

# Modulhandbuch Mathematik

Studienmodule der Bachelor- und Master of Science-  
Studiengänge Mathematik



JOHANNES GUTENBERG  
UNIVERSITÄT MAINZ

# Inhaltsverzeichnis

<b>Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Bachelor of Science Mathematik</b>	<b>4</b>
Lineare Algebra und Geometrie 1 .....	4
Lineare Algebra und Geometrie 2 .....	5
Wahlpflichtbereich Algebra .....	6
Analysis 1 .....	7
Analysis 2 .....	8
Analysis 3 .....	9
Einführung in die Programmierung .....	11
Grundlagen der Stochastik .....	12
Grundlagen der Numerik .....	13
Seminarmodul .....	13
Ergänzungsmodul .....	14
Betriebspraktikum .....	16
Tutorenschulung .....	16
<b>Aufbaumodule des Bachelor und Master of Science Mathematik</b>	<b>19</b>
Algebra 1 .....	20
Algebra 2 .....	21
Computeralgebra .....	22
Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen .....	23
Funktionentheorie .....	23
Topologie .....	24
Zahlentheorie .....	25
Einführung in die Funktionalanalysis .....	26
Elementare Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten .....	27
Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen .....	28
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen .....	29
Stochastik I .....	30
Datenstrukturen und Effiziente Algorithmen .....	31
<b>Ergänzungsmodule des Bachelor und Master of Science Mathematik</b>	<b>32</b>
Ergänzungsmodul Algebra .....	32
Ergänzungsmodul Analysis .....	33
Ergänzungsmodul Numerische Mathematik .....	34
Ergänzungsmodul Stochastik .....	35
Ergänzungsmodul Geometrie .....	36
Ergänzungsmodul Hauptseminarmodul .....	37
<b>Vertiefungsbereich des M.Sc.-Studiengangs</b>	<b>39</b>
Vertiefungszyklus Algebraische Geometrie .....	41
Vertiefungszyklus Algebraische Topologie .....	43
Vertiefungszyklus Algebraische Zahlentheorie .....	44
Vertiefungszyklus Funktionalanalysis .....	46
Vertiefungszyklus Partielle Differentialgleichungen .....	47
Vertiefungszyklus Differentialgeometrie .....	49
Vertiefungszyklus Stochastik .....	50
<b>Module im Nebenfach Geschichte des B.Sc.-Studiengangs</b>	<b>52</b>
<b>Module im Nebenfach Geschichte des M.Sc.-Studiengangs</b>	<b>53</b>



# Pflicht- und Wahlpflichtmodule des Bachelor of Science Mathematik

<b>Modul LAG1</b>	<b>Lineare Algebra und Geometrie 1</b>						[Modul-Kennnummer]
	[Linear Algebra and Geometry 1]						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	
Vorlesung	V	1	P	4	138	6	
Übung	Ü	1	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit -- besonders in den Übungen -- wird dringend empfohlen						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3, in der Regel semesterbegleitende Übungsaufgaben						
Studienleistung(en)	Klausur (120 Min.)						
Modulprüfung	-						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der elementaren Begriffe, Konzepte und Methoden der Linearen Algebra. Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende in diesem Bereich ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen, Begriffe, Aussagen und einfache Beweise wiedergeben.</li> <li>• mathematische Strukturen erkennen und benennen, und geeignete Notation verwenden.</li> <li>• Rechenverfahren routiniert durchführen und das Resultat durch Kontrollverfahren überprüfen.</li> <li>• bekannte Lösungsverfahren auf einfache Problemstellungen anwenden, und auf ähnliche Fragestellungen übertragen.</li> <li>• mathematische Hilfsmittel und Werkzeuge sachgerecht auswählen und flexibel einsetzen</li> </ul> <p>Durch <b>regelmäßige und aktive</b> Teilnahme an den Übungen werden noch überfachliche Kompetenzen geschult. Studierende können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge und Strukturen erkennen und Vermutungen zu mathematischen Situationen aufstellen, Beispiele oder Gegenbeispiele für mathematische Aussagen verstehen und finden, Fehler erkennen, beschreiben und korrigieren, die Plausibilität von Vermutungen begründen, Routineargumentationen wiedergeben, Begründungen nachvollziehen und zunehmend selbstständig entwickeln</li> <li>• Aufgaben gemeinsam bearbeiten und sich über die mathematischen Zusammenhänge in mathematischer Fachsprache präzise mündlich und schriftlich austauschen.</li> <li>• eigene Problembearbeitungen in mathematischer Fachsprache und Notation niederschreiben und präsentieren.</li> <li>• eigene Vorgehensweisen und Einsichten erläutern, Lösungswege anderer nachvollziehen und gemeinsam analysieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grundlegende mathematische Strukturen, Ausdrucks- und Schlussweisen:</b> naive Mengenlehre, Produkt, Abbildungen, Relationen, Zahlenbereiche, Gruppen, Körper, Polynomring, Aussagenlogik, Beweismethoden.</li> <li>• <b>Lineare Gleichungssysteme:</b> Struktur der Lösungsmengen, Gaußelimination, Matrizenkalkül,</li> <li>• <b>Grundbegriffe der Geometrie im 2- und 3-dimensionalen Anschauungsraum:</b> Abstand, Winkel, Skalarprodukt, Orthogonalität, Kreuzprodukt, Lineare Abbildungen, Drehung, Spiegelung</li> <li>• <b>Vektorräume und Lineare Abbildungen:</b> Lineare Unabhängigkeit, Basis und Dimension, Untervektorräume, (direkte) Summe und Quotientenvektorräume, Kern, Bild und Rang, Dimensionsformel, Matrixdarstellung linearer Abbildungen, Basiswechsel, inverse Abbildung</li> <li>• <b>Determinanten</b> Definition und Eigenschaften, Cramersche Regel</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	keine						

<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Teilnahme am mathematischen Vorkurs wird dringend empfohlen.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	<b>0%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	B. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben

<b>Modul LAG2</b>	<b>Lineare Algebra und Geometrie 2</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Linear Algebra and Geometry 2</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>9 LP = 270 h</b>						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	2	P	4	138	6	
Übung	Ü	2	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit -- besonders in den Übungen -- wird dringend empfohlen						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (30 Min), ansonsten Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der Begriffe, Konzepte und Methoden der Linearen Algebra. Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende in diesem Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen, Begriffe, Aussagen und einfache Beweise wiedergeben.</li> <li>• mathematische Strukturen erkennen und benennen, und geeignete Notation verwenden und entwickeln.</li> <li>• Rechenverfahren routiniert durchführen und das Resultat durch Kontrollverfahren überprüfen.</li> <li>• bekannte Lösungsverfahren auf Problemstellungen anwenden und auf ähnliche Fragestellungen übertragen.</li> <li>• mathematische Hilfsmittel und Werkzeuge sachgerecht auswählen und flexibel einsetzen</li> <li>• Lösungsstrategien zu Problemstellungen entwickeln und umsetzen, und heuristische Methoden zum Problemlösen anwenden</li> <li>• sicher und kritisch über die Themen der linearen Algebra in mathematischer Fachsprache präzise kommunizieren.</li> <li>• Begriffe und Methoden in Zusammenhang bringen und kritisch beleuchten.</li> <li>• die zentralen Strukturen und wichtigsten Sätze des Gebiets benennen und deren Beweise erläutern und zusammenfassen.</li> </ul> <p>Durch <b>regelmäßige und aktive</b> Teilnahme an den Übungen werden noch überfachliche Kompetenzen geschult. Studierende können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge und Strukturen erkennen und Vermutungen zu mathematischen Situationen aufstellen, Beispiele oder Gegenbeispiele für mathematische Aussagen finden, Fehler erkennen, beschreiben und korrigieren, die Plausibilität von Vermutungen begründen, Routineargumentationen wiedergeben, Begründungen nachvollziehen und zunehmend selbstständig entwickeln</li> <li>• Aufgaben gemeinsam bearbeiten und sich über die mathematischen Zusammenhänge in mathematischer Fachsprache präzise mündlich und schriftlich austauschen.</li> </ul>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>eigene Problembearbeitung in mathematischer Fachsprache und Notation niederschreiben und präsentieren.</li> <li>eigene Vorgehensweisen und Einsichten erläutern, Lösungswege anderer nachvollziehen und gemeinsam analysieren</li> </ul>	
<b>Inhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Eigenwerttheorie:</b> Eigenwerte, Diagonalisierbarkeit und Trigonalisierbarkeit, Satz von Cayley Hamilton, Jordansche Normalform.</li> <li><b>Skalarprodukträume:</b> Euklidische und hermitesche Vektorräume, Orthonormalbasen, Orthogonalisierungsverfahren, orthogonale, unitäre und normale Abbildungen und Matrizen, Spektralsätze.</li> <li><b>Bilinearformen und Quadriken:</b> Quadratische Formen und Bilinearformen, Hauptachsentransformation, Quadriken</li> <li><b>Elementare Algebra:</b> Teilbarkeitstheorie in <math>\mathbb{Z}</math> und Polynomring, Euklidischer Algorithmus, Einsetzungshomomorphismus, Untergruppe, Satz von Lagrange, Klassische Gruppen</li> <li><b>Optionale Themen:</b> multilineare Algebra, Struktursatz von Moduln über einem Hauptidealbereich, Anfänge der Gruppentheorie.</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra 1
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	$9/114 \cdot 0,8 = 6,32\%$
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

		<b>Wahlpflichtbereich Algebra</b>					[Modul-Kennnummer]
		<i>Compulsory Module Algebra</i>					
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Wahlpflichtbereich</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Dauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
<b>Aufbaumodul Algebra 1</b> oder <b>Aufbaumodul Computeralgebra</b>	V+Ü	3	WP	4+2	207	9	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Siehe die Qualifikationsziele des gewählten Aufbaumoduls Algebra 1 oder Computeralgebra							
<b>Inhalte</b>							
Siehe die Inhalte des gewählten Aufbaumoduls Algebra 1 oder Computeralgebra							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra und Geometrie 1 und 2						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							

<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/114*0,8 = <b>6,32%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Das hier gewählte Aufbaumodul kann nicht an anderer Stelle des Bachelorstudiengangs eingebracht werden.

