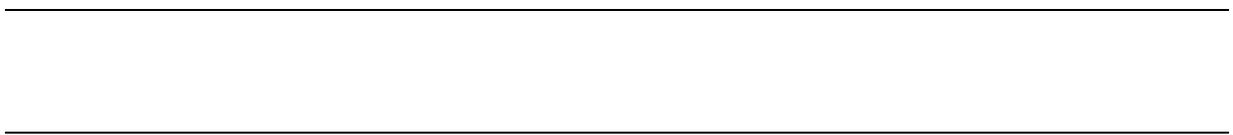


Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

**Nichtamtliche Lesefassung** der  
**Fachspezifische Studien- und Prüfungs-**  
**ordnung für den Masterstudiengang**  
**Mathematik**

**Überfachlicher Wahlpflichtbereich für andere Master-**  
**studiengänge**



# Fachspezifische Studienordnung

## für den Masterstudiengang „Mathematik“

Diese nichtamtliche Lesefassung, entspricht der Studienordnung Mathematik inklusive der ersten und zweiten Änderung. Rechtswirksam sind nur die offiziellen Dokumente aus dem Ämtlichen Mitteilungsblatt der HU.

- § 1 Anwendungsbereich
- § 2 Beginn des Studiums
- § 3 Ziele des Studiums
- § 4 Lehrveranstaltungsarten
- § 5 Module des Studiums
- § 6 Module für den überfachlichen Wahlpflichtbereich anderer Masterstudiengänge
- § 7 In-Kraft-Treten

**Anlage 1:** Modulbeschreibungen

**Anlage 2:** Idealtypischer Studienverlaufsplan ohne Auslandssemester

**Anlage 3:** Idealtypischer Studienverlaufsplan mit Auslandssemester

### § 1 Anwendungsbereich

Diese Studienordnung enthält die fachspezifischen Regelungen für den Masterstudiengang Mathematik. Sie gilt in Verbindung mit der fachspezifischen Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Mathematik und der Fächerübergreifenden Satzung zur Regelung von Zulassung, Studium und Prüfung (ZSP-HU) in der jeweils geltenden Fassung.

### § 2 Beginn des Studiums

Das Studium kann zum Winter- und Sommersemester aufgenommen werden.

### § 3 Ziele des Studiums

(1) Das Studium zielt auf die Vermittlung eines vertieften Einblickes in Forschungsthemen der Mathematik und damit auch des konzeptionellen Rüstzeuges für eine anschließende Promotion. Gleichzeitig erlangen die Studentinnen und Studenten die notwendigen fachlichen und persönlichen Qualifikationen für Positionen mit Leitungsverantwortung. Absolventinnen und Absolventen sollten über die oben genannten Anforderungen hinaus die folgenden Kompetenzen erworben haben:

- Kenntnis der mathematischen Hauptdisziplinen, ihrer methodischen Ansätze und wechselseitige Beziehungen,
- Studium aktueller Forschungsliteratur,

- Befähigung zur Darstellung und wissenschaftlichen Bearbeitung mathematischer Probleme im Rahmen der Masterarbeit.

Die Mathematik ist seit der Antike international und beschäftigt sich mit Objekten, Gesetzmäßigkeiten und Problemen, die ursprünglich aus konkreten Sachverhalten der Anschauung, der Naturwissenschaften, der Technik und der Wirtschaft sowie vielen anderen Bereichen stammen, und die sie durch Abstraktion über längere Zeiträume zu selbstständigen Theorien und Strukturen entwickelt. Die im Rahmen solcher mathematischer Theorien erzielten Ergebnisse können wiederum in vielen Gebieten der Wissenschaft und Praxis angewendet werden.

(2) Der erfolgreiche Abschluss des Studiums qualifiziert für eine eigenverantwortliche mathematische Tätigkeit in Industrie und Wirtschaft und vermittelt die Eignung als wissenschaftliche Mitarbeiterin oder wissenschaftlicher Mitarbeiter an wissenschaftlichen oder öffentlichen Institutionen. Der Abschluss des Studiums bildet auch die Grundlage für ein anschließendes Promotionsstudium im In- oder Ausland.

### § 4 Lehrveranstaltungsarten

(1) Lehrveranstaltungsarten sind über die in der ZSP-HU benannten Lehrveranstaltungsarten hinaus auch Mathematik-Übungen.

(2) Mathematik-Übung (MU): Mathematik-Übungen unterstützen die aktive, selbstständige Aneignung sowie die Anwendung des Stoffes einer Vorlesung. Es werden Aufgaben gestellt und unter Anleitung gelöst. Außerdem werden Übungsaufgaben als Hausaufgaben gestellt und müssen selbstständig gelöst werden, was ein besonders wichtiger Bestandteil des Studiums ist, da ohne diese aktive Auseinandersetzung Mathematik nicht erlernbar ist.

