
Dozentinnen/Dozenten	Lehrende des Instituts für Biowissenschaften
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 44 Std., Seminar 12 Std.

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Meeresbiologie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul legt die Grundlagen für das Verständnis aller Folgemodule.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>
<p><i>Lehrinhalte und Qualifikationsziele:</i>                  Die Studierenden sollen in die theoretischen Grundlagen der aquatischen Ökologie eingewiesen werden. Aufbauend auf den Ökologie-Modulen des Bachelorstudienganges „Biowissenschaften“ sollen die Spezifika des Lebensraumes Wasser vermittelt werden. Das umfasst vor allem eine Einführung in die vertikale und horizontale Gliederung des aquatischen Lebensraumes, die Vorstellung der Konzepte zur Analyse der biotischen Interaktionseffekte (intra- und interspezifisch) und des Einflusses abiotischer Umweltfaktoren. Aufbauend auf diesen Kenntnissen werden Sukzessionsphänomene analysiert und damit der Grundstein für das Verständnis der in M 3 &amp; 7 vorzustellenden Stoffkreisläufe gelegt. In diesem Modul werden marine auch im Vergleich zu limnischen Systemen behandelt.</p>
<p><i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>                  Ökologisches Wissen entsprechend dem Niveau eines B.Sc. der Biowissenschaften (Nebenfach Biowissenschaften im Bachelor Mathematik)</p>
<p><i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>                  44 Std. Vorlesung, 12 Std. Seminar</p>

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	44 Std.
	Seminar	12 Std.
	Selbststudium	123Std.
	Prüfung	1 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 60 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine



## M 3 Stoffkreisläufe I

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Stoffkreisläufe I
Modulnummer	M 3
Modulverantwortlicher	Institut für Biowissenschaften
Lehrveranstaltungen: <b>2 Std.V: Einführung</b> Entwicklungsgeschichte des Seewassers, seiner Inhaltsstoffe sowie der chemischen und biologischen Prozesse; Charakterisierung der biogeochemischen Regionen der Weltozeans anhand von Klimazonen, Oberflächenströmungen, Topographie und Süßwassereintrag; Unterschiede zwischen terrestrischen, limnischen und marinen Systemen <b>6 Std.V: Transport, Vermischung, Modifikation</b> Lateraler Wassertransport, vertikale Durchmischung, die Bedeutung von Dichtschichtungen, horizontal und vertikale Migration, Absinken, Unterschiede zwischen Transport partikulären und gelösten Materials; Tages- und Jahresgänge, interannuelle Variabilität <b>6 Std.V: Stoffkreisläufe der wichtigsten Elemente</b> mit besonderer Betonung des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Phosphor und Silizium, aber auch wichtige Spurenstoffe wie Eisen und Mangan; Quellen und Senken; Stoffbedarf der Organismen, das Redfield-Konzept; Produktion und Remineralisierung; das Konzept der Neuen und Regenerierten Produktion und des Aparenten Sauerstoffverbrauches (AOU); oxidative gegen anoxische Remineralisierung <b>12 Std.V: Stoffkreisläufe im Pelagial</b> Versorgung der euphotischen Zone mit Nährstoff, Jahresgänge in Produktion und Abbau der organischen Substanz, quantitative Rolle der verschiedenen trophischen Ebenen und wichtiger Organismen-Gruppen; Umsatzgeschwindigkeit und Biomassertrag, vertikaler Transport aus der euphotischen Zone und zum Benthos; Stoffumsätze und Organismen in der tiefen Wassersäule (>500m) <b>10 Std.V: Stoffkreisläufe im Benthos</b> Kopplung pelagischer und benthischer Stoffflüsse, Versorgung mit Nährstoff und Remineralisierung versus Akkumulation im Sediment; quantitative Rolle von Suspensionsfessern und Filtrierern; Bioturbation; Leben in der bodennahen Nepheloidschicht <b>12 Std.V: Darstellung von Stoffflüssen in ausgewählten Systemen</b> Darstellung von Systemen und Regionen mit unterschiedlichem Klimaantrieb, Nährstoffversorgung, Topographie, Diversität: Ostsee, Nordsee, Auftrieb; Tiefsee, Vents, polare Meere, Sargassosee, Nordatlantik, Schelfabhang <b>8 Std.Ü: Modellierung</b> Modellierung von Stoffflüssen in unterschiedlicher Komplexität mit unterschiedlichen computergestützten Programmen	
Dozentinnen/Dozenten	Lehrende des Instituts für Biowissenschaften
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 48 Std., Übungen 8 Std.

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Meeresbiologie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul legt die Grundlagen für das Verständnis aller Folgemodule.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte und Qualifikationsziele:</i> Stoffumsätze und -flüsse durch Organismen und Nahrungsnetze werden mit allen biogeochemischen Aspekten dargestellt. In Abhängigkeit des jeweiligen physikalischen Antriebes werden Größenordnung der Umsätze und Flüsse in den unterschiedlichen Regionen/Systemen vorgestellt sowie die Umsätze regelnde Faktoren besprochen. Physikalische und biologische Transportraten werden für die wesentlichen biogeochemischen Provinzen des Weltozeans gegenübergestellt. Das Modul ist eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Stoffverbreitung und Auswirkungen durch anthropogene Aktivitäten sowie zum Verständnis der Klima getriebenen Veränderungen in Ozean und Küstengewässern.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Grundlagenwissen aus einem B.Sc. der Biowissenschaften (Nebenfach Biowissenschaften im Bachelor Mathematik) und Teilen der Module M1 und M2.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 48 Std. Vorlesung, 8 Std. Übungen	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	48 Std.
	Seminar	8 Std.
	Selbststudium	123Std.
	Prüfung	1 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 60 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## M 7 Stoffkreisläufe II

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Stoffkreisläufe II
Modulnummer	M 7
Modulverantwortlicher	Institut für Biowissenschaften
Lehrveranstaltungen: <b>4 Std.V: Einführung</b> <b>18 Std.Ü: Biomasse und Aktivität kleiner Organismen</b> Standardfärbetechniken für Bakterien im Freiwasser/ Imageanalyse; allg. Aktivitätsdifferenzierung (z. B. CTC, Live/Dead o.ä.); (extrazelluläre) enzymatische Modellaktivität; Produktion 14C-Leucin oder Thymidin, Flowcytometrie; Biomassebestimmung Zooplankton, <b>22 Std.Ü: Benthosbiologische Methoden</b> Lebensraum Weichboden, Kernprobennahme, Gemeinschaftsanalyse, Biomasse im Sediment, Kerninkubationen, Mikroelektroden, Kalorimetrie <b>4 Std.V: Vorbereitung für Praktikumsfahrt</b> <b>32 Std.Ü: mehrtägige Ausfahrt</b> z.B. Gradienten (z. B. Eutrophierung, Sauerstoff, Salzgehalt), Zeitreihen oder unterschiedliche Gebiete der Küstenmeere <b>4 Std.S: Nachbereitung</b> Auswertung, Darstellung der Ergebnisse <b>28 Std.V/Ü: Modellierung</b> (davon 8 als V und 20 als Ü) Entwicklung konzeptioneller Modelle, Mathematische Formulierung biologischer Prozesse, Transport und Mischungsmodelle, Boxmodelle, Wachstumsmodelle, Räuber-Beute-Modelle, Stoffkreislaufmodelle, gekoppelte Modelle (Ökologie/Physik).	
Dozentinnen/Dozenten	Lehrende des Instituts für Biowissenschaften
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 16 Std., Übung 96 Std.

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Meeresbiologie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul basiert auf allen vorangegangenen Modulen, insbesondere auf M1 und M3, und legt die Grundlagen für Folgemodule 9 und 10.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte und Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden sollen praktische Erfahrungen mit der Arbeit an Benthos und Sedimenten sowie mit Organismen des Pelagials erlangen. Basierend auf bisher erlernten Theorien und Methoden und werden die Studenten mit dem komplexen natürlichen Ökosystem konfrontiert und sollen anhand der ihnen gestellten Aufgaben Stoffflussanalysen praktisch durchführen und dabei auch neue speziellere Methoden einsetzen. Diese Übungen vermitteln grundlegende methodische und theoretische Fertigkeiten für die Untersuchung biogeochemischer Prozesse. Darauf aufbauend sollen Teilaspekte des Stoffkreislaufe modelliert werden. Die erworbenen Kenntnisse werden auf einer mehrtägigen Ausfahrt mit einem Schiff vertieft.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Kenntnisse aus den Modulen M1 - M4, insbesondere M3.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 16 Std. Vorlesung, 96 Std. Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	16 Std.
	Übung	96 Std.
	Selbststudium	246 Std.
	Prüfung	2 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>360 Std.</b>
Leistungspunkte	12	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## AUF-04 Ökosysteme

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Ökosysteme
Modulnummer	AUF-04
Modulverantwortlicher	Institut für Biowissenschaften
Lehrveranstaltungen	Vorlesung und Übung: Ökosysteme
Dozentinnen/Dozenten	Lehrende des Instituts für Biowissenschaften
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Seminar 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Agrarökologie Masterstudiengang Mathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Strukturen und Funktionen von Ökosystemen – Vertiefung</li> <li>◦ Aufgaben und Ziele der Ökosystemforschung</li> <li>◦ Aquatische und terrestrische Ökosysteme der Kulturlandschaft und deren Wechselbeziehungen</li> </ul> <p>Vorstellung von Ökosystemtypen der gemäßigten Klimazone, Analyse von Struktur- und Funktionsbeziehungen ausgewählter Ökosysteme, Vorstellung von Methoden zur Ökosystemanalyse, Charakteristische Unterschiede zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen, Interaktionen zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen, Indikation anthropogener Einflussnahmen, Monitoring und Zustandsbewertung, Reaktionsmuster von und Sukzessionen in gestörten Ökosystemen, Ökosystemtheorien, Restauration und (Bio-)Manipulation von Ökosystemen</p>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Um anthropogene Tätigkeiten im ländlichen Raum in ihren Auswirkungen auf verschiedene Ökosysteme erfassen und bewerten zu können, haben die Studierenden Kenntnisse zu unterschiedlichen Ökosystemen und zur Ökosystemlehre vertieft. Sie können die Funktionen von Ökosystemen einordnen. Sie kennen wichtige Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Ökosysteme. Sie sind mit wissenschaftlichen Konzepten zu deren Erfassung und Beschreibung vertraut.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Nebenfach Biowissenschaften im Bachelor Mathematik;	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Übung	14 Std.
	Selbststudium	123 Std.
	Prüfung	1 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Mündliche Prüfung von 30 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## PM 3 Molekulare Systematik