<b>Modul ANA1</b>	<b>Analysis 1</b>						<i>[Modul-Kennnummer]</i>
	<i>Analysis 1</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	1	P	4	138	6	
Übung	Ü	1	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit -- besonders in den Übungen -- wird dringend empfohlen						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3, in der Regel semesterbegleitende Übungsaufgaben						
Studienleistung(en)	Klausur (120 Min.) und/oder semesterbegleitende Leistungsüberprüfung						
Modulprüfung	-						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der elementaren Begriffe, Konzepte und Methoden der Analysis in einer Veränderlichen als Fundament für die weiteren fachwissenschaftlichen Studien. Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende in diesem Bereich ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen, Begriffe, Aussagen und einfache Beweise wiedergeben.</li> <li>• mathematische Strukturen erkennen und benennen, und geeignete Notation verwenden.</li> <li>• Rechenverfahren routiniert durchführen und das Resultat durch Kontrollverfahren überprüfen.</li> <li>• bekannte Lösungsverfahren auf einfache Problemstellungen anwenden, und auf ähnliche Fragestellungen übertragen.</li> <li>• mathematische Hilfsmittel und Werkzeuge sachgerecht auswählen und flexibel einsetzen</li> </ul> <p>Durch <b>regelmäßige und aktive</b> Teilnahme an den Übungen werden noch überfachliche Kompetenzen geschult. Studierende können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge und Strukturen erkennen und Vermutungen zu mathematischen Situationen aufstellen, Beispiele oder Gegenbeispiele für mathematische Aussagen verstehen und finden, Fehler erkennen, beschreiben und korrigieren, die Plausibilität von Vermutungen begründen, Routineargumentationen wiedergeben, Begründungen nachvollziehen und zunehmend selbstständig entwickeln</li> <li>• Aufgaben gemeinsam bearbeiten und sich über die mathematischen Zusammenhänge in mathematischer Fachsprache präzise mündlich und schriftlich austauschen.</li> <li>• eigene Problembearbeitungen in mathematischer Fachsprache und Notation niederschreiben und präsentieren.</li> <li>• eigene Vorgehensweisen und Einsichten erläutern, Lösungswege anderer nachvollziehen und gemeinsam analysieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• reelle Zahlen als angeordneter Körper, Abzählbarkeit und Überabzählbarkeit, Vollständigkeit von <math>\mathbb{R}</math></li> <li>• Konvergente und divergente Folgen und Reihen in <math>\mathbb{C}</math>, Cauchyfolgen</li> </ul>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Funktionen (z.B. sin, cos, log, exp, sinh, cosh), Umkehrfunktionen</li> <li>• Stetigkeit, gleichmäßige Stetigkeit, Maxima und Minima, Zwischenwertsatz</li> <li>• Funktionenfolgen und Funktionenreihen, punktweise und gleichmäßige Konvergenz, Weierstraßscher Majorantentest</li> <li>• Differenzierbarkeit in <math>\mathbb{R}</math>, Mittelwertsatz, Taylorsche Formel, Taylorreihe, Restgliedabschätzung, lokale Extrema, Differentiation und Limesbildung</li> <li>• Riemannsches Integral in <math>\mathbb{R}</math>, elementare Integrationsmethoden, Mittelwertsatz, Fundamentalsatz der Differential- und Integralrechnung, Integration und Limesbildung</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	keine
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Die Teilnahme am mathematischen Vorkurs wird dringend empfohlen.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	0%
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangbeauftragter
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	B. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul ANA2</b>	<b>Analysis 2</b>						<b>[Modul-Kennnummer ]</b>
	Analysis 2						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	2	P	4	138	6	
Übung	Ü	2	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit -- besonders in den Übungen -- wird dringend empfohlen						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (30 min), ansonsten Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der Begriffe, Konzepte und Methoden der Analysis in mehreren Veränderlichen. Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende in diesem Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen, Begriffe, Aussagen und einfache Beweise wiedergeben.</li> <li>• mathematische Strukturen erkennen und benennen, und geeignete Notation verwenden und entwickeln.</li> <li>• Rechenverfahren routiniert durchführen und das Resultat durch Kontrollverfahren überprüfen.</li> <li>• bekannte Lösungsverfahren auf Problemstellungen anwenden, und auf ähnliche Fragestellungen übertragen.</li> <li>• mathematische Hilfsmittel und Werkzeuge sachgerecht auswählen und flexibel einsetzen</li> <li>• Lösungsstrategien zu Problemstellungen entwickeln und umsetzen, und heuristische Methoden zum Problemlösen anwenden</li> <li>• sicher und kritisch über die Themen der Analysis in mathematischer Fachsprache präzise kommunizieren.</li> <li>• Begriffe und Methoden in Zusammenhang bringen und kritisch beleuchten.</li> <li>• die zentralen Strukturen und wichtigsten Sätze des Gebiets benennen und deren Beweise erläutern und zusammenfassen.</li> </ul>							

<p>Durch <b>regelmäßige und aktive</b> Teilnahme an den Übungen werden noch überfachliche Kompetenzen geschult. Studierende können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge und Strukturen erkennen und Vermutungen zu mathematischen Situationen aufstellen, Beispiele oder Gegenbeispiele für mathematische Aussagen finden, Fehler erkennen, beschreiben und korrigieren, die Plausibilität von Vermutungen begründen, Routineargumentationen wiedergeben, Begründungen nachvollziehen und zunehmend selbstständig entwickeln</li> <li>• Aufgaben gemeinsam bearbeiten und sich über die mathematischen Zusammenhänge in mathematischer Fachsprache präzise mündlich und schriftlich austauschen.</li> <li>• eigene Problembearbeitung in mathematischer Fachsprache und Notation niederschreiben und präsentieren.</li> <li>• eigene Vorgehensweisen und Einsichten erläutern, Lösungswege anderer nachvollziehen und gemeinsam analysieren</li> </ul>	
<b>Inhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare topologische Begriffe des <math>\mathbb{R}^n</math> und metrischer Räume, Kompaktheit metrischer Räume, Satz von Heine-Borel</li> <li>• Stetigkeit von Funktionen auf metrischen Räumen und Differenzierbarkeit von Funktionen im <math>\mathbb{R}^n</math>,</li> <li>• Kurven im <math>\mathbb{R}^n</math>, Länge von Kurven</li> <li>• Taylorformel, Extremwertaufgaben;</li> <li>• implizite Funktionen, Untermannigfaltigkeiten, Tangentialräume von Untermannigfaltigkeiten, Satz vom regulären Wert, differenzierbare Funktionen auf Flächen, Lagrangemultiplikatoren;</li> <li>• Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen, Elementare Lösungsmethoden</li> <li>• Überführen von Gleichungen höherer Ordnung in Systeme erster Ordnung;</li> <li>• Existenz- und Eindeigkeitssätze für Anfangswertprobleme;</li> <li>• Lineare Differentialgleichungen und –systeme.</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Analysis 1
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Lineare Algebra 1
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	$9/114 \cdot 0,8 = 6,43\%$
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	B. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben

<b>ANA3</b>	<b>Analysis 3</b>						<b>[Modul-Kennnummer ]</b>
	<i>Analysis 3</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	3 (4)	WP	4	138	6	
Übung	Ü	3 (4)	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						

Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30min)
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
<p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der Begriffe, Konzepte und Methoden der Lebesgueschen Maß- und Integraltheorie, und der Theorie der Differentialformen auf Untermannigfaltigkeiten des <math>\mathbb{R}^n</math>. Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können Studierende in diesem Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen, Begriffe, Aussagen und einfache Beweise wiedergeben.</li> <li>• mathematische Strukturen erkennen und benennen, und geeignete Notation verwenden und entwickeln.</li> <li>• Lösungsverfahren auf Problemstellungen anwenden, und auf ähnliche Fragestellungen übertragen.</li> <li>• mathematische Hilfsmittel und Werkzeuge sachgerecht auswählen und flexibel einsetzen</li> <li>• Lösungsstrategien zu Problemstellungen entwickeln und umsetzen, und heuristische Methoden zum Problemlösen anwenden</li> <li>• Begriffe und Methoden in Zusammenhang bringen und kritisch beleuchten.</li> <li>• die zentralen Strukturen und wichtigsten Sätze des Gebiets benennen und deren Beweise erläutern und zusammenfassen.</li> </ul> <p>Durch <b>regelmäßige und aktive</b> Teilnahme an den Übungen werden noch überfachliche Kompetenzen geschult. Studierende können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge und Strukturen erkennen und Vermutungen zu mathematischen Situationen aufstellen, Beispiele oder Gegenbeispiele für mathematische Aussagen finden, Fehler erkennen, beschreiben und korrigieren, die Plausibilität von Vermutungen begründen, Argumentationen wiedergeben, Begründungen nachvollziehen und selbstständig entwickeln</li> <li>• Aufgaben gemeinsam bearbeiten und sich über die mathematischen Zusammenhänge in mathematischer Fachsprache präzise mündlich und schriftlich austauschen.</li> <li>• eigene Problembearbeitung in korrekter mathematischer Fachsprache und Notation niederschreiben und vor der Peergruppe präsentieren.</li> <li>• eigene Vorgehensweisen und Einsichten erläutern, Lösungswege anderer nachvollziehen und gemeinsam analysieren</li> </ul>	
<b>Inhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Maßproblem</li> <li>• Lebesgue-messbare Mengen, Sigma-Algebren</li> <li>• Eigenschaften des Lebesgue-Maßes, Nullmengen</li> <li>• Lebesgue-integrierbare Funktionen im <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>• Konvergenzsätze, Parameterabhängige Integrale</li> <li>• Zusammenhang zum Riemannintegral</li> <li>• Satz von Fubini, Transformationsformel</li> <li>• Flächenintegral</li> <li>• Differentialformen im <math>\mathbb{R}^n</math>, Cartan Kalkül</li> <li>• Differentialoperatoren, Integralsätze von Stokes, Gauß, Green</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Analysis 1 und 2
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/114*0,8 = <b>6,43%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im SS
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben

<b>Modul EIP</b>	<b>Einführung in die Programmierung</b> <i>Introduction to Programming</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	
Einführung in die Programmierung	V	2	P	2	69	3	
Übung	Ü	2	P	2	69	3	
Praktikum	Pr	2	P	1	79,5	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit im Praktikum ist verpflichtend						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (180 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Programmieren ist keine Kunst, sondern ein Handwerk: Zur Erstellung von Programmen gibt es feste Methoden, die immer und immer wieder funktionieren. Und wie bei jedem Handwerk gilt: Nur durch viel Übung wird man zum Meister. Das Erlernen und Einüben dieser Methoden ist das zentrale Lernziel der Veranstaltung „Einführung in die Programmierung“. Dabei konzentriert sich die Veranstaltung auf das Programmieren mit Daten, die in Form von Tabellen, Listen, und Bäumen vorliegen. Studierende werden lernen Programme zu schreiben, die solche Daten organisieren, analysieren und Ergebnisse daraus ableiten. Die Veranstaltung führt dazu sowohl die Grundlagen des funktionalen Programmierens (Daten sind unveränderlich) als auch des imperativen Programmierens ein (Daten sind veränderlich). Die Studierenden werden lernen Programme gemäß dieser Ansätze zu schreiben, die Ausführung der Programme schrittweise nachzuvollziehen, die Verständlichkeit der Programme zu bewerten, und die Korrektheit der Programme durch Tests zu validieren. In diesem Rahmen lernen die Studierenden auch die Grundlagen des Entwurfes von Algorithmen und erhalten einen ersten Einblick darin, wie man deren Effizienz vergleichen kann.</p> <p>Zusammenfassend sollen Studierende nach Absolvierung der Veranstaltung „Einführung in die Programmierung“ in der Lage sein</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme zu schreiben, die Daten organisieren, analysieren und Ergebnisse daraus ableiten,</li> <li>• Daten programmatisch zu verarbeiten, die in Form von Tabellen, Listen und Bäumen vorliegen,</li> <li>• Programmieraufgaben in Teilaufgaben zu zerlegen und Programme dementsprechend zu strukturieren,</li> <li>• grundlegende Algorithmen (wie binäre Suche, Sortieren oder Backtracking) zu verstehen und für ähnlich strukturierte Probleme selbst zu entwerfen,</li> <li>• die Effizienz eines Algorithmus anhand dessen asymptotischer Komplexität (informell) einzuschätzen,</li> <li>• Tests zu entwickeln, die das korrekte Funktionieren von Programmen sicherstellen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Zahlen und Strings</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmieren mit Namen</li> <li>• Ausdrücke und Anweisungen</li> <li>• Funktionsdefinitionen und -aufrufe</li> <li>• Boolesche Werte und bedingte Ausführung</li> <li>• Tabellarische Daten und ihre Verarbeitung</li> <li>• Listen und Rekursion</li> <li>• Aggregation</li> <li>• Nutzerdefinierte und rekursive Datentypen</li> <li>• Programmieren mit veränderlichen Daten</li> <li>• imperative Kontrollstrukturen</li> <li>• Einfache Algorithmen und ihre Effizienz</li> <li>• Muster für den Entwurf einfacher Algorithmen (z.B. Divide-and-Conquer, Backtracking)</li> <li>• Programmevaluation und Debugging</li> <li>• Testen von Programmen</li> </ul> <p>Praktikum Einführung in die Programmierung</p>							