### § 5 Module des Studiums

Der Masterstudiengang Mathematik beinhaltet folgende Module im Umfang von insgesamt 120 LP:

(a) Pflichtbereich (30 LP)

**Masterarbeit**

(b) Fachlicher Wahlpflichtbereich (70 LP)

Im Wahlpflichtbereich werden regelmäßig die unten aufgeführten Module angeboten.

Module aus dem fachlichen Wahlpflichtbereich des Bachelorstudienganges Mathematik (Monostudiengang) der Humboldt-Universität zu Berlin können in einem maximalen Umfang von 40 LP im Masterstudium absolviert werden, soweit sie im Rahmen des Bachelorstudiums nicht gewählt wurden.

- Modul M1:** Mathematische Prinzipien der Kontinuumsmechanik, 10 LP
- Modul M2:** Nichtlineare partielle Differentialgleichungen, 10 LP
- Modul M3:** Nichtlineare Funktionalanalysis und schwache Konvergenz, 10 LP
- Modul M4:** Mehrdimensionale Variationsrechnung, 10 LP
- Modul M5:** Algebraische Gruppen / Liealgebren, 10 LP
- Modul M6:** Arithmetische Geometrie, 10 LP
- Modul M7:** Automorphe Formen / Modulformen, 10 LP
- Modul M8:** Zahlentheorie II, 10 LP
- Modul M9:** Themen in der modernen algebraischen Geometrie, 10 LP
- Modul M10:** Differentialgeometrie II, 10 LP
- Modul M11:** Differentialgeometrie III, 10 LP
- Modul M12:** Differentialgeometrie IV, 10 LP
- Modul M13:** Ausgewählte Themen der Differentialgeometrie, 5 LP
- Modul M14:** Topologie II, 10 LP
- Modul M15:** Algebraische Geometrie I, 10 LP
- Modul M16:** Algebraische Geometrie II, 10 LP
- Modul M17:** Numerik partieller Differentialgleichungen II, 10 LP
- Modul M18:** Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen, 10 LP
- Modul M19:** Optimierung bei partiellen Differentialgleichungen, 10 LP
- Modul M20:** Stochastische Optimierung, 5 LP
- Modul M21:** Theorie und Verfahren der nichtglaten Optimierung, 10 LP
- Modul M22:** Ausgewählte Themen der Numerischen Mathematik, 5 LP
- Modul M23:** Ausgewählte Themen der Optimierung, 5 LP

- Modul M24:** Stochastische Analysis, 10 LP
- Modul M25:** Stochastische Finanzmathematik II, 10 LP
- Modul M26:** Ausgewählte Themen der Finanz- und Versicherungsmathematik, 5 LP
- Modul M27:** Ausgewählte Themen der Stochastik, 5 LP
- Modul M28:** Mathematische Statistik, 10 LP
- Modul M29:** Nichtparametrische Statistik, 10 LP
- Modul M30:** Statistik stochastischer Prozesse, 5 LP
- Modul M31:** Gruppentheorie in der Physik, 7 LP
- Modul M32:** Einführung in die Quantenfeldtheorie, 10 LP
- Modul M33:** Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie, 7 LP
- Modul M34:** Hopf-Algebren: Renormierung und die Renormierungsgruppe, 7 LP
- Modul M35:** Bewegungsgleichungen und Quantisierung nicht-abelscher Eichtheorien, 7 LP
- Modul M36:** Ausgewählte Themen der Algebra, 5 LP
- Modul M37:** Vertiefende Themen der Stochastik, 10 LP
- Modul M38:** Ausgewählte Themen der Angewandten Analysis, 5 LP
- Modul M39:** Spezielle Themen der Mathematik, 5 LP
- Modul M40:** Ausgewählte Kapitel der Mathematik, 10 LP

(c) Überfachlicher Wahlpflichtbereich (20 LP)

Im überfachlichen Wahlpflichtbereich sind Module aus den hierfür vorgesehenen Modulkatalogen anderer Fächer oder zentraler Einrichtungen im Umfang von insgesamt 20 LP nach freier Wahl zu absolvieren.

**§ 6 Module für den überfachlichen Wahlpflichtbereich anderer Masterstudiengänge**

Für den überfachlichen Wahlpflichtbereich anderer Masterstudiengänge werden alle Module des Masterstudienganges Mathematik angeboten, einschließlich der gemäß § 5 (b) auch im Masterstudiengang Mathematik absolvierbaren Module des fachlichen Wahlpflichtbereiches des Bachelorstudienganges Mathematik (Monostudiengang).