1. Allgemeine Angaben		
Modulbezeichnung	Molekulare Systematik	
Modulnummer	PM 3	
Modulverantwortlicher	Institut für Biowissenschaften	
Lehrveranstaltungen: <b>28 Std. V Molekulare Systematik</b> Die molekulare Evolution der DNA und ihre Mechanismen sowie die Struktur und Evolution der Genome werden an ausgewählten Beispielen dargestellt. Die Verwendung von molekularen Daten in der Systematik, Ökologie und Biogeographie wird exemplarisch besprochen. Grundlagen der Kladistik sowie der Berechnung molekularer Stammbäume mit Hilfe von Neighbor Joining, Maximum Parsimony, Maximum Likelihood und Mr. Bayes Algorithmen sowie Netzwerkanalysen werden vermittelt und an Beispielen zur molekularen Systematik und Evolution der Tiere und Pflanzen erläutert: Wahl des geeigneten molekularen Markers, Datenanalyse, Multiple Alignments, Auswahl der Außengruppe etc. <b>84 Std. P Methoden der Molekularen Systematik</b> Das Praktikum dient dem Erlernen elementarer Techniken der molekularen Systematik (z.B. Isoenzymanalysen, DNA-Isolation, PCR, Klonierung DNA-Sequenzierung, DNA-Fingerprinting mittels AFLP und Mikrosatelliten) sowie der Anwendung der wichtigsten Computerprogramme für die Erstellung von Alignments und zur Berechnung phylogenetischer Stammbäume und Netzwerke inklusive der Arbeit mit Internetquellen wie Genbank, Sammlungen von frei verfügbaren phylogenetischen Programmpaketen.		
Dozentinnen/Dozenten	Lehrende des Instituts für Biowissenschaften	
Sprache	deutsch	
Präsenzlehre	Vorlesung 28 Std., Übung 28 Std.	
2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung		
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Diversität & Evolution Masterstudiengang Mathematik	
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für den Studiengang Mathematik	
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul erweitert die Ausbildung im Studiengang Diversität & Evolution.	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester	
3. Modulfunktion		
<i>Lehrinhalte und Qualifikationsziele:</i> Ziel dieses Moduls ist eine Einführung in die Grundlagen der molekularen Systematik, insbesondere phylogenetischer und phylogeographischer Analysen sowie DNA Barcoding, sowie deren Anwendung.		
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Nebenfach Biowissenschaften im Bachelor Mathematik;		
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Je Semester 14 Std. Vorlesung und 14 Std. Übung		
4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Praktikum	84 Std.
	Selbststudium	247 Std.
	Prüfung	1 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>360 Std.</b>
Leistungspunkte	12	
5. Prüfungsmodalitäten		
Prüfungsvorleistungen	keine	
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 60 min Prüfungszeitraum 3. Fachsemester	
Zugelassene Hilfsmittel	Keine	

# Informatik

## IEF 022 Computergrafik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Computergrafik
Modulnummer	IEF 022
Modulverantwortliche	Lehrstuhl Computergrafik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Computergrafik Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Das Modul Computergraphik ist die erste Begegnung der Studierenden verschiedener Studiengänge mit der graphischen Datenverarbeitung, es bestehen wahlobligatorische Möglichkeiten zur Vertiefung.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	In den Modulen Rendering, Geometrische Modellierung, Graphische Benutzungsoberflächen und Computeranimation werden die angeschnittenen Inhalte vertieft. Darüber hinaus stehen alle Module des Themenkomplexes Computergraphik im Modulhandbuch Masterstudiengang Visual Computing für eine ergänzende Stoffvermittlung zur Verfügung. Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissenschaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i> In diesem Modul werden grundlegende Inhalte zur computergestützten Generierung von Bildern für Informatiker vermittelt.	
<i>Inhalte:</i> Einführung in die Computergrafik, Geometrische Modellierung, graphische Schnittstellen und Anwendungsprogrammierung, Rendering, visuelle Wahrnehmung, interaktive Computergrafik, Aktuelle Themen der Computergrafik im Überblick	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Studierenden sollen in der Lage sein, einfache Szenen geometrisch zu modellieren und zu rendern.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Grundkenntnisse in Informatik und Mathematik. Zur Teilnahme an diesem Modul sind keine vorher absolvierten Module erforderlich.	
<i>Literatur-Empfehlungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner, J. F. Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice (second Edition). Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1996</li> <li>- J. Encarnacao, W. Straßer, R. Klein: Gerätetechnik, Programmierung und Anwendung graphischer Systeme Teil I und II. Oldenbourg, München, Wien, 1996, 1997</li> <li>- D. Salomon: Computer Graphics Geometric Modeling, Springer, 1999</li> <li>- A. Watt: 3D Computer Graphics. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 2000</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung: Vortrag nach Powerpoint Präsentation, Skriptum (Powerpoint Folien im Web), Diskussion in den Übungen, praktische Laborübungen, Selbststudium (Lehrmaterial, einfache Programmierbeispiele)	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Durchführung der Praktikumsaufgaben	60 Std.
	Vor- und Nachbereiten der Präsenzveranstaltungen	20 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterial	24 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
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 1. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**IEF 037 Hochleistungsrechnen**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Hochleistungsrechnen
Modulnummer	IEF 037
Modulverantwortliche	Lehrstuhl Verteiltes Hochleistungsrechnen
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung, Übung und Praktikum: Hochleistungsrechnen Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Das Modul ist im Studiengang die erste Begegnung mit dieser Materie. Es ist die Grundlage für eine Vertiefung in diesem Bereich in Form eines Seminars, einer Projektarbeit oder einer Bachelorarbeit.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissen- schaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<p><b>Lehrinhalte:</b> Das Modul bietet eine Einführung in das Gebiet des Hochleistungsrechnens. Es werden unterschiedliche Klassen von Hardwarearchitekturen vorgestellt und am Fallbeispiel eines aktuellen Systems der jeweiligen Klasse näher erläutert. Es werden verschiedene Paradigmen zur Programmierung von Hochleistungsrechnern vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den etablierten Standards OpenMP für die Programmierung von Systemen mit gemeinsamem Speicher und dem Message Passing Interface (MPI) für die Programmierung von Systemen mit verteiltem Speicher. Außerdem werden Werkzeuge vorgestellt, die die Entwicklung und Analyse paralleler Programme unterstützen. Die Vorlesung wird ergänzt durch praktische Übungen, in denen die Teilnehmer parallele Programme zur Lösung vorgegebener Probleme auf einem SMP-Cluster entwickeln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hochleistungsrechnerarchitekturen (Vektorrechner, Parallelrechner, SMPs, MPPs, Cluster, Computational Grids)</li> <li>◦ Programmiermodelle (sequentielle Programmiersprachen: vektorisierende und parallelisierende Compiler, parallele Programmiersprachen, shared memory Programmierung, message passing Bibliotheken)</li> <li>◦ Standards für die Programmierung paralleler Architekturen (Der OpenMP Standard, Das Message Passing Interface MPI)</li> <li>◦ Werkzeuge für Entwurf und Analyse paralleler Programme (Spezifikation, Fehlersuche (Debugging), Leistungsvorhersage, Leistungsmessung, Leistungsanalyse)</li> <li>◦ Anwendungen</li> </ul>	
<p><b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b> Studierende die dieses Modul erfolgreich absolviert haben, haben fundierte Kenntnisse der Architekturen von Hochleistungsrechnern und den zugrundeliegenden Technologien. Sie sind in der Lage, Programme für parallele Rechnerarchitekturen zu entwickeln und haben fundierte Kenntnisse der auf solchen Systemen verfügbaren Programmiermodelle, Entwicklungs- und Analysewerkzeuge erworben. Sie sind in der Lage, parallele Programme für Hochleistungsrechner zu entwickeln und zu analysieren.</p>	
<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Vorausgesetzte Kenntnisse und Fertigkeiten: Fundierte Kenntnisse im Bereich Rechnerarchitektur und Rechnernetze. Programmierpraxis in einer prozeduralen Sprache. Für die Praktikumsaufgaben wird die Programmiersprache C verwendet (alternativ kann meist auch Fortran genutzt werden). Die vorausgesetzten Kenntnisse werden vermittelt in den Modulen Abstrakte Datentypen, Algorithmen und Datenstrukturen, Rechnersysteme, Prozessorarchitektur und Rechnernetze.</p>	
<p><b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b> 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung und 1 SWS Praktikum „Hochleistungsrechnen“</p>	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Praktikumspräsenz	14 Std.
	Bearbeitung der Praktikums- und Übungsaufgaben	72 Std.
	Literaturstudium	42 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	10 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 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum 1. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## IEF 042 Modellierung und Simulation