Das Praktikum ergänzt die Einführungsveranstaltung "Einführung in die Programmierung" um ein Projekt-orientiertes Praktikum, in dem ein kleines Softwareprojekt in Kleingruppen umgesetzt wird. Hierbei lernt man, wie man auch etwas komplexere Aufgaben (über die üblichen Übungsaufgaben hinaus) praktisch angehen kann, welche Werkzeuge und Bibliotheken es gibt, und man arbeitet im Team an einer interessanten Aufgabe mit einem schönen Endergebnis. Gerade für Einsteiger ist dies eine wertvolle Erfahrung; aber auch für Studierende mit Vorkenntnissen ist es interessant - hier ist Gelegenheit, etwas tiefer einsteigen, und das, was man bislang gelernt hat zur Anwendung bringen

<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	0%
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul STO</b>	<b>Grundlagen der Stochastik</b> <i>Introduction to Probability and Statistics</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	Pflichtmodul						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	12 LP = 360 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Grundlagen der Stochastik	V	3 (4)	P	4	138	6	
Übung	Ü	3 (4)	P	2	69	3	
Praktikum	Pr	3 (4)	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit im Praktikum ist verpflichtend						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Theoretische und praktische Kompetenz im Umgang mit den Grundlagen der Stochastik. Ziel ist die Fähigkeit, die grundlegenden maßtheoriefreien wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Begriffe und Konzepte sicher zu verwenden und zur Modellierung sowie Lösung konkreter Probleme einsetzen zu können.							
<b>Inhalte</b>							
Grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik: Wahrscheinlichkeitsräume, Kombinatorik, Zufallsvariablen, Unabhängigkeit, einfache Grenzwertsätze, Markoffketten, statistische Tests, Schätzer, Konfidenzintervalle. Im Praktikum: Zufallszahlen, Simulation stochastischer Prozesse, Visualisierung; Beurteilung der Eigenschaften statistischer Verfahren anhand von echten oder simulierten Datensätzen.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra und Geometrie 2 Analysis 2 Für das Praktikum: Einführung in die Programmierung						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	12/114*0.8=8,42%						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im WS						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	B. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul NUM</b>	<b>Grundlagen der Numerik</b> <i>Basics in Numerical Mathematics</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	12 LP = 360 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun- gsgrad</b>	<b>Kontaktzei- t (SWS)</b>	<b>Selbststudi- um</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
Grundlagen der Numerik	V	4 (3)	P	4	138	6	
Übung	Ü	4 (3)	P	2	69	3	
Praktikum	Pr	4 (3)	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Anwesenheit im Praktikum ist verpflichtend						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Grundverständnis zentraler Problemstellungen und Lösungstechniken der Numerischen Mathematik. Dies beinhaltet die Fähigkeit, die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens zu beurteilen. Verständnis für Modellierung mit numerischen Methoden. Weitergehende Erfahrungen mit der Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen zur Behandlung diskreter Gleichungssysteme und der Approximation von Funktionen.							
<b>Inhalte</b>							
Behandelt werden vorwiegend numerische Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme, sowie Verfahren zur Integration und zur Interpolation bzw. Approximation vorgegebener Funktionen und einige Modellierungsbeispiele.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra und Geometrie 2 Analysis 2 Einführung in die Programmierung						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	$12/114 \cdot 0.8 = 8,42\%$						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	B. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik						
<b>Sonstiges</b>	Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.						

<b>Modul SEM</b>	<b>Seminarmodul</b> <i>Working Seminar</i>	<b>[Modul-Kennnummer]</b>
------------------	---	---------------------------

<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	2 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>
Seminar	S	3-4	WP	2	99	4
Hauptseminar	HS	4-5	WP	2	129	5
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	Anwesenheit wird verlangt					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	-					
Modulprüfung	Jeweils ein Vortrag in Seminar und Hauptseminar (Benotung 4:5)					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Im Seminarmodul wird die Fähigkeit erworben, mathematische Inhalte insbesondere durch Literaturstudium eigenständig zu erwerben und zu vertiefen. Ferner wird die Kompetenz zur mathematischen Kommunikation im Rahmen von Vorträgen vermittelt. Das Hauptseminar vermittelt insbesondere eine Vertiefung, an die sich eine Bachelorarbeit anschließen kann.						
<b>Inhalte</b>						
Wechselnde ergänzende und vertiefende mathematische Inhalte, die in der Regel durch mathematische Literatur vermittelt werden. Entsprechend des gewählten Seminars bzw. Hauptseminars.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>						
deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>						
$9/114 \cdot 0,8 = 6,43\%$						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>						
Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>						
Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>						
Das Seminar soll vor dem Hauptseminar absolviert werden.						

<b>Modul ERG</b>	<b>Ergänzungsmodul</b>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
	<i>Complementary Module</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	18 LP = 450 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	2 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	

Lehrveranstaltungen mit Leistungsnachweis aus <b>A:</b> fortgeschrittenem Lehrangebot Fachmathematik und/oder im Umfang von höchstens 9 LP auch aus <b>B:</b> 1. Geschichte der Mathematik, 2. Didaktik der Mathematik, 3. Lehrveranstaltungen des Fachbereichs 08 4. Betriebspraktikum, 5. Tutorenschulung, 6. Veranstaltungen aus dem Studium Generale <b>C:</b> Elementarmathematik oder Mathe für Informatiker 1	V V+Ü Pr S HS	ab 3. Semester	WP	12 SWS	414 h	18 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	-					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3 entsprechend der gewählten Lehrveranstaltungen					
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltungen					
Modulprüfung	-					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Die Studierenden haben ein Wissen über einzelne Bereiche der Mathematik, das über die Grundlagen hinausgeht. Damit geht eine erhebliche Verbreiterung des Wissenshorizontes einher. Sie kennen aktuelle Anwendungsfelder und sind in der Lage, eigenständig wissenschaftlich zu arbeiten. Neben einer weiteren fachlichen Vertiefung ermöglicht dieses Modul den Studierenden auch den Blick in andere akademische oder berufspraktische Bereiche. Die Qualifikationsziele und erworbenen Kompetenzen richten sich deshalb in erster Linie nach den gewählten Lehrveranstaltungen						
<b>Inhalte</b>						
Die Lehrinhalte richten sich nach der gewählten Lehrveranstaltung.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-					
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	entsprechend der gewählten Lehrveranstaltungen					
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch/englisch					
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	0%					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester					
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	-					
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)					
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>	B3: Es bedarf einer vorherigen Genehmigung durch die Studienfachberatung. Mathematische Serviceveranstaltungen für andere Fachrichtungen ausser der in C aufgeführten Lehrveranstaltungen können aber nicht eingebracht werden. C: Diese Lehrveranstaltungen können nur vor Abschluss der Analysis 2 eingebracht werden.					

<b>Modul BPr</b>	<b>Betriebspraktikum</b> <i>Internship</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Wahlmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 4 Wochen						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Betriebspraktikum	Praktikum	4-6	WP	4 Wochen	180 h	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3, durch die ausbildende Institution zu bescheinigen						
Studienleistung(en)	Portfolio bestehend aus Präsentation und Ausarbeitung eines Praktikumsberichts.						
Modulprüfung	-						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Berufspraktikum bietet während des Studiums die zentrale Möglichkeit, vor Eintritt in das Berufsleben berufspraktische und auf das angestrebte Tätigkeitsfeld hin orientierte Erfahrungen zu sammeln</li> <li>• Umfassender Einblick in die Organisationsstruktur eines Unternehmens, ihre organisatorischen und arbeitstechnischen Bedingungen der Aufgabenbewältigung</li> <li>• Beherrschen der Vorgehensweise bei der Beantwortung berufsbezogener Fragestellungen</li> <li>• Praxisrelevante Fähigkeiten z.B. Organisation, kaufmännische Erfahrungen, Rhetorik, PR, etc.</li> <li>• Mitarbeit und Mitverfolgen von konkreten, aktuellen Einzelaufgaben, der fachlichen Problematik, der methodischen Ansätze und der eingesetzten Arbeitstechniken zur Gewinnung von Einzelaussagen und Ergebnissen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Die im bisherigen Studium erworbenen mathematischen Inhalte werden in einem Anwendungsbereich der Realwirtschaft eingesetzt. Die genauen Inhalte richten sich nach der Wahl des Unternehmens und dem Aufgabenbereich des Praktikanten/der Praktikantin.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Erfolgreicher Abschluss der Pflichtmodule.							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
deutsch/englisch							
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>							
0%							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>							
jedes Semester							
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
-							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>							
Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>							
Bei der Wahl des Betriebs und des Aufgabenfelds im Praktikum ist der fachliche Bezug zum Mathematikstudium nachzuweisen, welcher durch einen Prüfer oder eine Prüferin gemäß §8 (2) zu bestätigen ist.							