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Modellierung und Simulation
Modulnummer	IEF 042
Modulverantwortliche	Professur Modellierung und Simulation
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Modellierung und Simulation Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist geöffnet für Studierende technisch, mathematisch oder naturwissenschaftlich orientierter Studiengänge. Das Modul richtet sich an Interessierte, die sich mit den grundlegenden Methoden der Modellierung und Simulation (aus Sicht der Informatik und der Anwendung) vertraut machen wollen. Typische Teilnehmer des Moduls befinden sich im 6. Semester ihres Erststudiums im Bachelor Informatik, Elektrotechnik, Wirtschaftsinformatik in den Richtungen Business Informatics und Information Systems, ITTI bzw. im 1.-3. Semesters der Masterstudiengänge CE, Smart Computing, Visual Computing, Geoinformatik.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<p><b>Lehrinhalte:</b> Modellierung und Simulation spielt in fast allen naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen eine zentrale Rolle. Auch in der Informatik ist die Modellierung und Simulation als experimentelle Technik, um autonome, nebenläufige, selbstorganisierende Software zu entwickeln, von zentraler Bedeutung. Für die Herausforderungen dieser unterschiedlichen Anwendungsgebiete gilt es Methoden und Werkzeuge zu entwickeln. Die Vorlesung gibt einen Überblick über grundlegende Methoden und Techniken der Modellierung und Simulation.</p> <p><b>Inhalte:</b> Systemtheoretische Grundlagen; Diskret-Schrittweise: Anwendungen, Modellformalismen, z.B. ZA, Petri Netze, PI, Simulation, Analyse; Diskret-Ereignisorientiert: Anwendungen, Modellformalismen, z.B. DEVS, Queuing Networks, Stochastische PN, Stochastic PI, Simulation, Analyse; Kontinuierlich: Anwendungen, Modellformalismen, z.B. Blockdiagramme, Simulation; Hybrid: Anwendungen, Modellformalismen, z.B. Hybride Automaten, Simulation; Parallele Simulation, Entwicklung des Experimental Frames, z.B. stochastische Verteilung, Optimierung</p> <p><b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b> Mit der Lehrveranstaltung sollen Grundlagen über verschiedene Modellierungformalismen und Simulationsalgorithmen sowie deren Anwendung vermittelt werden.</p> <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Informatik-Grundkenntnisse, Grundkenntnisse in der theoretischen Informatik, elementare Programmierkenntnisse.</p> <p><b>Literatur-Empfehlungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Law A., Kelton D.: Simulation Modeling &amp; Analysis. McGraw-Hill International Editions, 1991.</li> <li>- Cassandras C.G., Lafortune S.: Introduction to Discrete Event Systems. Kluwer Academic Publishers, 1999.</li> <li>- Zeigler B.P., Praehofer H., Kim T.G.: Theory of Modeling and Simulation. Academic Press, 2000.</li> <li>- Kelton D., Sadowski R.P., Sadowski D.A.: Simulation with ARENA. McGraw-Hill, 1998.</li> <li>- Fujimoto R.M.: Parallel and Distributed Simulation Systems. John Wiley&amp;Sons Inc., 2000.</li> <li>- Baumgarten B.: Petri-Netze. Grundlagen und Anwendungen. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 1996.</li> <li>- Banks J., Carson J.S., Nelson B.L., Nicol D.M.: Discrete-Event System Simulation. Prentice Hall, 2001</li> </ul> <p><b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b> 3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung: Diskussion in den Übungen, Frage / Antwort - Spiel in den Übungen, Selbststudium von Lehrmaterial, Programmierung, Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien</p>	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterial	92 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	32 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
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 2. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine



**IEF 046 Objektorientierte Softwaretechnik**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Objektorientierte Softwaretechnik
Modulnummer	IEF 046
Modulverantwortliche	Lehrstuhl Softwaretechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Objektorientierte Softwaretechnik Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	4 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Im Modul UML steht die Unified Modeling Language mit allen Details inklusive OCL im Mittelpunkt. Im Modul Werkzeuge für objektorientierte Softwareentwicklung werden Case-Tools diskutiert. Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissenschaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Das Modul vertieft wichtige Konzepte objektorientierter Programmierung. Großes Augenmerk wird dabei auf die Kenntnis von Entwurfsmustern gelegt.	
<i>Inhalte:</i> Einführung in der Objektorientierung; Programmiersprache Eiffel (Polymorphismus, Invarianz, Kovarianz, Kontravarianz, Mehrfachvererbung); Programming by Contract; Entwurfsmuster (Design Patterns); Patterns in Programmiersprachen; Komponenten	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Mit der Lehrveranstaltung sollen die Grundlagen der objektorientierten Entwicklung von sicherer Software erlernt werden. Die Teilnehmer sollen in die Lage versetzt werden, Softwarearchitekturen zu entwickeln und Wiederverwendung von Wissen in Form von Patterns und Komponenten zu nutzen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Programmierkenntnisse und Wissen über Algorithmen und Datenstrukturen. Keine absolvierten Module.	
<i>Literatur-Empfehlungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meyer, Bertrand, Eiffel : the language, ISBN: 0132479257, New York [u.a.]: Prentice-Hall, 1998</li> <li>- Thomas, Peter G. (Weedon, Raymond A.), Object-oriented programming in Eiffel, Harlow [u.a.] : Addison-Wesley, 1997</li> <li>- Gamma, Erich, et. al.; Entwurfsmuster: Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software, München [u.a.] : Addison-Wesley, 2004</li> <li>- Jezequel, Jean-Marc (Train, Michel; Mingins, Christine;), Design patterns and contracts, Reading, Mass. [u.a.] Addison-Wesley, 1999</li> <li>- P. Forbrig, I. O. Kerner (Hrsg.), Lehr- und Übungsbuch Informatik: Softwareentwicklung, Fachbuchverlag Leipzig im Hanser Verlag, 2003</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, 1 SWS Praktikum: Vortrag mit elektronischer Präsentation, Diskussion in den Übungen, Frage / Antwort - Spiel in den Übungen, Programmierung und Projektarbeit, Selbststudium der Literatur und der bereitgestellten Materialien	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Praktikumspräsenz	14 Std.
	Selbststudium, eigenständige Projektarbeit, Prüfung	124 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Programmieraufgabe und Projektarbeit, Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 30 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum 2. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## IEF 060 Datenbanken II

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Datenbanken II
Modulnummer	IEF 060
Modulverantwortliche	Professur Datenbank- und Informationssysteme
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Datenbanken II Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Die Vorlesung ist als Wahlpflichtveranstaltung im 1. Semester vorgesehen.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Verteilte Datenbanken, Anfrageverarbeitung, Transaktionsverarbeitung Modul Multimedia-Datenbanken. Für die Informatikstudiengänge stehen weitere Module im Bereich Datenbank- und Informationssysteme zur Verfügung, die im Modulhandbuch des Masterstudienganges Informatik aufgeführt sind.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i> Die Vorlesung ist die Ergänzung der Vorlesung Datenbanken I. Während die Datenbank I-Vorlesung die Modelle, Konzepte und Sprachen sowie den Entwurf von Datenbanksystemen beinhaltet, bietet diese Vorlesung eine gründliche Behandlung der für die Implementierung von Datenbanksystemen wichtigen Architekturprinzipien, Datenstrukturen und Algorithmen.	
<i>Inhalt:</i> Architektur von Datenbanksystemen, Verwaltung des Hintergrundspeichers, Dateioorganisation und Zugriffspfade, Auswertung von Anfragen, Optimierung von Anfragen, Transaktionsmodelle, Transaktionsverwaltung, Wiederherstellung und Datensicherheit, Verteilte Datenhaltung und weitere Konzepte	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Vermittlung von Kenntnissen über die Realisierung von Datenbank-Management-Systemen	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Informatik-Grundkenntnisse, Grundkenntnisse in der Bedienung der Betriebssysteme Windows und Linux, elementare Programmierkenntnisse. Absolvierte Module: keine	
<i>Literatur-Empfehlungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Saake, A. Heuer, Kai-Uwe Sattler: Datenbanken - Implementierungskonzepte. 2. Auflage, MITP, 2005</li> <li>- Härder, T.; Rahm, E.: Datenbanksysteme - Konzepte und Techniken der Implementierung. Springer-Verlag, 1999</li> <li>- Lockemann, P.C.; Schmidt, J.W. (Hrsg.): Datenbank-Handbuch. Springer-Verlag, Berlin, 1987</li> <li>- Silberschatz, A.; Korth, H.F.; Sudarshan, S.: Database System Concepts. McGraw-Hill, New York, NJ, 3. Auflage, 1997.</li> <li>- Kemper, A.; Eickler, A.; Datenbanksysteme. Oldenbourg, 2004</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung: Vortrag nach Powerpoint Präsentation, Skriptum (pdf-Folien im Web), Diskussion in den Übungen, Frage / Antwort - Spiel in den Übungen, Selbststudium von Lehrmaterial, Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	42 Std.
	Übungspräsenz	14 Std.
	Vor- und Nachbereitung Vorlesungsbesuch	42 Std.
	Lösen von Übungsaufgaben	73 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	9 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
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 2. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## IEF 104 Computergestützte Verifikation

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Computergestützte Verifikation
Modulnummer	IEF 104
Modulverantwortliche	Lehrstuhl Theorie der Programmiersprachen und Programmierung
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung Computergestützte Verifikation Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Ob es sich bei dem Modul um ein Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul handelt und in welchem Semester es absolviert werden soll, ist in der jeweils gültigen Prüfungsordnung angegeben.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Teilgebiet: Modelle und Algorithmen Folgemodule: keine; das Modul kann aber gut ergänzt werden durch das Modul "Continuous and Hybrid Systems Modelling and Simulation"
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i> Das Modul führt, von den Grundlagen bis zum aktuellen Stand der Kunst, in Methoden der automatischen Verifikation von dynamischen Eigenschaften für Systeme ein. Im Zentrum stehen dabei Technologien zum Model Checking.	
<i>Inhalte:</i> Transitionssysteme (Beschreibung von Systemen), Temporale Logik (Beschreibung von Eigenschaften), Explizites Model Checking, Reduktionstechniken (Symmetrie, Partial Order, Sweep-Line), Symbolisches Model Checking (BDD-basiert, SAT-basiert, Automatenbasiert), Model Checking für Echtzeitsysteme, Abstraktion und Abstraktionsverfeinerung, Model Checking für Software	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Funktionale Korrektheit als zentrales Qualitätskriterium <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Überblick über existierende Techniken und Werkzeuge</li> <li>◦ Kenntnis leistungsfähiger Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>◦ Einblick in die praktische Nutzbarmachung theoretischer Erkenntnisse</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Vorausgesetzte Kenntnisse und Fertigkeiten: Mathematische und theoretisch informatische Kenntnisse auf Bachelorniveau Absolvierte Module: keine Literatur-Empfehlungen: E.M. Clarke, O. Grumberg, D. Peled: Model Checking. MIT Press 1999	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 2 SWS Vorlesung; Vortrag, begleitet von Folien und Werkzeugdemonstrationen; Unbetreutes Experimentieren mit Werkzeugen; Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vorlesungsnacharbeit und Selbststudium	28 Std.
	Selbstständiges Experimentieren mit Werkzeugen	24Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	10 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum 1. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## IEF 108 Graph Drawing

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Graph Drawing
Modulnummer	IEF 108
Modulverantwortliche	Lehrstuhl Theoretische Informatik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung Graph Drawing Lehrende des Instituts für Informatik
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik, Wahlpflichtmodul
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissen- schaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul ist inhaltlich verwandt mit dem Modul "Effiziente Graphenal- gorithmen" sowie dem Modul "Graphen- und Hypergraphenmodelle der Informatik".
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<p><i>Lehrinhalte:</i> Graphen sind ein geeignetes Hilfsmittel, um strukturelle Zusammenhänge der Daten/Objekte zu modellieren. Das Gebiet des automatischen Zeichnens von Graphen beschäftigt sich mit Entwurf, Analyse, Implementierung und Evaluierung von Algorithmen für „gute“ Zeichnungen von Graphen. Das Modul führt in die algorithmischen Prinzipien und Methoden zum Zeichnen von Graphen ein.</p> <p><i>Inhalte:</i> Einführung, Anwendungsbeispiele, Problemstellung, graphentheoretische Grundlagen, Zeichnen von Bäumen; Algorithmus von Reingold und Tilford, Zeichnen von Bäumen mit fast linearer Fläche; Verfahren von Chan, Komplexität der Breitenminimierung; Satz von Supowit und Reingold, Zeichnen gerichteter azyklischer Graphen; Schichtenzuweisung, Kreuzungsreduzierung, Koordinatenzuweisung, Planare Graphen und ihre Darstellung, Zeichnen planarer Graphen; geradlinige, konvexe, orthogonale und andere Zeichnungen, Kräftebasierte Verfahren zum Zeichnen allgemeiner Graphen</p>	
<p><i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Kenntnis der wichtigsten Konzepte und Verfahren zum Zeichnen von Graphen und ihrer Anwendungen.</p>	
<p><i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Vorausgesetzte Kenntnisse und Fertigkeiten: Mathematische Grundfähigkeiten sind wichtig. Zur Teilnahme an diesem Modul sollte vorher die Vorlesung "Effiziente Graphenalgorithmen" gehört worden sein. Absolvierte Module: keine</p>	
<p><i>Literatur-Empfehlungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Di Battista, P. Eades, R. Tamassia, I. Tollis: Graph Drawing - Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall, 1999</li> <li>- M. Kaufmann, D. Wagner (Hrsg.), Drawing Graphs - Methods and Models, LNCS 2025, Springer-Verlag, 2001,</li> <li>- K. Sugiyama, Graph Drawing and Applications for Software and Knowledge Engineers, World Scientific, 2002</li> <li>- T. Nishizeki, Md. S. Rahman, Planar Graph Drawing, World Scientific, 2004</li> </ul>	
<p><i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 2 SWS Vorlesung, Tafelvortrag oder Vortrag nach Folienpräsentation, Selbststudium von Lehrmaterial, Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien</p>	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Vorlesung	28 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterial	24Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	10 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 120 min oder mündliche Prüfung von 20 min (wird spätestens in der ersten Vorlesungswoche vom Lehrenden bekannt gegeben); Prüfungszeitraum 1. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	keine

# Elektrotechnik

## IEF 061 Digitale Bildverarbeitung

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Digitale Bildverarbeitung
Modulnummer	IEF 061
Modulverantwortlicher	Professur Signaltheorie und Digitale Bildverarbeitung
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Digitale Bildverarbeitung
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 1 SWS, Übung 1 SWS, Laborpraktikum 0,5 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik; das Modul stellt eine Erweiterung digita- ler Signalverarbeitungsmethoden auf zweidimensionale Signale (Bilder) dar und vertieft ein wichtiges Teilgebiet der Informationstechnik.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Eine weitergehende Vertiefung erfolgt durch das Modul "Image and Video Coding" und durch spezialisierende Module.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<b>Lehrinhalte:</b> Dieses Modul vermittelt die signal- und systemtheoretischen Grundlagen der 2D-Signalverarbeitung sowie grundlegende Verfahren zur Aufnahme, Verarbeitung und Analyse von Bildern. Durch computergestützte Übungen wird die Wirkungsweise verschiedener Operatoren exemplarisch an unterschiedlichen Bildbeispielen vertieft und im Laborpraktikum die Bedeutung der digitalen Bildverarbeitung für die Lösung praxisrelevanter Aufgaben vermittelt: Einführung in die digitale Bildverarbeitung; Signal- und systemtheoretische Grundlagen der 2D-Signalverarbeitung; Bildaufnahme und Digitalisierung, Farbraum-Transformationen; Bildverbesserung, Bildrestauration; Bildsegmentierung und Kantendetektion; Merkmalsextraktion; Klassifikatoren zur Bildanalyse; Bildsequenzverarbeitung – Überblick; Applikationsbeispiele	
<b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b> Vermittlung der theoretischen Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung; Erwerb der Fähigkeit, Bildverarbeitungsalgorithmen zur Lösung praktischer Probleme einzusetzen; Erwerb der Fähigkeit zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit und zur Team-Arbeit	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Grundkenntnisse der MATLAB-Programmierung sind zur Bearbeitung einzelner Übungsaufgaben vorteilhaft. Absolvierte Module: keine	
<b>Literaturempfehlungen:</b> - Jähne, B.: Digitale Bildverarbeitung. 5. Aufl., Springer 2002 - Umbaugh, S. E.: Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing. CRC Press, 2005 - Tönnies, K.D.: Grundlagen der Bildverarbeitung. Pearson Studium 2005 - Lim, J.S.: Two-Dimensional Signal and Image Processing. Prentice Hall, 1990 - Pratt, W.K.: Digital Image Processing. 3. Aufl., Wiley, 2001 - Theodoridis, S.: Pattern Recognition. 2. Aufl., Academic Press, 2003 - Duda, R.O.; et.al.: Pattern Classification. 2. Aufl., Wiley, 2000 - Handels, H.: Medizinische Bildverarbeitung, Teubner Verlag, 2000 - Gonzalez, R.C.; Woods, R.E.: Digital Image Processing. 2. Aufl., Prentice Hall. 2002	
<b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b> Vortrag mit Powerpoint-Unterstützung und Tafelnutzung; Selbständiges Lösen von Übungsaufgaben und Diskussion in den Übungsstunden; Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien; Durchführung von eigenständigen Laborversuchen	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	14 Std.
	Übung	14 Std.
	Laborversuche und Vorbereitung	20 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterial	22 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	20 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Erfolgreiche Teilnahme am Laborpraktikum: Jeder Versuch setzt sich aus einem Kolloquium, der Versuchsdurchführung und der Versuchsauswertung (Protokoll) zusammen. Die erfolgreiche Teilnahme wird anhand eines Berichts, der die Versuchsauswertungen enthält, beurteilt.
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Mündliche Prüfung von 30 min, Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**IEF 065 Image und Video Coding**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Image and Video Controlling
Modulnummer	IEF 065
Modulverantwortlicher	Professur Signaltheorie und Digitale Signalverarbeitung
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung: Image and Video Controlling
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Pflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Vertiefung durch Teilnahme an Forschungsseminaren des Instituts für Nachrichtentechnik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen und Begriffe der Datenkompression</li> <li>◦ Datenreduktionsverfahren</li> <li>◦ Codierungsmethoden: Entropiecodierung, Präcodierung</li> <li>◦ Visuelle Wahrnehmung, Farbräume</li> <li>◦ Dekorrelationstechniken: Prädiktion, Transformationen, Filterbänke</li> <li>◦ Videocodierung</li> <li>◦ Standards zur Bild- und Videocodierung</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Grundlagen der Datenkompression zu verstehen und die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Bild- und Videocodierung sowie deren Praxisrelevanz zu beurteilen. Sie lernen klassische und aktuelle Standards zur Bild- und Videocodierung sowie deren Einsatzgebiete kennen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung.	
Absolvierte Module: keine	
<i>Literaturempfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungsscript (Präsentationsfolien im Web)</li> <li>- Strutz, T.: Bilddatenkompression. 3. Auflage, Vieweg-Verlag, 2005</li> <li>- Wang, Y.; et. al.: Video Processing and Communications. Prentice Hall, 2002</li> <li>- Rao, K.R.; et. al.: The transform and data compression handbook CRC Press, 2001</li> <li>- Watkinson: "MPEG-2", Focal Press, 1999</li> <li>- Ohm, J.-R.: Multimedia Communications Technology. Springer-Verlag, 2004</li> <li>- Jayant, N. S.; Noll, P.: Digital Coding of Waveforms. Principles and Applications to Speech and Video. Prentice Hall, 1984</li> <li>- Pennebaker, W.B.; et. al.: JPEG Still Image Compression Standard. N.Y., 1993</li> <li>- Taubman, D.S.; et. al.: JPEG2000. Kluwer Academics Publishers, 2002</li> <li>- Richardson, I. E.G.: H.264 and MPEG 4 Video Compression. J. Wiley &amp; Sons, Ltd. 2003</li> <li>- Gersho, A.; Gray, R. M.: Vector Quantization and Signal Compression. Kluwer, 1992</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Vortrag mit Powerpoint-Unterstützung und Tafelnutzung; Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterialien	42 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	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 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