<b>Modul Tut</b>	<b>Tutorenschulung</b> <i>Teaching assistants training</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Wahlmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	3 LP = 90 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						

Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte
Seminaristischer Unterricht und Tutorentätigkeit	Praktikum	4-6	W	2 SWS	69 h	3 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	Es besteht Anwesenheitspflicht					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Portfolio (Reflexionsbericht)					
Modulprüfung	-					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Die Studierenden entwickeln didaktische und methodische Kompetenzen. Sie kennen didaktische Konzepte, Methoden und Medien, um Lehr-, Lern-, Gruppen- und Prozesssituationen planen, vorbereiten, gestalten und reflektieren zu können. In diesem Zusammenhang haben sie vor allem ihre Kommunikations- und Kooperationsfähigkeiten trainiert und u.a. Fähigkeiten zur Leitung von Gruppen und Bewältigung von Konfliktsituationen entwickelt. Die entwickelten Kompetenzen wenden sie aktiv im Rahmen ihrer Tutorien und ihres eigenen Studiums an.						
<b>Inhalte</b>						
Die Teilnehmer/-innen lernen Grundlagen der Didaktik und Methodik vor dem Hintergrund selbständig geleiteter Tutorien kennen. In einer Basisqualifizierung (Präsenzveranstaltung) werden grundlegende didaktische und methodische Inhalte erarbeitet und trainiert. Dies umfasst Vorbereitung der Übungsgruppe (Studierende motivieren/engagieren, Umgang mit störenden Studierenden, Gestalten einer Fragestunde, Vorbereitung auf eine Prüfung/Klausur), der Korrekturen der studentischen Abgaben und des Feedback-Angebots für die Studierenden.						
Der zweite Teil umfasst den Einsatz als Tutor/-in in einer Tutoren/-innentätigkeit in der Lehre. Hier gestalten die Tutoren/-innen konkrete Lehr- und Gruppensituationen selbständig. Im Kontext der Tutoren/-innentätigkeit wird das didaktische Handeln in der Praxis erprobt und durch weitere Schulungseinheiten ergänzt. Durch die praktische Umsetzung vertiefen und erweitern die Tutoren/-innen ihr methodisches Handlungsrepertoire und ermöglichen so den durch sie angeleiteten Studierenden optimale Lernvoraussetzungen.						
Durch einen Reflexionsbericht während des Tutoren/-inneneinsatzes betrachten die Tutoren/-innen kritisch das eigene Handeln und erarbeiten bedarfsbezogen didaktisch begründete Handlungsalternativen. Dieser Bericht wird der Peergroup vorgestellt und diskutiert.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Erfolgreicher Abschluss der Pflichtmodule. Vereinbarte Hiwi-Tätigkeit					
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch/englisch					
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	0%					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester					
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	In dieser Lehrveranstaltung wird fachdidaktisches professionelles Handeln durch die Simulation von Lehr/Lernsituationen eingeübt.					
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)					
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>						



## Aufbaumodule des Bachelor und Master of Science Mathematik

Aufbaumodule geben eine breite Einführung in ein zentrales Gebiet der Mathematik. Sie werden im maximal dreisemestrigen Turnus als vierstündige Vorlesung mit 2 Stunden Übungen angeboten, mit einer verbindlichen Inhaltsvorgabe.

Aufbaumodule können im Studium wahlweise als Wahlpflichtmodul im Sinne von § 6 Absatz 1 der Prüfungsordnung im Bachelorstudiengang eingebracht werden oder als Aufbaumodule (der Mathematik) im Sinne von § 8 Absatz 2 der Prüfungsordnung in den Masterstudiengängen Mathematik.

Für den Bachelorstudiengang tragen die Aufbaumodule den Charakter einer *exemplarischen Vertiefung* in einem mathematischen Spezialgebiet, für den Masterstudiengang Mathematik ergänzen sie die bereits vorher (im Bachelorstudium) erworbenen Vertiefungskennnisse zu einer *systematischen Vertiefung*. Es ist daher sinnvoll, ihr Niveau für Studierende der Masterstudiengänge nicht extra anzuheben.

Die Aufbaumodule des mathematischen Instituts sind drei verschiedenen Bereichen zugeordnet. Diese Zuordnung ist im Modulhandbuch ausgewiesen.

**Bereich A:** Algebra, Geometrie, Topologie, Zahlentheorie

**Bereich B:** Analysis, Differentialgleichungen, Komplexe Analysis, Funktionalanalysis, Differentialgeometrie, Mathematische Physik

**Bereich C:** Numerik, Stochastik

<b>Modul Alg1</b>	<b>Algebra 1</b> <i>Algebra 1</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungs punkte</b>	
Vorlesung	V	3	P	4	138	6	
Übung	Ü	3	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (20-30 min), ansonsten Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben Studierende ein Verständnis der grundlegenden Methoden und Begriffe der abstrakten Algebra als Grundlage für eine weitere Vertiefung. Sie können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen Definitionen, Aussagen, Beispiele und Beweise der Gruppen-, Ring- und Körpertheorie wiedergeben.</li> <li>• die Relevanz der entwickelten Theorie für klassische Probleme (z.B. Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Lösbarkeit von Polynomgleichungen durch Radikale) erläutern.</li> <li>• mit einer Vielfalt an Methoden Lösungsstrategien zu Problemen der Gruppen-, Ring- und Körpertheorie kreativ entwickeln und umsetzen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gruppentheorie:</b> Untergruppe, Normalteiler, Quotientengruppe, Gruppenhomomorphismen, Gruppenoperationen, Bahnformel, abelsche Gruppen, Gruppen sehr kleiner Ordnung, klassische Beispiele, Sylowsätze, Jordan Hölder Theorie, Auflösbarkeit</li> <li>• <b>Elementare Ringtheorie:</b> Polynomring, Hauptidealbereiche, Primfaktorzerlegung, Irreduzibilität, Teilbarkeit, Faktorialität des Polynomrings, Adjunktion von Nullstellen</li> <li>• <b>Körpererweiterungen:</b> Algebraische und transzendente Körpererweiterungen, normale, separable und Galoisweiterungen, Körperhomomorphismen, Galois Korrespondenz, Berechnung von Galoisgruppen, algebraischer Abschluss</li> <li>• <b>Klassische Anwendungen:</b> Quadratur des Kreises, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Auflösbarkeit von Gleichungen,</li> <li>• <b>Optionale Themen:</b> Kummertheorie, Elementarteilersatz, Transzendenztheorie</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra und Geometrie 1 und 2						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	BSc: <b>6,32%</b> , MSc: <b>10%</b>						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik., B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik						
<b>Sonstiges</b>	<p>Zuordnung: Bereich A  Die Vorlesung Algebra 1 ist Voraussetzung für weitere fachliche Vertiefung im Bereich A  Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben</p>						

<b>Modul Alg2</b>	<b>Algebra 2</b>						[Modul-Kennnummer]
	Algebra 2						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>9 LP = 270 h</b>						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungs punkte</b>	
Vorlesung	V	4	P	4	138	6	
Übung	Ü	4	P	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (20-30 min), ansonsten Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben Studierende ein Verständnis der grundlegenden Methoden und Begriffe der kommutativen Algebra. Sie können							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen Definitionen, Aussagen, Beispiele wiedergeben</li> <li>• die Beweise der wesentlichen Sätze zusammenfassen und erläutern.</li> <li>• mit einer Vielfalt an Methoden Lösungsstrategien zu Problemen der Kommutativen Algebra entwickeln und umsetzen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Polynomgleichungen in mehreren Variablen:</b> Verschwindungsmenge, Zariskitopologie, Hilberts Basissatz, noethersche Ringe, Nullstellensatz, Spektrum eines Rings</li> <li>• <b>Moduln über kommutativen Ringen:</b> Kettenbedingungen, Nakayama Lemma, Lokalisierung, Träger, Primärzerlegung, Exakte Sequenzen, Funktoren, Restriktion und Tensorprodukt, Flachheit, Limiten und Kolimiten</li> <li>• <b>Dimensionstheorie von Ringen und Moduln:</b> Krulldimension, Transzendenzgrad, (Hilbertpolynom), Endliche Ringerweiterungen (going up and down), Noether Normalisierung, Krulls Hauptidealsatz, Dimension des Polynomrings, reguläre lokale Ringe</li> <li>• <b>mögliche weitere Themen z.B.:</b> Kählerdifferenziale und Glattheit, Artin-Rees und Vervollständigung, Ext und Tor, Grundzüge der homologischen Algebra</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra und Geometrie 2						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Algebra 1 oder Computeralgebra						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	BSc: <b>6,32%</b> , MSc: <b>10%</b>						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik						
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich A Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.						

<b>Modul CompAlg</b>		<b>Computeralgebra</b> <i>Computational Algebra</i>					[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun- gsgrad</b>	<b>Kontaktzei- t (SWS)</b>	<b>Selbststudi- um</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
Vorlesung	V	3	WP	4	138	6	
Übung/Praktikum	Ü/P	3	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (20-30 min), ansonsten Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben Studierende ein grundlegendes Verständnis von konstruktiven und algorithmischen Methoden der Algebra und Zahlentheorie. Sie können <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicher mit abstrakten algebraischen Begriffen umgehen.</li> <li>• Aufgaben aus der Zahlentheorie, linearen Algebra und kommutativen Algebra algorithmisch lösen und erfolgreich implementieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringe, Ideale, Quotientenringe</li> <li>• Algorithmen zur Faktorisierung ganzer Zahlen, Primzahltests</li> <li>• Polynomiale Gleichungssysteme: Hilberts Nullstellensatz</li> <li>• Monomiale Ordnungen, Göbnerbasen, Buchberger Kriterium und Buchberger Algorithmus</li> <li>• Numerische Berechnung von komplexen und reellen Lösungen polynomialer Gleichungssysteme</li> <li>• Eliminationstheorie und Anwendungen</li> <li>• Faktorisierungsalgorithmen von Polynomen über endlichen Körpern und über den ganzen Zahlen</li> <li>• Algorithmen zur Primärzerlegung nulldimensionaler Ideale. Algorithmus zur Faktorisierung von Polynomen über Erweiterungskörpern</li> <li>• Implementierung algebraischer Algorithmen in einem spezialisierten Computeralgebrasystem wie z.B. SageMath</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Lineare Algebra und Geometrie 1 und 2						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Der Modul Einführung in die Programmierung wird empfohlen.						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im SS						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik						
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich A oder C Die Vorlesung Computeralgebra kann den Einstieg in die Algebra 1 oder Zahlentheorie erleichtern. Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.						

<b>Modul AlgKurv</b>	<b>Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen</b> <i>Algebraic Curves and Riemann Surfaces</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun- gsgrad</b>	<b>Kontaktzei- t (SWS)</b>	<b>Selbststudi- um</b>	<b>Leistungsp- unkte</b>	
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6	
Übung	Ü	4	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Vertiefung und Erweiterung der geometrischen Grundkenntnisse über Gerade und Kegelschnitt zu Kurven höheren Grades. Erwerb von Grundkenntnissen über die geschichtliche Entwicklung der Theorie der Kurven. Kenntnis der einfachsten algebraischen und geometrischen Invarianten einer Kurve. Erwerb von algebraischen und geometrischen Arbeitstechniken zur Bestimmung dieser Invarianten. Erste Einblicke in die tieferen Zusammenhänge zwischen algebraischen, geometrischen und funktionentheoretischen Sichtweisen.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Beispiele ebener algebraischer Kurven</li> <li>• Problem der rationalen Parametrisierbarkeit</li> <li>• Elliptische Kurven</li> <li>• Affiner Koordinatenring, Körper der rationalen Funktionen</li> <li>• Singuläre und reguläre Punkte, Multiplizität, Tangenten</li> <li>• Projektiver Abschluss</li> <li>• Schnitt zweier Kurven, Schnittpunktmultiplizität, Satz von Bézout</li> <li>• Riemannsche Fläche zu einer Kurve, Geschlecht, Satz von Zeuthen-Hurwitz</li> <li>• Weierstraßsche Parametrisierung von elliptischen Kurven</li> <li>• Duale Kurve und Plücker-Formeln</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Module Analysis 2 und Lineare Algebra und Geometrie 2						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Mindestens jedes 3. Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik						
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich A Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.						

<b>Modul FT</b>	<b>Funktionentheorie</b> <i>Complex Analysis</i>	[Modul-Kennnummer]
-----------------	---	--------------------

<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>
Vorlesung	V	3	WP	4	138	6
Übung	Ü	3	WP	2	69	3
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	-					
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Verständnis für grundlegende Begriff, Resultate und Methoden der Theorie der holomorphen Funktionen in einer komplexen Veränderlichen. Fähigkeit zum kompetenten Einsatz dieser Methoden bei den entsprechenden Anwendungen.						
<b>Inhalte</b>						
Holomorphe und meromorphe Funktionen, Cauchysche Integralsätze, Satz von Liouville, Residuensatz und Anwendungen, Montelscher Familiensatz, Existenzsätze von Mittag-Leffler und Weierstraß, einige spezielle Funktionen, z. B. die Gammafunktion, Runge'scher Approximationssatz, Weierstraßsche $p$ -Funktion, Verzweigungspunkte und einfache Beispiele für Riemannsche Flächen.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Analysis 2 und Lineare Algebra und Geometrie 2					
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch					
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	WiSe					
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)					
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik					
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich B Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.					

<b>Modul Top</b>	<b>Topologie</b> <i>Topology</i>					[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6
Übung	Ü	4	WP	2	69	3
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						

Anwesenheit	
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	-
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
Erwerb grundlegender Kenntnisse in mengentheoretischer und algebraischer Topologie. Die Befähigung zum Umgang mit kategoriellen und funktoriellen Konzepten und das Denken in universellen Konstruktionen und universellen Beispielen.	
<b>Inhalte</b>	
Grundlagen der mengentheoretischen Topologie: Topologien, Stetigkeit, Homöomorphie, Zusammenhang; Trennungsaxiome und Kompaktheit. Simplizialkomplexe, Fundamentalgruppe und Überlagerungstheorie, Brouwerscher Fixpunktsatz; Klassifikation der Flächen; Homologietheorie.	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Module Analysis 2 und Lineare Algebra und Geometrie 2.
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Mindestens jedes 3. Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich A und B Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul ZT</b>	<b>Zahlentheorie</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Number Theory</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungs punkte</b>	
Vorlesung	V	3	WP	4	138	6	
Übung	Ü	3	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Tieferes Verständnis von Methoden der Zahlentheorie, die über den Stoff der Elementaren Zahlentheorie hinausgehen. Sicheres Beherrschen von theoretischen Methoden aus dem Bereich der Algebraischen Zahlentheorie. In der Praxis werden solide Kenntnisse aus der modernen algorithmischen Zahlentheorie an Hand von Beispielen und mittels Softwaretools erworben.							
<b>Inhalte</b>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kongruenzrechnung, Primitivwurzeln, Primzahltests</li> <li>• Diophantische Gleichungssysteme</li> <li>• Quadratische Reziprozität, Hasse Prinzip</li> <li>• P-adische Zahlen und Hilbertsymbole</li> <li>• Reelle Zahlen und Kettenbrüche, Pellsche Gleichung</li> <li>• Quadratische Zahlkörper und quadratische Formen</li> <li>• Grundbegriffe der algebraischen Zahlentheorie</li> <li>• Moderne Algorithmische Methoden in der Zahlentheorie</li> <li>• Anwendungen in der Kryptographie</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Module Analysis 2 und Lineare Algebra und Geometrie 2
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Mindestens jedes 3. Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich A Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul FAna</b>	<b>Einführung in die Funktionalanalysis</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Introduction to Functional Analysis</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>9 LP = 270 h</b>						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6	
Übung	Ü	4	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Verständnis für und Kompetenz im Umgang mit den abstrakten Begriffen, Methoden und Resultaten der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme. Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, insbesondere auch über mathematische Inhalte, wie sie durch das Bearbeiten von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen gefördert werden.							
<b>Inhalte</b>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metrische Räume, normierte Räume, Banachräume</li> <li>• Topologische Begriffe, Separabilität, Kompaktheit</li> <li>• Lineare Operatoren und Dualität</li> <li>• Fortsetzung stetiger linearer Abbildungen</li> <li>• Satz von Hahn-Banach</li> <li>• Satz von Baire, Satz von der offenen Abbildung</li> <li>• Invertibilität und Spektrum</li> <li>• Hilberträume und Orthogonalreihen</li> <li>• Kompakte selbstadjungierte Operatoren im Hilbertraum</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Module Analysis 3 und Lineare Algebra und Geometrie 2
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich B Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul DiffGeo</b>	<b>Elementare Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten</b> <i>Elementary Differential Geometry and Manifolds</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6	
Übung	Ü	4	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Verständnis und sicherer Umgang mit grundlegenden Begriffen der elementaren Differentialgeometrie, insbesondere der Krümmungstheorie von Kurven und Flächen im Euklidischen Raum. Ferner Verständnis und sicherer Umgang mit dem Differentialformenkalkül auf allgemeinen Mannigfaltigkeiten, Kenntnis und Beherrschung der Integralsätze auf Mannigfaltigkeiten.							
<b>Inhalte</b>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurven und Flächen in Euklidischen Räumen</li> <li>• Tangential- und Normalenvektoren, kovariante Ableitung</li> <li>• Integrierbarkeitsbedingungen, Krümmungstheorie</li> <li>• Grundlagen der Topologie, Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Differentialformenkalkül</li> <li>• Integralsätze auf Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Satz von Gauß-Bonnet</li> <li>• de Rham-Kohomologie</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul Analysis 3/Integralrechnung im $\mathbb{R}^n$ .
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Mindestens jedes 3. Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich B Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul PartDiff</b>	<b>Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Fundamentals of Partial Differential Equations</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6	
Übung	Ü	4	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Dieser Kurs vermittelt die Fähigkeit zum Umgang mit partiellen Differentialgleichungen. Das wird unter anderem durch Darstellungsformeln erreicht für die Lösungen der wichtigsten Aufgaben. Interpretationen vor dem Hintergrund der entsprechenden Fragestellungen aus Naturwissenschaft und Technik bieten sich an und sind unverzichtbarer Bestandteil. Dieser Kurs schafft Verständnis für die Verfahren der Computational Sciences und für die abstrakten Methoden der Analysis.							
<b>Inhalte</b>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einige wichtige partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Trennung der Veränderlichen</li> <li>• Grundlösungen</li> <li>• Fouriertransformation</li> <li>• Lösung der inhomogenen Aufgabe</li> <li>• Anfangswertaufgabe für Wärmeleitungs- und Wellengleichung</li> <li>• Maximumprinzipien</li> <li>• Mittelwertesigenschaft harmonischer Funktionen</li> <li>• Laplacegleichung und Lösung des Dirichletproblems.</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Analysis 3 und Lineare Algebra und Geometrie 2.
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Mindestens jedes dritte Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich B Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul NumDiff</b>	<b>Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>						<i>[Modul-Kennnummer]</i>
	<i>Numerics of Ordinary Differential Equations</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	9 LP = 270 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6	
Übung	Ü	4	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Fähigkeit, zu einem System gewöhnlicher Differentialgleichungen das adäquate numerische Lösungsverfahren auszuwählen und ggf. zu implementieren. Grundlegende Kenntnisse über die möglichen Stabilitätsprobleme sowie adaptive Steuerungsmechanismen.							
<b>Inhalte</b>							
Die Vorlesung behandelt numerische Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in Form von Anfangs- und Randwertaufgaben.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul Grundlagen der Numerik						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						

<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich C Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.

<b>Modul Sto1</b>	<b>Stochastik I</b> <i>Probability Theory I</i>						[ <i>Modul-Kennnummer</i> ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>9 LP = 270 h</b>						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	
Vorlesung	V	4	WP	4	138	6	
Übung	Ü	4	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Das Ziel ist die Befähigung zum sicheren Umgang mit dem systematischen maßtheoretischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie und den grundlegenden Grenzwertsätzen.							
<b>Inhalte</b>							
Maß- und Integrationstheorie mit Ausrichtung auf die Wahrscheinlichkeitstheorie, Konstruktion von (Familien von) Zufallsvariablen, Gesetze der großen Zahl, charakteristische Funktionen, Zentraler Grenzwertsatz, bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul Grundlagen der Stochastik						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	M. Ed. Mathematik, B. Sc. Informatik, B. Sc. Physik						
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich C Die Übung hat einen LP mehr als im Lehramtsstudiengang. Entsprechend erhalten die B.Sc. zusätzliche ergänzende Übungsaufgaben.						

<b>Modul DatEA</b>	<b>Datenstrukturen und Effiziente Algorithmen</b> <i>Data Structures and Efficient Algorithms</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>9 LP = 270 h</b>						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesung	V	3	WP	4	138	6	
Übung	Ü	3	WP	2	69	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	-						
Modulprüfung	Klausur (180 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden verstehen die wichtigen Basisalgorithmen der Informatik und können diese korrekt auswählen und effizient implementieren. Weiterhin können die Studierenden die Vor- und Nachteile der Algorithmen abschätzen und geeignet auswählen. Das Grundwissen über effiziente Algorithmen und Datenstrukturen fördert die Problemlösungsfähigkeiten der Studierenden.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Datenstrukturen und Algorithmen: Sortieren, Suchbäume, Prioritätswarteschlangen, Skiplisten, Hashing, Union-Find</li> <li>• Graphalgorithmen: Zusammenhangskomponenten, Wegesuche, Spannbäume, Matching, Flüsse</li> <li>• Paradigmen des Algorithmenentwurfs: Divide &amp; Conquer, dynamisches Programmieren, randomisierte Algorithmen, Greedy Strategien</li> <li>• Analysetechniken: Analyse randomisierter Algorithmen, amortisierte Analyse</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul Einführung in die Programmierung und Mathematik für Informatiker 1						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Bachelor: <b>6,32%</b> , Master: <b>10%</b>						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>	Zuordnung: Bereich C						

## Hauptseminarmodul

<b>ModulHS</b>	<b>Hauptseminarmodul</b>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>8 LP =240 h</b>						

Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)		2 Semester				
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtun- gsgrad	Kontaktzei- t (SWS)	Selbststudi- um	Leistungsp- unkte
Hauptseminar	HS	3-6	WP	2	159	4
Hauptseminar	HS	3-6	WP	2	159	4
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	Anwesenheit wird verlangt					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	-					
Modulprüfung	Regelmäßige Teilnahme und das erfolgreiche Abhalten eines Vortrags im Hauptseminar					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Im Hauptseminarmodul wird die Fähigkeit ausgebaut, mathematische Inhalte insbesondere durch Literaturstudium eigenständig zu erwerben und zu vertiefen. Ferner wird die Kompetenz zur mathematischen Kommunikation im Rahmen von Vorträgen weiter entwickelt.						
<b>Inhalte</b>						
Wechselnde ergänzende und vertiefende mathematische Inhalte, die in der Regel durch mathematische Literatur vermittelt werden.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>			Für die jeweiligen Hauptseminare werden in der Regel ein bis zwei einschlägige Vorlesungen vorausgesetzt, die dem jeweiligen Hauptseminarthema inhaltlich nahestehen.			
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>			deutsch			
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>			Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls			
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			Jedes Semester			
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>			Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)			
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>						

## Ergänzungsmodule des Bachelor und Master of Science Mathematik

Nach der Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Mathematik sind 27 Leistungspunkte aus un spezifizierten mathematischen Lehrveranstaltungen einzubringen. Diese enthalten alle Lehrveranstaltungen der Aufbau- und der Vertiefungsmodule. Darüber hinaus enthalten sie auch weitere Lehrveranstaltungen, die sporadisch angeboten werden und inhaltlich nicht notwendigerweise auf andere Vorlesungen aufbauen.