**IEF 067 Kanalcodierung**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Kanalcodierung
Modulnummer	IEF 067
Modulverantwortlicher	Professur für Nachrichtentechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Kanalcodierung
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul vertieft ein wichtiges Teilgebiet der Nachrichtentechnik. Nahezu alle existierenden digitalen Kommunikationssysteme nutzen die Kanalcodierung zum Schutz vor Übertragungsfehlern. Ein Folgemodul ist die „Applied Information Theory“ (Angewandte Informationstheorie), welches die Grundlagen der Kanalcodierung vertieft und den Umgang mit aktuellen Codierungstechniken vermittelt.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Dieses Modul gibt eine Einführung in Fragen fehlererkennender und fehlerkorrigierender Codes für die Datenübertragung in Kommunikationssystemen und die Datensicherung auf Datenträgern.	
<i>Inhalte:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einführung in die Informationstheorie</li> <li>◦ Restklassenalgebra</li> <li>◦ Lineare Blockcodes (z.B. Hamming-Code, BCH-Codes, RS-Codes)</li> <li>◦ Faltungscodes, Viterbi-Decodierung</li> <li>◦ Praktische Anwendungen</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kenntnisse über die Funktionsweise und Anwendungsmöglichkeiten der Kanalcodierung</li> <li>◦ Aufbau von kleinen Simulationsumgebungen unter Matlab</li> <li>◦ Umsetzung von Algorithmen zur Codierung und Decodierung in der Simulationsumgebung Matlab</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Nachrichtentechnik - Grundkenntnisse. Absolvierte Module: keine	
<i>Unterlagen und Materialien:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Powerpoint-Präsentation steht als Manuskript zur Verfügung.</li> <li>- Bossert, M.: Kanalcodierung. Stuttgart: Teubner, 1998, ISBN: 3519161435</li> <li>- Friedrichs, B.: Kanalcodierung - Grundlagen und Anwendungen in Kommunikationssystemen. Berlin: Springer, 1995, ISBN: 3540593535</li> <li>- Lin, S., Costello, D.: Error Control Coding. Pearson Prentice-Hall, 2004, ISBN: 0-13-017973-6</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vorlesung mit Tafelbild und Powerpoint-Unterstützung</li> <li>◦ Eigenständiges Lösen von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und Programmierung einer Simulationsumgebung mit Matlab</li> <li>◦ Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien</li> </ul>	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übungen	14 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterialien	28 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	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 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

**IEF 080 Theoretische Elektrotechnik 2**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Theoretische Elektrotechnik 2
Modulnummer	IEF 080
Modulverantwortlicher	Professur Theoretische Elektrotechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Theoretische Elektrotechnik 2
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Laborpraktikum 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik; das Modul ist im Studiengang die erste Begegnung mit dieser Materie, es bestehen wahlobligatorische Möglich- keiten zur Vertiefung.
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissen- schaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<p><i>Lehrinhalte:</i> Das Modul führt grundlegend in numerische Methoden zur Computersimulation elektromagnetischer Felder und Wellen ein. Das Modul baut auf dem Modul Theoretische Elektrotechnik 1 auf. Es vermittelt grundlegende Methoden und Ideen der numerischen Berechnung elektromagnetischer Felder. Dabei werden vorhandene Parallelen zu den analytischen Lösungsmethoden aufgezeigt und diese nochmals vertieft.</p>	
<p><i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Der Studierende lernt die fachlichen Grundlagen zu den wichtigsten numerischen Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder und Wellen. Der Studierende erarbeitet sich die Kompetenz, geeignete kommerzielle Programme zur Lösung von komplexen Designaufgaben auszuwählen, Vorteile und Grenzen der zugrunde liegenden Methoden dabei zu beachten. Das Modul unterstützt den Studierenden bei der Entwicklung von Teamfähigkeit und der Beherrschung von Präsentationstechniken.</p>	
<p><i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Mathematische Kenntnisse über gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Kenntnisse der Lösungsmethoden der Maxwell'schen Gleichungen und der daraus abgeleiteten Differentialgleichungen (Poisson-Gleichung, Diffusionsgleichung, Wellengleichung,...). Absolvierte Module: Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematik-Vorlesungen des Grundstudiums, Theoretische Elektrotechnik 1.</p>	
<p><i>Literaturempfehlungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- U. van Rienen: Numerical Methods in Computational Electrodynamics. ISBN 3-540-67629-5</li> <li>- J. Fetzer, M. Haas, S. Kurz: Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder. ISBN 3-8169-2012-8</li> <li>- Taflove, S.C. Hagness: Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. ISBN 1-58053-832-0</li> <li>- D.B. Davidson, D. Davidson: Computational Electromagnetics for RF and Microwave Engineering. ISBN 0-521-83859-2</li> </ul>	
<p><i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Vorlesung: Folien- und Videopräsentation kombiniert mit Tafelanschrieb Übung: Gemeinsames Arbeiten im Rechnerpool, selbstständige Bearbeitung von Simulationsaufgaben, elektronische Präsentation von Simulationsergebnissen (teils im Team); Skriptum im Web; Diskussion in den Übungen; Selbststudium von Lehrmaterial; Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien</p>	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übung	14 Std.
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung	20 Std.
	Vor- und Nachbereitung Übung	10 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	18 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	Bearbeitung einer Simulationsaufgabe und Präsentation der Ergebnisse
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Mündliche Prüfung von 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine



**IEF 166 Advanced Control**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Advanced Control
Modulnummer	IEF 166
Modulverantwortlicher	Institut für Automatisierungstechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Advanced Control
Sprache	englisch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul bildet einen Abschluss auf dem Gebiet der Regelungstechnik, keine Weiterführung, Nutzung in anwendungsorientierten Vorlesungen.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Es wird eine Sicht über verschiedene Gebiete der modernen Regelungstechnik gegeben. Die Wichtung der unten aufgeführten Lehrinhalte wird in Abstimmung mit den Hörern vorgenommen.	
<i>Inhalte:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Nichtlineare Regelungen (Beschreibungsfunktion, Lyapunov-Theorie)</li> <li>◦ Optimale Regelungen (Maximumprinzip, Dynamische Programmierung, zeitoptimale Regelung, LQG-Regelung, Tools)</li> <li>◦ Adaptive Regelungen (Gain Scheduling, Optimalwert-Regler, Modelladaptive Regelungen, Self-Tuning)</li> <li>◦ Robuste Regelungen (Modellierung von Unsicherheit, Hinf-Regelung)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Der Teilnehmer soll erste Vorstellungen über verschiedene Gebiete der modernen Regelungstechnik entwickeln und die aktuelle Literatur dazu auswerten können. Auf dieser Basis soll er den Aufwand für die Anwendung solcher Konzepte abschätzen lernen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Englischkenntnisse auf dem Niveau Unicert 2 Absolvierte Module: keine	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Vortrag an Tafel, Folien, Powerpoint Präsentation, Diskussion und Beispielrechnungen in den Übungen, Unterstützung mit Matlab, Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übungen	14 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterialien	48 Std.
	Prüfung	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

**IEF 169 Applied Information Theory**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Applied Information Theory
Modulnummer	IEF 169
Modulverantwortlicher	Professur für Nachrichtentechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Applied Information Theory
Sprache	englisch, Prüfung auf Antrag in deutscher Sprache
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissen- schaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Das Modul „Applied Information Theory“ vermittelt aktuelle informationstheoretische Grundlagen und deren praktische Umsetzung in modernen nachrichtentechnischen Systemen. Ohne diese hier behandelten Verfahren wären die heute weit verbreiteten Kommunikationssysteme nicht realisierbar.	
<i>Inhalte:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Informationstheorie (Überblick)</li> <li>◦ Codierte Modulation (TCM nach Ungerböck, Multilevel-Codes nach Imai, Bit-Interleaved Coded Modulation)</li> <li>◦ Verkettete Codes und LDPC-Codes</li> <li>◦ Turbo-Detektion (Turbo-Decodierung, EXIT-Chart Analyse, Erweiterung des Turbo-Prinzips auf allgemeine verkettete Systeme)</li> <li>◦ Aktuelle Entwicklungen und Trends</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fähigkeit, informationstheoretische Ergebnisse auf praktische Kommunikationssysteme anzuwenden</li> <li>◦ Erwerb von Kenntnissen über aktuelle Kanalcodierungsverfahren in der Kommunikationstechnik</li> <li>◦ Umsetzung von Algorithmen zur Codierung, Decodierung bzw. Detektion in Matlab</li> </ul>	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Die vorherige Teilnahme an den Modulen Nachrichtentechnik und Kanalcodierung ist empfehlenswert. Absolvierte Module: keine	
<i>Unterlagen und Materialien:</i> Die Powerpoint-Präsentation steht als Manuskript zur Verfügung. Aktuelle Literatur wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Vortrag mit Powerpoint-Präsentation und Tafelnutzung</li> <li>◦ Übungsaufgaben werden vorwiegend durch eigenständige Matlab-Programmierung in kleinen Gruppen gelöst</li> <li>◦ Diskussion in den Übungen</li> <li>◦ Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien</li> </ul>	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übungen	14 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen	18 Std.
	Selbststudium	10 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	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 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## IEF 173 Ausgewählte Kapitel der digitalen Signalverarbeitung