Im Bachelorstudiengang können diese Veranstaltungen auch im Ergänzungsmodule eingebracht werden.

<b>Modul EAIG</b>	<b>Ergänzungsmodule Algebra</b> <i>Complementary Module Algebra</i>	[ <i>Modul-Kennnummer</i> ]
-------------------	--	-----------------------------

<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>3-6 LP = 90-180 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1-2 Semester</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>
Vorlesungen im Umfang von 2 oder 4 SWS aus dem Bereich Algebra (A), z.B. Homologische Algebra, Algorithmische Kommutative Algebra, K-Theorie	V		WP	2-4	69-138	3-6
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltung					
Modulprüfung	-					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Ergänzende Kenntnisse in Algebra bis hin zu aktuellen Forschungsthemen. Gegebenenfalls die eigenständige kritische Reflektion und Präsentation jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse. Letzteres beinhaltet insbesondere die Fähigkeit, komplizierte Resultate in geeigneter Weise didaktisch aufzuarbeiten.						
<b>Inhalte</b>						
Je nach Lehrveranstaltung						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr speziell und etwa auf einem Vertiefungsmodul aufbauend oder</li> <li>• mit speziellem Charakter, aber an ein breites Publikum ohne besondere Vorkenntnisse gerichtet.</li> </ul>						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>			LAG 1 und 2 sowie ANA 1 und 2 und ggf. von der Lehrveranstaltung abhängige weitere Voraussetzungen.			
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>			deutsch			
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>			Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls			
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			Regelmäßig			
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>			Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)			
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>						

<b>Modul EAna</b>	<b>Ergänzungsmodul Analysis</b>					<b>[Modul-Kennnummer]</b>
	<i>Complementary Module Analysis</i>					
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>3-6 LP = 90-180 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1-2 Semester</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>

Vorlesungen im Umfang von 2 oder 4 SWS aus dem Bereich Analysis, z.B. Funktionalanalysis II, Partielle Differentialgleichungen II,	V		WP	2-4	69-138	3-6
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltung					
Modulprüfung	-					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Ergänzende Kenntnisse in Analysis bis hin zu aktuellen Forschungsthemen. Gegebenenfalls die eigenständige kritische Reflektion und Präsentation jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse. Letzteres beinhaltet insbesondere die Fähigkeit, komplizierte Resultate in geeigneter Weise didaktisch aufzuarbeiten.						
<b>Inhalte</b>						
Je nach Lehrveranstaltung						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr speziell und etwa auf einem Vertiefungsmodul aufbauend oder</li> <li>• mit speziellem Charakter, aber an ein breites Publikum ohne besondere Vorkenntnisse gerichtet.</li> </ul>						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>						
Die Pflichtveranstaltungen des Bachelorstudiums Mathematik und ggf. von der Lehrveranstaltung abhängige weitere Voraussetzungen.						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>						
deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>						
Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>						
Regelmäßig						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>						
Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>						

<b>Modul ENum</b>	<b>Ergänzungsmodul Numerische Mathematik</b>					<i>[Modul-Kennnummer]</i>
	<i>Complementary Module Numerical Mathematics</i>					
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	3-6 LP = 90-180 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1-2 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Vorlesungen im Umfang von 2 oder 4 SWS aus dem Bereich Numerische Mathematik, z.B. Numerik partieller Differentialgleichungen, Finite Elemente, Numerische Lösung von Integralgleichungen, Schlecht gestellte Gleichungen, Numerische Behandlung inverser Probleme	V		WP	2-4	69-138	3-6
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						

Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltung
Modulprüfung	-
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
Ergänzende Kenntnisse in Numerischer Mathematik bis hin zu aktuellen Forschungsthemen. Gegebenenfalls die eigenständige kritische Reflektion und Präsentation jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse. Letzteres beinhaltet insbesondere die Fähigkeit, komplizierte Resultate in geeigneter Weise didaktisch aufzuarbeiten.	
<b>Inhalte</b>	
Numerik partieller Differentialgleichungen: Grundlegende Verfahren zur Lösung elliptischer und parabolischer Differentialgleichungen (Finite Elemente, finite Differenzen, Zeitintegration) sowie skalarer hyperbolischer Erhaltungsgleichungen in einer Variablen (Godunov-Verfahren). Die anderen Vorlesungen bieten eine Einführung in ein oder mehrere aktuelle Gebiete der wissenschaftlichen Forschung im Bereich der numerischen Mathematik. Die Liste der Veranstaltungen enthält einige sinnvolle Möglichkeiten in exemplarischer Weise und kann durch andere vierstündige oder zwei zueinander passende zweistündige Vorlesungen geeignet ergänzt werden.	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Vorlesung Numerik partieller Differentialgleichungen. Je nach Wahl der Spezialvorlesung sind weitergehende Kenntnisse aus der Funktionalanalysis oder der Theorie der (partiellen) Differentialgleichungen Voraussetzung.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul ESto</b>	<b>Ergänzungsmodul Stochastik</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Complementary Module Stochastics</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	3-6 LP = 90-180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1-2 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesungen im Umfang von 2 oder 4 SWS aus dem Bereich Stochastik, z.B. Stochastische Algorithmen, Schätzer und Tests, Vorlesung Rechnerübung, Finanzmathematik, Mathematische Statistik I, Stochastische Vielteilchenmodelle, Stochastische Modelle der Genetik, Mathematische Statistik II, Verzweigungsprozesse.	V		WP	2-4	69-138	3-6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltung						

Modulprüfung	-
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
Dieser sehr variabel und individuell zu gestaltende Modul vermittelt wahlweise: I. ergänzende Kenntnisse in einem ausgewählten anwendungsnahe Themenbereich, in unmittelbarem Anschluss an die „Grundlagen der Stochastik“ und gegebenenfalls mit Übersichtscharakter; II. inhaltliche Kompetenz und Begriffssicherheit in einem Spezialgebiet der Stochastik.	
<b>Inhalte</b>	
I. Ein leicht zugänglicher Bereich der Stochastik mit interessanten Anwendungen, der bereits mit Grundkenntnissen in Stochastik verständlich ist. II. Ergänzung und Vertiefung in einem ausgewählten Teilbereich der Stochastik. Die Liste stellt eine Auswahl der Möglichkeiten dar.	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Stochastik-Kenntnisse im Umfang der Module Grundlagen der Stochastik und Stochastik I.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul EGeom</b>	<b>Ergänzungsmodul Geometrie</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Complementary Module Geometry</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>3-6 LP = 90-180 h</b>						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	<b>1-2 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Vorlesungen im Umfang von 2 oder 4 SWS aus dem Bereich Komplexe Geometrie, Singularitätentheorie, Komplexe Differentialgeometrie.	V		WP	2-4	69-138	3-6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltung						
Modulprüfung	-						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Ergänzende Kenntnisse in der Geometrie bis hin zu aktuellen Forschungsthemen. Gegebenenfalls die eigenständige kritische Reflektion und Präsentation jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse. Letzteres beinhaltet insbesondere die Fähigkeit, komplizierte Resultate in geeigneter Weise didaktisch aufzuarbeiten.							
<b>Inhalte</b>							
Je nach Lehrveranstaltung - sehr speziell und etwa auf einem Vertiefungsmodul aufbauend oder - mit speziellem Charakter, aber an ein breites Publikum ohne besondere Vorkenntnisse gerichtet.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							

<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Die Pflichtveranstaltungen des Bachelorstudiums Mathematik und ggf. von der Lehrveranstaltung abhängige weitere Voraussetzungen.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Regelmäßig
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul EHS</b>	<b>Ergänzungsmodul Hauptseminar</b> <small>[Modul-Kennnummer]</small>					
	<i>Complementary Module Advanced Seminar</i>					
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>WP</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	5 LP = 150 h					
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	2 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Hauptseminar	V		WP	2	129	5
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Entsprechend der gewählten Lehrveranstaltung					
Modulprüfung	Regelmäßige Teilnahme und das erfolgreiche Abhalten eines Vortrages im Hauptseminar.					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Im Hauptseminar wird die Fähigkeit ausgebaut, mathematische Inhalte insbesondere durch Literaturstudium eigenständig zu erwerben und zu vertiefen. Ferner wird die Kompetenz zur mathematischen Kommunikation im Rahmen von Vorträgen und der Fachdiskussion in der Peer Group weiterentwickelt.						
<b>Inhalte</b>						
Wechselnde ergänzende und vertiefende mathematische Inhalte, die in der Regel durch mathematische Literatur vermittelt werden.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Für die jeweiligen Hauptseminare werden in der Regel ein bis zwei einschlägige Vorlesungen vorausgesetzt, die dem jeweiligen Hauptseminarthemata inhaltlich nahestehen.					
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch					
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Entsprechend den Leistungspunkten des Moduls					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester					
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)					
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>						



## Vertiefungsbereich des M.Sc.-Studiengangs

Im Vertiefungsbereich werden die fachwissenschaftlichen Grundlagen und Methoden erlernt, welche für das Bearbeiten von Forschungsfragen im jeweiligen Spezialisierungsgebiet notwendig sind. Das Vertiefungsmodul und die dazugehörige Prüfung bilden also den Grundstock für eine fachliche Vertiefung als Voraussetzung für das Anfertigen einer Masterarbeit.

Der Vertiefungsbereich umfasst in der Regel inhaltlich aufeinander aufbauende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 Leistungspunkten wovon mindestens 6 LP aus einem 2. Teil eines Vertiefungszyklus (2. Teil Vertiefung) oder zu einer solchen äquivalenten Lehrveranstaltungen bestehen. Diese Lehrveranstaltungen sind im Lehrangebot des Instituts entsprechend gekennzeichnet.

Die Prüfung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung über die im Vertiefungsbereich gewählten Lehrveranstaltungen. Der Vertiefungsbereich geht mit einer Gewichtung von 16% in die Endnote des Masterstudiengangs Mathematik ein.

Es wird empfohlen, einen der **regelmäßig angebotenen Vertiefungszyklen** im Vertiefungsbereich zu wählen. Diese sind nachfolgend aufgelistet. Es wird **dringend empfohlen** eine davon abweichende Gestaltung des Vertiefungsbereichs im Vorfeld in der Studienfachberatung oder mit einem fachnahen Dozenten abzuklären.