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Ausgewählte Kapitel der digitalen Signalverarbeitung
Modulnummer	IEF 173
Modulverantwortlicher	Professur Signaltheorie und digitale Signalverarbeitung
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Ausgewählte Kapitel der digitalen Signalverarbeitung
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik; Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Als Weiterführung und Vertiefung kann das Modul "Image and Video Coding" dienen.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<p><b>Lehrinhalte:</b> Das Modul behandelt verschiedene Themenkomplexe der fortgeschrittenen digitalen Signalverarbeitung. Ein wichtiges Teilgebiet sind Verfahren zur Verarbeitung instationärer zufälliger Signale. Die vorgestellten Signalverarbeitungsprinzipien dienen der Informationsgewinnung aus gestörten Mess- und Nachrichtensignalen und sind somit für verschiedene Einsatzgebiete (Spektralanalyse, Rauschunterdrückung, Echosignalverarbeitung, Datenkompression, etc.) von Bedeutung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Signale und Signalmräume, Signaltransformationen; Parametrische Signalmodellierung und Spektralschätzung</li> <li>◦ Kurzzeit-Fouriertransformation, Ambiguity-Funktion, Wigner-Ville-Spektrum; Multiratensignalverarbeitung</li> <li>◦ Wavelets und Filterbänke: Grundlagen und Anwendung</li> <li>◦ Echosignalverarbeitung, Schätzung der Entfernung und Geschwindigkeit von Objekten</li> <li>◦ Prinzipien der Optimalfilterung und Rauschunterdrückung; Adaptive Digitale Filter</li> </ul>	
<p><b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kennenlernen moderner Verfahren zur digitalen Signalverarbeitung in nachrichten- und messtechnischen Systemen</li> <li>◦ Erwerb von Kenntnissen über relevante Signaltransformationen für Anwendungen wie Datenkompression, Rauschunterdrückung, Bildverarbeitung</li> <li>◦ Erwerb der Fähigkeit zur Analyse instationärer Zufallssignale für praxisrelevante Anwendungen</li> </ul>	
<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie und der zeitdiskreten Signalverarbeitung sollten vorhanden sein. Absolvierte Module: keine</p> <p><b>Literaturempfehlungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fliege, N.: Multiratensignalverarbeitung, Teubner-Verlag, 1993</li> <li>- Oppenheim, A. V.; Schaffer, R. W.; Buck, J.R.: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson Studium, 2004</li> <li>- Ingle, V. K.; Proakis, J. G.: Digital Signal Processing using MATLAB, Brooks/Cole Publishing Company, 2000</li> <li>- Mertins, A.: Signaltheorie, Teubner-Verlag, 1996</li> <li>- Bäni, W.: Wavelets. Eine Einführung für Ingenieure, Oldenbourg-Verlag, 2002</li> <li>- Qian, S., Chen, D.: Joint Time-Frequency Analysis, Methods and Applications, Prentice Hall, 1996</li> <li>- Vaseghi, S.V.: Advanced Signal Processing and Digital Noise Reduction, Teubner Verlag, 1996</li> <li>- Kammeyer, K.-D.; Kroschel, K.: Digitale Signalverarbeitung. Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB-Übungen, 6. Auflage, Teubner-Verlag, 2006</li> </ul>	
<p><b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b> Vortrag nach Powerpoint-Präsentation und Tafelnutzung; Lösen von Übungsaufgaben mit MATLAB/Simulink und Diskussion in den Übungsstunden; Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien</p>	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übung	14 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterialien	28 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	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

## IEF 178 Computational Electromagnetism and Thermodynamics

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Computational Electromagnetics and Thermodynamics
Modulnummer	IEF 178
Modulverantwortlicher	Professur Theoretische Elektrotechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Computational Electromagnetics and Thermodynamics
Sprache	englisch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik; Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Das Modul kann in alle technisch, mathematisch oder naturwissen- schaftlich orientierten Studienrichtungen integriert werden. Das Modul ist Voraussetzung für das Projektseminar "Computational Electromagnetism" und das Seminar "Advances in Computational Elec- tromagnetism".
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i> Das Modul vermittelt grundlegende Methoden und Ideen der numerischen Berechnung elektromagnetischer und thermodynamischer Felder. ° Finite Integrationstechnik (FIT); Finite Volumen Methoden (FVM); Boundary Element Methods (BEM)	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Der Studierende erlernt die fachlichen Grundlagen zu den wichtigsten numerischen Methoden für die Computersimulation elektromagnetischer Felder und Wellen sowie thermodynamischer Felder. Der Studierende erarbeitet sich Methodenkompetenz zu verschiedenen numerischen Verfahren, insbesondere der Finiten Integrationstechnik, Finiter Volumenmethoden und Randelementmethoden sowie Kompetenz in der Anwendung dieser Methoden.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Englischkenntnisse auf dem Niveau Unicert 2 Mathematische Kenntnisse über gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Kenntnisse der Lösungsverfahren der Maxwellschen Gleichungen und der daraus abgeleiteten Differentialgleichungen (Poisson-Gleichung, Diffusionsgleichung, Wellengleichung,...). Absolvierte Module: keine <i>Literaturempfehlungen:</i> - U. van Rienen: Numerical Methods in Computational Electrodynamics. ISBN 3-540-67629-5 - J. Fetzer, M. Haas, S. Kurz: Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder. ISBN 3-8169-2012-8 - Taflove, S.C. Hagness: Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. ISBN 1-58053-832-0 - D.B. Davidson, D. Davidson: Computational Electromagnetics for RF and Microwave Engineering. ISBN 0-521-83859-2	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Vorlesung: Folien- und Videopräsentation kombiniert mit Tafelanschrieb. Übung: Gemeinsames Arbeiten im Rechnerpool; selbstständige Bearbeitung von Simulationsaufgaben, elektronische Präsentation von Simulationsergebnissen (teils im Team); Skriptum im Web; Diskussionen in den Übungen; Selbststudium von Lehrmaterial; Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übung	28 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Vorlesung	42 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Übung	56 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	26 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Präsentation gelöster Simulationsaufgaben in den Übungsveranstaltungen
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Klausur von 120 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**IEF 184 Finite-Elemente-Methoden**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Finite-Elemente-Methoden
Modulnummer	IEF 184
Modulverantwortlicher	Professur Gerätesysteme und Mikrosystemtechnik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Finite-Elemente-Methoden
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Pflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik; Grundlagenmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Keine
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Im Modul werden Kenntnisse über Finite-Elemente-Methoden vermittelt und deren programmtechnische Umsetzung in Visual C++ trainiert.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Computer-aided engineering (Ingenieurwissenschaftliche Berechnungen)</li> <li>◦ Solution of motion equation in kinetic systems (Lösung von Bewegungsgleichungen in kinetischen Systemen)</li> <li>◦ Solution of nonlinear equations - Newtons procedure (Lösung nichtlinearer Gleichungen - Newtonsches Verfahren)</li> <li>◦ Iterative solution of the Laplace-equation with Gauß-Seidel-Iteration and over-relaxation</li> <li>◦ Current density field (Stromdichtefeld)</li> </ul>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Studierenden werden in die Lage versetzt, technische Aufgabenstellungen mathematisch zu beschreiben, die Bewegungsgleichungen aufzustellen und mit den Methoden der Finiten Elemente an Beispielen zu lösen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Grundkenntnisse in Physik werden erwartet Absolvierte Module: keine	
<i>Literaturempfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finite Elements for Electrical Engineers by Peter P. Silvester, Ronald L. Ferrari Publisher: Cambridge University Press; 3rd edition (September 5, 1996), ISBN: 0521449537</li> </ul>	
<i>Ergänzende Empfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- The Finite Element Method in Electromagnetics by Jianming, Jin Publisher: Cambridge University Press; 3rd edition, ISBN: 0521449537</li> <li>- Introduction to the Finite Element Method by J. N. Reddy Publisher: McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 2nd edition, ISBN: 0070513554</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> 1 SWS Vorlesung: Selbständiges Nacharbeiten der Vorlesungsmitschrift und Studium der angegebenen Literatur. 1 SWS Übung: Programmierung in C++ und Diskussion in den Übungen, Selbststudium	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	15 Std.
	Übung am PC	15 Std.
	Vor- und Nachbereitung am PC	25 Std.
	Selbststudium	20 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	15 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>90 Std.</b>
Leistungspunkte	3	

<b>5. Prüfungsmodalitäten</b>	
Prüfungsvorleistungen	Keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Prüfungsklausur von 60 min; Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Keine

## IEF 210 Zuverlässigkeit und Testbarkeit elektronischer Systeme

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Zuverlässigkeit und Testbarkeit elektronischer Systeme
Modulnummer	IEF 210
Modulverantwortlicher	Professur Zuverlässigkeit und Testbarkeit elektronischer Systeme
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Zuverlässigkeit und Testbarkeit elektronischer Systeme
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Elektrotechnik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Pflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Elektrotechnik; Vertiefungsmodul
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Vertiefung durch Teilnahme an Forschungsseminaren des Instituts für Nachrichtentechnik
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<b>Lehrinhalte:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen und Begriffe der Datenkompression</li> <li>◦ Datenreduktionsverfahren</li> <li>◦ Codierungsmethoden: Entropiecodierung, Präcodierung</li> <li>◦ Visuelle Wahrnehmung, Farbräume</li> <li>◦ Dekorrelationstechniken: Prädiktion, Transformationen, Filterbänke</li> <li>◦ Videocodierung</li> <li>◦ Standards zur Bild- und Videocodierung</li> </ul>	
<b>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</b>	
Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Grundlagen der Datenkompression zu verstehen und die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Bild- und Videocodierung sowie deren Praxisrelevanz zu beurteilen. Sie lernen klassische und aktuelle Standards zur Bild- und Videocodierung sowie deren Einsatzgebiete kennen.	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</b> Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung.	
<b>Literaturempfehlungen:</b>	
- Birolini: Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen. Springer Verlag 1997	
<b>Ergänzende Empfehlungen:</b>	
- Becker, Gottschalk, Ulbricht: Qualität und Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente und Geräte bestimmen, voraussagen und sichern. Expert Verlag 2006	
- Eigler: Zuverlässigkeit von Elektronik- und Mikrosystemen. Zusammenhang mit Physik, Chemie und Metallkunde. Expert Verlag 2003	
- Rinne, Mittag: Statistische Methoden der Qualitätssicherung. Carl Hanser Verlag 1991	
<b>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</b>	
Vorlesung, Diskussion in den Übungen, Anschauungs- Übungen im Zuverlässigkeitslabor, Selbststudium von Lehrmaterial, Selbststudium der angegebenen Literatur und Materialien	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Vorlesungspräsenz	28 Std.
	Übungen	28 Std.
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung/Übung	55 Std.
	Selbststudium von Literatur und Lehrmaterial	60 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	9 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