Alternativ zum **Vertiefungsbereich** kann bei einer Spezialisierung im Bereich Numerik das **Vertiefungsmodul Wissenschaftliches Rechnen** belegt werden.

Modul V	Vertiefungsbereich <i>Area of Specialization</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflicht</b>	<b>Wahlpflicht</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	15 LP = 450 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	2 Semester						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn	Verpflichtun gsgrad	Kontaktzei t (SWS)	Selbststudi um	Leistungs punkte	
Vertiefungsvorlesungen. Davon mindestens 4 SWS die als 2. Teil eines Vertiefungszyklus deklariert sind.	V	1-2	WP	8 SWS	276	12	
Prüfung	P	2	WP		90	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Gemäß der gewählten Lehrveranstaltungen						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung über beide VL (30 Min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							

<b>Studierende</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können strukturiert Wissen zu den genannten Begriffen ihres Vertiefungsgebiets wiedergeben;</li> <li>• können die einschlägigen Kernideen und Beweise wiedergeben, zueinander in Bezug setzen und kritisch hinterfragen.</li> <li>• verfügen über methodische Vielfalt um einschlägige Probleme zu analysieren und phantasievoll bearbeiten zu können.</li> <li>• verfügen über die fachwissenschaftlichen Grundlagen und Methoden um eine Masterarbeit im gewählten Vertiefungsgebiet anzugehen.</li> </ul>	
<b>Inhalte</b> <p>Die Inhalte richten sich nach dem gewählten Vertiefungsgebiet, in welchem in der Regel auch die Masterarbeit geschrieben wird, und bestehen aus den Inhalten der gewählten, in der Regel aufeinander aufbauenden, Lehrveranstaltungen.</p> <p>In Absprache mit dem Prüfer oder der Prüferin können die Prüfungsinhalte durch ein weiteres Thema ergänzt werden, welches im Selbststudium erarbeitet wird.</p>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Siehe Voraussetzung der gewählten Lehrveranstaltungen.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	16%
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	-
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	-
<b>Sonstiges</b>	<p>In Absprache mit dem Prüfer oder der Prüferin können die Prüfungsinhalte auf mindestens 6 SWS begrenzt werden, wobei dabei mindestens 4 SWS eines 2. Teils eines Vertiefungszyklus berücksichtigt werden müssen.</p> <p>Die im Vertiefungsmodul gewählten Lehrveranstaltungen können an keiner anderen Stelle des Masterstudiengangs eingebracht werden.</p>

<b>Modul V_WR</b>	<b>Vertiefungsmodul Wissenschaftliches Rechnen</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Scientific Computing</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	16 LP = 480 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	2 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Numerik Partieller Differentialgleichungen	V	1	W	4 SWS	138	6 LP	
Übung	Ü	1	W	2 SWS	46	2 LP	
Modellierungspraktikum	P	2	W	4 SWS	138	8 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							

Modulprüfung	Modulteilprüfung (Notenberechnung 1:1): Mündliche Prüfung (30 Min) oder Klausur (120 Min) zur Vorlesung und Hausarbeit mit Präsentation im Modellierungspraktikum
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
Theoretische und praktische Kompetenz im Umgang mit modernen Algorithmen zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen. Einschlägige Erfahrung bei der Modellierung naturwissenschaftlicher Fragestellung mit Hilfe partieller Differentialgleichungen sowie die Befähigung, qualitative Merkmale ihrer Lösungen physikalisch zu interpretieren und vorherzusagen. Im Rahmen des Modellierungspraktikums werden darüber hinaus Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit trainiert.	
<b>Inhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Verfahren zur Lösung elliptischer und parabolischer Differentialgleichungen (Finite Elemente, finite Differenzen, Zeitintegration) sowie skalarer hyperbolischer Erhaltungsgleichungen in einer Variablen (Godunov-Verfahren).</li> <li>• Im Modellierungspraktikum Einsatz dieser Verfahren zur Lösung realer Anwendungsbeispiele aus den Naturwissenschaften</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodul Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	16%
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

## Vertiefungszyklen

Die als Teile von Vertiefungszyklen aufgeführten Vorlesungen können auch im Ergänzungsmodul des Master of Science Mathematik, und nach Absprache mit dem Dozenten/ der Dozentin im Bachelor of Science, eingebracht werden.

## Vertiefungszyklus Algebraische Geometrie

<b>Modul AG1</b>	<b>Algebraische Geometrie 1</b>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
	<i>Algebraic Geometry 1</i>						
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Algebraische Geometrie 1	V	1	W	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							

Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden der algebraischen Geometrie und können diese situationsbedingt einsetzen,</li> <li>können Aufgaben in der algebraischen Geometrie analysieren, lösen, präsentieren und erläutern.</li> </ul>	
<b>Inhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundbegriffe über affine und projektive Varietäten, Entwicklung des Garben- und Schemabegriffs</li> <li>Morphismen: Lokalisierung, Immersionen, endliche, eigentliche, projektive Morphismen</li> <li>Klassische Konstruktionen von Varietäten/Schemata und Morphismen</li> <li>Eigentlichkeit projektiver Morphismen</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodule Algebra 1 oder Computeralgebra, Algebra 2 und Riemannsche Flächen oder Topologie.
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im WS
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	-
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Algebraische Geometrie

<b>Modul AG2</b>	<b>Algebraische Geometrie 2</b> <i>Algebraic Geometry 2</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Algebraische Geometrie 2	V	2	W	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden							
<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen weiterführende Begriffe und Methoden der modernen algebraischen Geometrie und können diese situationsbedingt einsetzen,</li> <li>können Aufgaben in der algebraischen Geometrie analysieren, lösen und erläutern,</li> <li>haben die fachlichen Grundlagen um sich in erste Fragestellungen in der Forschung in algebraischer Geometrie einzuarbeiten.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimension, Tangentialraum, Differentiale, Flachheit, Glattheit</li> <li>Garbenkohomologie: Endlichkeit, Verschwindungssätze von Serre und Grothendieck</li> <li>Formale Funktionen, Basiswechsel, Zariskis Hauptsatz, Serre Dualität</li> <li>Weitere Themen nach Wahl des Dozenten/der Dozentin</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Algebraische Geometrie 1						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-						

<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jährlich im SS
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	-
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Dies ist der 2. Teil des Vertiefungszyklus Algebraische Geometrie

## Vertiefungszyklus Algebraische Topologie

<b>Modul ATop1</b>	<b>Algebraische Topologie 1</b> <i>Algebraic Topology 1</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungs punkte</b>	
Algebraische Topologie 1	V	1	W	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden der algebraischen Topologie und können diese situationsbedingt einsetzen.</li> <li>können Aufgaben in der algebraischen Topologie analysieren, lösen und erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Homotopietheorie, Hurewicz-Faserungen und –Kofaserungen, höhere Homotopiegruppen, Faser- und Kofasersequenzen</li> <li>CW-Komplexe, Homotopietheoretische Behandlung, Satz von Whitehead</li> <li>(Ko)-Homologietheorien, Eilenberg-Steenrod-Axiome, singuläre Homologie, Satz von Hurewicz</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodul Topologie						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	deutsch/englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	-						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Algebraische Topologie						

<b>Modul ATop2</b>	<b>Algebraische Topologie 2</b> <i>Algebraic Topology 2</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						

Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)		1 Semester				
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtun gsgrad	Kontaktzei t	Selbststudi um	Leistungsp unkte
Algebraische Topologie 2	V	2	WP	4 SWS	138	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	-					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben					
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden der algebraischen Topologie und können diese situationsbedingt einsetzen.</li> <li>• können Aufgaben in der algebraischen Topologie analysieren, lösen und erläutern.</li> <li>• haben die fachlichen Grundlagen um sich in erste Fragestellungen in der Forschung in algebraischer Topologie einzuarbeiten.</li> </ul>						
<b>Inhalte</b>						
Die Lehrveranstaltungen umfassen eine Auswahl aus den Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorbündel (homotopietheoretische Klassifikation, charakteristische Klassen);</li> <li>• Kobordismus (Orientierung, fast-komplexe Strukturen, charakteristische Klassen);</li> <li>• Topologische K-Theorie (Vektorbündel, Bott-Periodizität, Eilenberg-Mac-Lane-Räume);</li> <li>• Mannigfaltigkeiten (Chirurgie, Morsetheorie);</li> <li>• Spektren (Eilenberg-MacLane-Räume, axiomatische Homotopietheorie, Ringspektren);</li> <li>• Dualitätssätze (Poincaré-Alexander-Lefschetz-Dualität);</li> <li>• Simpliciale Homotopietheorie (Simpliciale Mengen, geometrische Realisierung, Čech-Kohomologie);</li> <li>• Knotentheorie (Knotendiagramme, (polynomielle) Invarianten).</li> </ul>						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>		-				
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>		Algebraische Topologie 1				
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>		deutsch/englisch				
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>		-				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		regelmäßig				
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>		-				
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>		Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)				
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>		-				
<b>Sonstiges</b>		Dies ist der 2. Teil des Vertiefungszyklus Algebraische Topologie				

## Vertiefungszyklus Algebraische Zahlentheorie

Modul AZT1	Algebraische Zahlentheorie 1 <i>Algebraic Number Theory 1</i>					[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h					
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtun gsgrad	Kontaktzei t	Selbststudi um	Leistungsp unkte
Algebraische Zahlentheorie 1	V	1	WP	4 SWS	138	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						

Anwesenheit	-
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden der algebraischen Zahlentheorie und arithmetischen Geometrie und können diese situationsbedingt einsetzen,</li> <li>können Aufgaben in der algebraischen Zahlentheorie analysieren, lösen und erläutern.</li> </ul>	
<b>Inhalte</b>	
Zahlkörper und Ringe ganzer Zahlen; Dedekindringe; Minkowskitheorie, Klassengruppe, Einheiten, Verzweigungstheorie.	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodule Zahlentheorie und Algebra 1
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	-
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	-
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Algebraische Zahlentheorie

<b>Modul AZT2</b>	<b>Algebraische Zahlentheorie 2</b> <i>Algebraic Number Theory 2</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Algebraische Zahlentheorie 2	V	2	WP	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden der algebraischen Zahlentheorie und arithmetischen Geometrie und können diese situationsbedingt einsetzen,</li> <li>können Aufgaben in der algebraischen Zahlentheorie analysieren, lösen und erläutern,</li> <li>haben die fachlichen Grundlagen um sich in erste Fragestellungen in der Forschung in algebraischer Zahlentheorie einzuarbeiten.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							

Die Lehrveranstaltung umfasst eine Auswahl der folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertungstheorie, Lokale Körper, Klassenkörpertheorie,</li> <li>• Algorithmische Zahlentheorie;</li> <li>• Elliptische Kurven und Kryptographie;</li> <li>• Modulformen und Automorphe Formen;</li> <li>• Quadratische Formen und Algebraische K-Theorie;</li> <li>• Rationale Punkte auf algebraischen Varietäten, Étale Kohomologie,</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodule Zahlentheorie und Algebra 1
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	-
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	-
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der 2. Teil des Vertiefungszyklus Algebraische Zahlentheorie

## Vertiefungszyklus Funktionalanalysis

<b>Modul FAna2</b>	<b>Funktionalanalysis 2</b> <i>Functional Analysis 2</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Funktionalanalysis 2	V	1	WP	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Verständnis für und Kompetenz im Umgang mit abstrakten Begriffen, Methoden und Resultaten aus weiterführenden Bereichen der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme. Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, insbesondere auch über die hier behandelten mathematischen Inhalte.							
<b>Inhalte</b>							
Dualitätstheorie von Banachräumen; Kompakte Operatoren und Fredholmoperatoren; Spektralsatz für beschränkte selbstadjungierte Operatoren; Funktionalkalkül und holomorphe Banachraum-wertige Funktionen; $C^*$ -Algebren und GNS-Darstellung.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodul Funktionalanalysis						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Funktionalanalysis

<b>Modul FAna3</b>	<b>Funktionalanalysis 3</b> <i>Functional Analysis 3</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	
Funktionalanalysis 3	V	2	WP	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Verständnis für und Kompetenz im Umgang mit abstrakten Begriffen, Methoden und Resultaten aus weiterführenden Bereichen der Funktionalanalysis. Erfahrung mit der Einbettung konkreter Probleme in den funktionalanalytischen Begriffsrahmen und der Anwendung von entsprechenden abstrakten Methoden auf diese Probleme. Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, insbesondere auch über die hier behandelten mathematischen Inhalte.							
<b>Inhalte</b>							
Auswahl aus folgenden Themen: Variationsrechnung; Operatoralgebren; Topologische nichtlineare Analysis; Spektraltheorie auch für unbeschränkte Operatoren; Operatorhalbgruppen und Evolutionsgleichungen; Fourieroperatoren, Mikrolokale Analysis, Pseudodifferentialoperatoren; Topologische Algebren.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Funktionalanalysis 2						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der 2. Teil des Vertiefungszyklus Funktionalanalysis						

## Vertiefungszyklus Partielle Differentialgleichungen

<b>Modul PDiff2</b>	<b>Partielle Differentialgleichungen 2</b> <i>Partial Differential Equations 2</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						

Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)		1 Semester				
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtun gsgrad	Kontaktzei t	Selbststudi um	Leistungsp unkte
Partielle Differentialgleichungen 2	V	1	W	4 SWS	138	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	-					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben					
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Vertiefte Kenntnisse über Begriffe, Methoden und Techniken der Theorie der partiellen Differentialgleichungen.						
<b>Inhalte</b>						
Distributionen und Fouriertransformation; Sobolevräume und Hölderräume; Anfangswertaufgaben und Randwertaufgaben; schwache Lösungen; Anwendungen von partiellen Differentialgleichungen in den Naturwissenschaften						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>		-				
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>		Aufbaumodul Grundlagen der Partiellen Differentialgleichungen				
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>		Deutsch/englisch				
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>		-				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		regelmäßig				
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
<b>Sonstiges</b>		Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Partielle Differentialgleichungen.				

Modul PDiff3	Partielle Differentialgleichungen 3 <i>Partial Differential Equations 3</i>					[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h					
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtun gsgrad	Kontaktzei t	Selbststudi um	Leistungsp unkte
Partielle Differentialgleichungen 3	V	2	W	4 SWS	138	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	-					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben					
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Vertiefte Kenntnisse über Begriffe, Methoden und Techniken der Theorie der partiellen Differentialgleichungen.						
<b>Inhalte</b>						

Auswahl aus folgenden Themen: elliptische Gleichungen; parabolische Gleichungen; hyperbolische Gleichungen; kinetische Gleichungen; Variationsrechnung; topologische nichtlineare Analysis; Spektraltheorie; geometrische Analysis; mikrolokale Analysis und Pseudodifferentialoperatoren; fortgeschrittene Methoden der gewöhnlichen Differentialgleichungen.

<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodul Grundlagen der Partiellen Differentialgleichungen
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der 2. Teil des Vertiefungszyklus Partielle Differentialgleichungen.

### Vertiefungszyklus Differentialgeometrie

<b>Modul DG1</b>	<b>Differentialgeometrie 1</b> <i>Differential Geometry 1</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)</b>	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Differentialgeometrie 1	V	1	W	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Sicherer Umgang mit abstrakten Begriffen im Bereich der globalen Analysis. Erwerb von fortgeschrittenen Kenntnissen in der Theorie der Bündel und Zusammenhänge sowie der globalen Riemannschen Geometrie.							
<b>Inhalte</b>							
Lokaltriviale Faserungen und Faserbündel, Zusammenhänge, Geodätische, Levi-Civita Zusammenhang, verschiedene Krümmungsbegriffe.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodule Topologie, Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	regelmäßig						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	-						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Differentialgeometrie						

<b>Modul DG2</b>	<b>Differentialgeometrie 2</b> <i>Differential Geometry 2</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun- gsgrad</b>	<b>Kontaktzei- t</b>	<b>Selbststudi- um</b>	<b>Leistungsp- unkte</b>	
Differentialgeometrie 2	V	1	W	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben						
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Sicherer Umgang mit abstrakten Begriffen im Bereich der globalen Analysis. Erwerb von fortgeschrittenen Kenntnissen in der Theorie der Bündel und Zusammenhänge sowie der globalen Riemannschen Geometrie.							
<b>Inhalte</b>							
Auswahl aus folgenden Themen: Jacobifelder, Variationsrechnung, Vergleichssätze; Lorentzgeometrie und Anwendungen der Differentialgeometrie; Dirac Operatoren auf Semi-Riemannschen Mannigfaltigkeiten; Eichtheorie.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Differentialgeometrie 1							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
Deutsch/englisch							
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>							
-							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>							
regelmäßig							
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
-							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>							
Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>							
Dies ist der 2. Teil des Vertiefungszyklus Differentialgeometrie							

## Vertiefungszyklus Stochastik

<b>Modul Sto2</b>	<b>Stochastik 2</b> <i>Probability Theory 2</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun- gsgrad</b>	<b>Kontaktzei- t</b>	<b>Selbststudi- um</b>	<b>Leistungsp- unkte</b>	
Stochastik 2	V	1	W	4 SWS	138	6 LP	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	-						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						

Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>	
Problemlösungskompetenz und wesentlich vertiefte Kenntnisse in den zentralen Themenbereichen der modernen Stochastik. Durch Spezialisierung (Vorlesung in fortgeschrittener Stochastik) wird danach in einem ausgewählten Spezialgebiet der Weg zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten vorbereitet.	
<b>Inhalte</b>	
Eine Auswahl aus beispielsweise den folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvergenz von Maßen,</li> <li>• Kolmogorov'scher Erweiterungssatz, Charakteristische Funktionen und Zentraler Grenzwertsatz für Schemata, Stochastische Prozesse,</li> <li>• Martingale, Markovprozesse,</li> <li>• Eigenschaften der Brown'schen Bewegung,</li> <li>• Satz vom iterierten Logarithmus,</li> <li>• Austauschbare Verteilungen, Invarianzprinzipien,</li> <li>• Einbettungssätze, Große Abweichungen.</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Aufbaumodul Stochastik 1
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im WS
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der erste Teil des Vertiefungszyklus Stochastik

<b>Modul Sto3</b>	<b>Stochastik 3</b> <i>Probability Theory 3</i>					[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP					
<b>6</b>	12 LP = 180 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
Stochastik 3	V	2	W	4 SWS	138	6 LP
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	-					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Art und Dauer der Leistungsüberprüfung wird spätestens zu Beginn der Vorlesungszeit bekannt gegeben					
Modulprüfung	siehe Vertiefungsbereich					
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Problemlösungskompetenz und wesentlich vertiefte Kenntnisse in den zentralen Themenbereichen der modernen Stochastik. Durch Spezialisierung (Vorlesung in fortgeschrittener Stochastik) wird danach in einem ausgewählten Spezialgebiet der Weg zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten vorbereitet.						
<b>Inhalte</b>						

Eine Auswahl aus beispielsweise den folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastische Prozesse, Markovprozesse,</li> <li>• Eigenschaften der Brown'schen Bewegung,</li> <li>• Satz vom iterierten Logarithmus,</li> <li>• Austauschbare Verteilungen, Invarianzprinzipien,</li> <li>• Einbettungssätze, Große Abweichungen, stochastische Integration</li> <li>• (Itô-Kalkül), stochastische Differentialgleichungen, Punktprozesse.</li> </ul>	
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	-
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Stochastik 2
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch/englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	-
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im SS
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Studiengangsbeauftragte(r) (siehe Institutsseite)
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Dies ist der zweite Teil des Vertiefungszyklus Stochastik

## Module im Nebenfach Geschichte des B.Sc.-Studiengangs

<b>Modul GeschNatBSc</b>	<b>Geschichte der Naturwissenschaften</b> <i>History of Natural Sciences</i>					<b>[Modul-Kennnummer ]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	12 LP = 360 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	2 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun- gsgrad</b>	<b>Kontaktzei- t (SWS)</b>	<b>Selbststudi- um</b>	<b>Leistungsp- unkte</b>
Geschichte der Naturwissenschaften I	V	1	P	2	69	3
Einführung in das wissenschaftshistorische Arbeiten	S	1	P	2	69	3
Geschichte der Naturwissenschaften II	V	2	P	2	69	3
Lektürekurs	L	2	P	2	69	3
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Hausarbeit (Seminar), Vortrag (Lektürekurs)					
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30 Minuten)					

<b>Modul GeschMathBSc</b>	<b>Geschichte der Mathematik</b> <i>History of Mathematics</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>15 LP = 450 h</b>						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>3 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	
Geschichte der Naturwissenschaften I	HS	3	P	2	129	5	
Lektürekurs	L	4	P	2	99	4	
Kulturgeschichte der Mathematik	V	5	P	4	159	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Vortrag und Hausarbeit (Hauptseminar)						
Modulprüfung	Klausur zur Kulturgeschichte (90 Minuten)						

## Module im Nebenfach Geschichte des M.Sc.-Studiengangs

<b>Modul GeschNatMSc</b>	<b>Geschichte der Naturwissenschaften II</b> <i>History of Natural Sciences</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>8 LP = 240 h</b>						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1 Semester</b>						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>	
Geschichte der Naturwissenschaften II	HS	1/2	P	2	129	5	
Lektürekurs	L	1/2	P	2	79	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Vortrag und Hausarbeit (Hauptseminar)						
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (20-30 Minuten)						

<b>Modul GeschMathMSc</b>	<b>Geschichte der Mathematik II</b> <i>History of Mathematics</i>						<b>[Modul-Kennnummer]</b>
---------------------------	--	--	--	--	--	--	---------------------------

<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>Pflichtmodul</b>					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	<b>10 LP = 300 h</b>					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	<b>1 Semester</b>					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtun gsgrad</b>	<b>Kontaktzei t (SWS)</b>	<b>Selbststudi um</b>	<b>Leistungsp unkte</b>
Geschichte der Mathematik II	V	1/2	P	2	129	5
Geschichte der Mathematik	HS	1/2	P	2	99	5
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Essay (Vorlesung), Vortrag (Hauptseminar),					
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30 Minuten)					