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

# Maschinenbau

## MSF 3 007 Betriebsfestigkeit

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Betriebsfestigkeit
Modulnummer	MSF 3 007
Modulverantwortlicher	Professur Strukturmechanik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Seminar: Betriebsfestigkeit NN und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Seminar 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Empfohlen für Studierende, die im Bachelorstudiengang die Vorlesung „Strukturmechanik und FEM 1“ gehört haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<p><i>Lehrinhalte:</i> 1. Einleitung 2. Belastungs- und Beanspruchungs-Zeit-Funktionen, Zählverfahren und Kollektive 3. Werkstoffkennwerte und Kennfunktionen bei schwingender Belastung 4. Konzepte der Lebensdauerberechnung, wie Nennspannungskonzepte, Strukturspannungsnachweis, Örtliche Konzepte oder Kerbgrundbeanspruchungskonzepte, 5. Praktische Übungen mit problemspezifischer Software anhand ausgewählter Aufgaben sowie experimentellen Verfahren</p>	
<p><i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Lehrveranstaltung soll die Grundlagen der Festigkeits- und Lebensdauerberechnungen bei zyklisch beanspruchten Bauteilen vermitteln. Dadurch werden die Studierenden in die Lage versetzt, mit ingenieurmäßigen Methoden der Bauteilauslegung technische Produkte und Bauteile auszuliegen.</p>	
<p><i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Technische Mechanik – Festigkeitslehre, Strukturmechanik und FEM 1</p>	
<p><i>Literatur:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Springer-Verlag, Berlin, 2008</li> <li>- Gudehus, H., Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsberechnung, Stahleisen-Verlag, Düsseldorf, 1999</li> <li>- Richard, H.A.; Sander, M.: Ermüdungsrisse – Erkennen, sicher beurteilen und vermeiden, Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009</li> </ul>	
<p><i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Lehrendenvortrag, Hörsaalübung, Rechnerübung, Laborübung</p>	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	42 Std.
	Vor- und Nachbereitung	40 Std.
	Selbststudium	58 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

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

## MSF 3 012 Dynamik von Mehrkörpersystemen

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Dynamik von Mehrkörpersystemen
Modulnummer	MSF 3 012
Modulverantwortlicher	Professur Technische Mechanik/Dynamik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Dynamik von Mehrkörpersystemen Prof. Woernle und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<p><i>Lehrinhalte:</i> 1. Einführung: Modelle in der Technischen Dynamik            2. Grundlagen der Vektorrechnung            3. Grundlagen der Kinematik            4. Grundlagen der Dynamik: Impuls, Drall, Massengeometrie, Impuls- und Drallsatz, kinetische Energie, Rotoren, Kreiselphänomene            5. Bindungen in mechanischen Systemen            6. Aufbau von MKS: Bindungen und Kräfte an Gelenken            7. Offener MKS: Bindungen, Bewegungsgleichungen            8. Geschlossene MKS: Schließbedingungen, Bewegungsgleichungen            9. Linearisierte Bewegungsgleichungen            10. Numerische Verfahren, MKS-Simulationsprogramme            Übungsaufgaben werden mit Hilfe des MKS-Simulationsprogramms ADAMS gelöst.</p>	
<p><i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Studierenden werden befähigt, für mechanische Systeme aufgabenspezifische Modelle nach der Methode der Mehrkörpersysteme aufzubauen, Simulationen mit Hilfe gängiger Softwarewerkzeuge durchzuführen und Simulationsergebnisse physikalisch zu interpretieren.</p>	
<p><i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>            Kenntnisse entsprechend der Module Technische Mechanik, Maschinendynamik; Absolvierte Module: keine</p>	
<p><i>Literaturempfehlungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- C. Woernle: Manuskript : <a href="http://iamserver.fms.uni-rostock.de/studium/">http://iamserver.fms.uni-rostock.de/studium/</a></li> <li>- Schiehlen, W.; Eberhard, P.: Technische Dynamik. Teubner 2004.</li> <li>- Shabana, A.: Dynamics of Multibody Systems. John Wiley, 1989.</li> <li>- Nikravesh, P.: Computer-Aided Analysis of Mechanical Systems.</li> <li>- Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988.</li> </ul>	
<p><i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>            Lehrendenvortrag, Rechnerübung</p>	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Kontaktzeiten	40 Std.
	Selbststudium	54 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

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



**MSF 3 055 Numerische Fluidmechanik**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Numerische Fluidmechanik
Modulnummer	MSF 3 055
Modulverantwortlicher	Professur Strömungsmechanik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Dynamik von Mehrkörpersystemen Prof. Leder und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Empfohlen für Studierende der Fachrichtung Maschinenbau und Biome- dizinische Technik, sowie für strömungstechnisch interessierte Studie- rende aus ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fächern.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> 1. Methodik zur numerischen Simulation von Strömungen 2. Numerische Berechnung laminare und reibungsfreier Körperumströmungen: Struktur eines Panelverfahrens; Berechnung von Druckverteilungen an Zylindern elliptischen Querschnitts und NACA-Tragflügelprofilen; 3. Numerische Lösungen der Navier-Stokes Gleichungen: Finite-Differenzen- und Finite-Volumen-Verfahren; Numerische Lösung parabolischer Differentialgleichungen zur Ermittlung von Grenzschichtdicken und Wand-schubspannungen; Numerische Lösung elliptischer Differentialgleichungen zur Ermittlung von Strömungsablö-sungen 4. Turbulente Strömungen: Transition; Stabilität laminarer Strömungen; Reynoldsgleichungen und Reynoldsspan-nungen; Turbulenzmodelle: algebraische und Mehrgleichungs-Modelle; In der dazugehörigen Übung (2 SWS) werden Übungsaufgaben und numerische Praktika zu den in der Vorlesung besprochenen Themenkomplexen bearbeitet.	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Vorlesung liefert das Verständnis über die Funktionsweise numerischer Methoden im Rahmen der Strömungstechnik. Die erlernten Kenntnisse sollen den Hörer befähigen, die numerische Simulation wissenschaftlich auf strömungstechnische Problemstellungen anzuwenden.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Vorlesung Strömungsphysik oder Grundlagen strömungstechnischer Entwurfsverfahren	
<i>Literaturempfehlungen:</i> - M. Peric; J.H. Ferziger: Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer Verlag, 3. Auflage, 2002 - Open Foam Tutorial	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Lehrendenvortrag, Rechnerübung	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Kontaktzeiten	14 Std.
	Selbststudium	80 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 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 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

### MSF 3 057 Optimierungsmethoden in der Mechatronik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Optimierungsmethoden in der Mechatronik
Modulnummer	MSF 3 057
Modulverantwortlicher	Professur Mechatronik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Optimierungsmethoden in der Mechatronik Prof. Aschemann und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundbegriffe der Optimierung</li> <li>2. Numerische Optimierung: lokale und globale Verfahren</li> <li>3. Numerische Optimierung mit Nebenbedingungen</li> <li>4. Dynamische Programmierung nach Bellmann</li> <li>5. Das Maximumprinzip von Pontrjagin</li> <li>6. Zeitoptimale lineare Systeme</li> <li>7. Optimalregelung nichtlinearer Systeme</li> </ol>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Studierenden werden befähigt, Optimierungsmethoden zur Parameteridentifikation und zum Entwurf optimaler Steuerungen und Regelungen auf mechatronische Problemstellungen anzuwenden und hierzu gängige Softwarewerkzeuge (Matlab/Simulink) einzusetzen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
<i>Literaturempfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aschemann, H.: Optimierungsmethoden in der Mechatronik. Skript zur Vorlesung, 2008</li> <li>- Anderson, B. D. O.; Moore, J. B.: Linear Optimal Control. Prentice Hall, New Jersey, 1971</li> <li>- Feldbaum, A. A.: Optimal Control Systems. Academic Press, New York, 1965</li> <li>- Föllinger, O.: Optimierung dynamischer Systeme. – Eine Einführung für Ingenieure. Oldenbourg-Verlag, München, 1985</li> <li>- Papageorgiou, M.: Optimierung. Statische, dynamische, stochastische Verfahren. 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, 2008</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Lehrendenvortrag, Rechnerübung, Gruppenarbeit, Hörsaalübung, Laborpraktik	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Kontaktzeiten	24 Std.
	Selbststudium	60 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

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

### MSF 3 062 Regelungsorientierte Modellbildung in der Mechatronik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	Regelungsorientierte Modellbildung in der Mechatronik
Modulnummer	MSF 3 062
Modulverantwortlicher	Professur Mechatronik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Regelungsorientierte Modellbildung in der Mechatronik Professor Aschemann und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundbegriffe der Modellierung</li> <li>2. Physikalische Modellbildung komplexer technischer Systeme</li> <li>3. Verfahren zur Modellvereinfachung und Modellreduktion</li> <li>4. Experimentelle Modellvalidierung</li> <li>5. Identifikation unbekannter Systemparameter</li> </ol>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Studierenden werden befähigt, moderne physikalische und experimentelle Modellbildungsmethoden auf mechatronische Problemstellungen anzuwenden und hierzu gängige Softwarewerkzeuge (Matlab/Simulink) einzusetzen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Vorlesung Strömungsphysik oder Grundlagen strömungstechnischer Entwurfsverfahren	
<i>Literaturempfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isermann, R.: Mechatronische Systeme. Grundlagen. 2. Aufl., Springer-Verlag, 2007</li> <li>- Heimann, B., Gerth, W., Popp, K.: Mechatronik – Komponenten, Methoden, Beispiele. 3. Aufl., Hanser-Verlag, 2007</li> <li>- Ulbrich, H.: Maschinendynamik. Teubner-Verlag, 1996</li> <li>- Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme 1. Springer-Verlag, 1992</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i> Lehrendenvortrag, Rechnerübung, Gruppenarbeit, Hörsaalübung, Laborpraktik	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Kontaktzeiten	24 Std.
	Selbststudium	60 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	40 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Übungsaufgaben
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Klausur von 90 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Arbeitsblattsammlung, Mathematisches Nachschlagewerk, Taschenrechner

**MSF 3 074 Strukturmechanik und FEM 2**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Strukturmechanik und FEM 2
Modulnummer	MSF 3 074
Modulverantwortlicher	Professur Strukturmechanik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Strukturmechanik und FEM 2 NN und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	Empfohlen für Studierende, die im Bachelorstudiengang die Vorlesung „Strukturmechanik und FEM 1“ gehört haben.
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>FE- Bewegungsgleichungen für den linear-elastischen 3D-Körper: statisches Problem, freie Schwingungen, erzwungene Schwingungen mit harmonischer Erregung, räumliche Rahmentragwerke;</li> <li>Grundzüge der Finite-Elemente-Methode für Struktur- und Feldprobleme: Isoparametrisches Konzept, Konvergenzbedingungen, Ergebnisbewertung;</li> <li>Finite Rechenmodelle für biegesteife Flächentragwerke: Plattentheorie nach Kirchhoff und Mindlin, FE-Bewegungsgleichungen, Elementformulierungen;</li> <li>Lineare Beulstabilität und Spannungsprobleme von Platten: Karman-Gleichung der Platte, FE-Formulierung des Randeigenwertproblems;</li> <li>FEM für ausgewählte stationäre Feldprobleme: schwache Form des Randwertproblems, Diskretisierung, stationäre Wärmeleitung;</li> <li>Praktische Übungen mit problemspezifischer Software anhand ausgewählter Feldprobleme.</li> </ol>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i>	
Die Studierenden werden befähigt, Rand- und Anfangswertprobleme der angewandten Festkörpermechanik näherungsweise mit dem Schwerpunkt „Finite-Elemente-Methode“ zu lösen.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i>	
Technische Mechanik – Festigkeitslehre, Strukturmechanik und FEM 1	
<i>Literaturempfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altenbach, H.; Altenbach, J.; Naumenko, K.: Ebene Flächentragwerke. Berlin: Springer-Verlag, 1998.</li> <li>- Knothe, K.; Wessels, H.: Finite Elemente: eine Einführung für Ingenieure. Berlin: Springer-Verlag 1999.</li> <li>- Bathe, K.J.: Finite-Elemente-Methoden. Berlin: Springer-Verlag 2001.</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Lehrendenvortrag, Rechnerübung	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung	30 Std.
	Selbststudium	64 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 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 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

**MSF 3 076 Technische Schwingungslehre**

<b>1. Allgemeine Angaben</b>	
Modulbezeichnung	Technische Schwingungslehre
Modulnummer	MSF 3 076
Modulverantwortlicher	Professur Technische Mechanik/Dynamik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung und Übung: Optimierungsmethoden in der Mechatronik Prof. Woernle und Mitarbeiter
Sprache	deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

<b>2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung</b>	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengang Mathematik Masterstudiengang Maschinenbau
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Sommersemester

<b>3. Modulfunktion</b>	
<i>Lehrinhalte:</i> Dämpfung und Schwingungstilgung	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aufgabenstellungen der Technischen Schwingungslehre</li> <li>2. Schwingungen eindimensionaler Kontinua; Bewegungsgleichungen</li> <li>3. Finite-Elemente-Modelle: Bewegungsgleichungen, Lösungen, Genauigkeitsabschätzungen</li> <li>4. Lineare Schwingungssysteme mit Dämpfung, gyroskopischen Kräften, zirkulatorischen Kräften</li> <li>5. Identifikationsverfahren und experimentelle Modalanalyse</li> <li>6. Nichtlineare Schwingungen mit einem Freiheitsgrad: Freie, selbsterregte, parametererregte, erzwungene Schwingungen</li> </ol>	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Die Studierenden werden befähigt, für die Analyse von Schwingungen in Maschinen und Fahrzeugen aufgaben-spezifische Berechnungsmodelle zu erstellen, Schwingungsphänomene physikalisch zu interpretieren und die dynamischen Parameter experimentell zu ermitteln.	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Kenntnisse entsprechend der Module Technische Mechanik, Maschinendynamik, Numerische Methoden der Dynamik; Absolvierte Module: keine	
<i>Literaturempfehlungen:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasch, R.: Knothe, K.: Strukturdynamik, Band 2: Kontinua und ihre Diskretisierung. Springer-Verlag 1989</li> <li>- Irretier, H.: Grundlagen der Schwingungstechnik 2. Vieweg 2001.</li> <li>- Magnus, K.: Popp, K.: Schwingungen. Teubner 2005</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Lehrendenvortrag, Hörsaalübung	

<b>4. Aufwand und Wertigkeit</b>		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Kontaktzeiten	14 Std.
	Selbststudium	80 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 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 30 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	keine

## MSF 3 102 Molekulare Thermodynamik

1. Allgemeine Angaben	
Modulbezeichnung	<b>Molekulare Thermodynamik</b>
Modulnummer	MSF 3 102
Modulverantwortlicher	Professur Technische Thermodynamik
Lehrveranstaltungen Dozentinnen/Dozenten	Vorlesung, Übung und Praktikum Computerlabor Prof. Hassel und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Präsenzlehre	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Master-Studiengang Mathematik/Technomathematik Master-Studiengang Maschinenbau Master-Studiengang Biomedizinische Technik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe/ Lage im Studienplan	Wahlpflichtmodul für die Studienrichtung Technomathematik, Spezialisierung Maschinenbau
Zuordnung zu fachlichen Teilgebieten/ Beziehung zu Folgemodulen	
Dauer/Angebotsturnus	1 Semester; jedes Wintersemester

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i>	
1. Einführung in Statistische Thermodynamik und Grundbegriffe der Quantenmechanik (Ensembles, Zustandssumme, Entropie, Schrödinger-Gleichung) 2. Molekulare Simulation: Molekulardynamik und Monte-Carlo-Techniken 3. Computersimulation (Periodische Randbedingungen, Minimum Image Convention, Abschneideradius und Abschneidekorrektur, numerische Lösungsverfahren, Metropolis-Algorithmus) 4. Erstellung der Zustandsgleichungen aus molekularen Simulationen	
<i>Lern- und Qualifikationsziele (Kompetenzen):</i> Diskontinuierliche Betrachtungsweise von Phasen; Verständnis der Zusammenhänge zwischen mikroskopischen und makroskopischen Größen und Phänomenen; Verwendung/Entwicklung von molekularen Modellen zur Beschreibung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen; sicheres Umgehen mit numerischen Methoden zur molekularen Simulation	
<i>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</i> Kenntnisse aus dem Modul Technische Thermodynamik	
Literaturempfehlungen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haberlandt, R.; Fritzsche, S.; Peinel, G.; Heinzinger, K. Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, 1995</li> <li>• Rapaport, D.C. The art of molecular dynamics simulation, Cambridge University Press, 1998</li> <li>• Allen, M.P.; Tildesley, D.J. Computer simulation of liquids, Clarendon Press Oxford, 1996</li> <li>• Frenkel, D.; Smith, B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications, AP San Diego, 1996</li> <li>• Sadus, R.J. Molecular simulation of fluids: theory, algorithms and object-orientation, Elsevier Amsterdam, 2002</li> <li>• Chapman, S.J. Fortran 95/2003 for Scientists and Engineers, McGraw-Hill Companies, Inc., 2008</li> </ul>	
<i>Lehr- und Lernformen (incl. Medienformen):</i>	
Lehrendenvortrag, Hörsaalübung, Rechnerübung, Laborübung	

4. Aufwand und Wertigkeit		
Arbeitsaufwand für den Studierenden	Präsenzveranstaltungen	56 Std.
	Vor- und Nachbereitung der Kontaktzeiten	30 Std.
	Selbststudium	64 Std.
	Prüfungsvorbereitung und Prüfung	30 Std.
	<b>Gesamtarbeitsaufwand</b>	<b>180 Std.</b>
Leistungspunkte	6	

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	Erfolgreiche Teilnahme an Übungen und Praktikum
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Klausur von 90 min Prüfungszeitraum des jeweiligen Semesters
Zugelassene Hilfsmittel	Maximal 4 A4-Seiten handgeschriebene Formelsammlung, ausgegebene Molekulare Thermodynamik-Formelsammlung, Taschenrechner

# Praktika

## P-202 Betriebspraktikum

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

2. Angaben zur Lokalisierung und Schnittstellenbestimmung	
Zuordnung zu Studienrichtung/ Teilnehmerkreis	Masterstudiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik
Zuordnung zu Kategorie/Niveaustufe Lage im Studienplan	Pflichtmodul für den Masterstudiengang Mathematik, Studienrichtung Technomathematik
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

3. Modulfunktion	
<i>Lehrinhalte:</i> Je nach Ausrichtung des Praktikumsbetriebes erwirbt der Studierende Kenntnisse über Anwendungen der Mathematik 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	

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

5. Prüfungsmodalitäten	
Prüfungsvorleistungen	keine
Art und Umfang der Prüfung; Regelprüfungstermin	Anfertigung eines schriftlichen Praktikumsberichts im Umfang von 10–20 Seiten. Prüfungszeitraum 4. Fachsemester
Zugelassene Hilfsmittel	entfällt