## Anlage 1: Modulbeschreibungen

<b>Modul M1: Mathematische Prinzipien der Kontinuumsmechanik</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erlernen die verschiedenen Modellierungsstufen in der Kontinuumsmechanik. Sie erwerben ein systematisches Verständnis für das Zusammenwirken physikalischer Prinzipien und mathematischer Strukturen. Sie können verschiedene Modelle der Kontinuumsmechanik herleiten und einordnen.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Funktionalanalysis“ und „Partielle Differentialgleichungen“ aus dem Bachelorstudium			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundprinzipien der mathematischen Modellierung: Bilanz- und Ratengleichungen, Prinzipien der Thermodynamik, Energieerhaltung und Entropiesatz; Materialeigenschaften und konstitutive Gesetze, treibende Kräfte und chemisches Potential</li> <li>- Symmetrien und Erhaltungssätze, Eichsymmetrie, Satz von Noether, Variationsprinzipien, geometrische Evolution, Dissipationsmetrik</li> <li>- Herleitung, Einordnung und grundlegende Diskussion folgender Modelle: Maxwell'sche Gleichungen, Schrödinger-Gleichung, kinetische Theorie, Boltzmann-Gleichung, Euler- und Navier-Stokes-Gleichung, lineare und nichtlineare Thermoelastizität, Phasenfeldmodelle, Hysterese, Plastizität freie Randwertprobleme (Stefan-Problem, Minimalflächen, elektrochemische Oberflächenerzeugung).</li> </ul>
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung <sup>1</sup> ; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<sup>1</sup> Hier und in den übrigen Modulbeschreibungen gilt: Die Art der Prüfung, sowie bei Klausuren deren Dauer, wird durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

**Modul M2: Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben Verständnis und Anwendungskompetenz im Bereich der nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen. Sie beherrschen die wesentlichen Konstruktionsprinzipien für Lösungen für verschiedene Klassen von Problemen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Funktionalanalysis“ und „Partielle Differentialgleichungen“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elliptische Gleichungen: Monotone Operatoren, p-Laplace-Gleichung, stationäre Diffusionsprozesse, Variationsungleichungen</li> <li>- Hyperbolische Systeme: Quasilineare symmetrische hyperbolische Systeme, Riemann-Invarianten, Entropiebedingung, div-curl-Lemma, maßwertige Lösungen</li> <li>- Parabolische Probleme: Semi- und quasilineare Systeme, lokale und globale Lösungen, schwache Lösungen, Regularität.</li> <li>- Anwendungen auf Reaktionsdiffusionssysteme, Cahn-Hilliard-Gleichung, Probleme der Strömungsmechanik wie Gasdynamik und Navier-Stokes-Gleichung.</li> </ul>
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<b>Modul M3: Nichtlineare Funktionalanalysis und schwache Konvergenz</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben Verständnis und Anwendungskompetenz im Bereich der nichtlinearen Funktionalanalysis. Sie können deren Konzepte auf konkrete Integral- und Differentialgleichungen anwenden und die Theorie der schwachen Konvergenz für nichtlineare Probleme benutzen.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Funktionalanalysis“ und „Partielle Differentialgleichungen“ aus dem Bachelorstudium			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Fixpunktesätze von Brouwer, Schauder und Tychonov; monotone und pseudomonotone Operatoren, Moreau-Yosida-Regularisierung, Satz von Browder-Minty; mengenwertige Operatoren, Subdifferenziale, Variationsungleichungen; Konvergenz von Operatorfamilien, G-Konvergenz; Prinzipien der schwachen Konvergenz, div-curl-Lemma; Homogenisierung, Zweiskalenkonvergenz; Anwendungen auf konkrete Differential- und Integralgleichungen.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M4: Mehrdimensionale Variationsrechnung**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten können mit der ersten und zweiten Variation von Integralfunktionalen umgehen und verstehen deren Verbindung zu partiellen Differentialgleichungen. Sie können die Resultate dieser Theorie auf verschiedene mathematische und physikalische Problemstellungen anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Funktionalanalysis“ und „Partielle Differentialgleichungen“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Erste und zweite Variation mehrdimensionaler Integralfunktionale; abstrakte Minimierungstheorie, direkte Methode der Variationsrechnung, schwache Unterhalbstetigkeit; diverse Konvexitäten: Rang-1-, Poly- und Quasikonvexität; Existenzsätze für globale Minimierer in Sobolevräumen; Extrema unter Nebenbedingungen, Eigenwertprobleme; Anwendungen wie z.B. Minimalflächen, Quantenmechanik, lineare und nichtlineare Elastizitätstheorie.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M5: Algebraische Gruppen / Lie-Algebren**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten verstehen das Konzept der Algebraischen Gruppen und Lie-Algebren sowie deren Wechselbeziehung. Sie kennen zentrale Struktur- und Klassifikationsresultate hierzu und können diese beim Studium verschiedener spezieller Klassen solcher Objekte anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Lineare Algebra und analytische Geometrie I“ und algebraische Inhalte des Moduls „Algebra und Funktionentheorie“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Benennung und Studium wichtiger Klassen algebraischer Gruppen (unipotente, auflösbare, diagonalisierbare, einfache, halbeinfache, reductive etc.) und Untergruppenbeziehungen (Borel, parabolisch, unipotenten Radikal etc.); Lie-Algebren: Derivationen, universelle Einhüllende, Satz von Poincaré-Birkhoff-Witt, wichtige Klassen von Lie-Algebren (nilpotente, auflösbare, halbeinfache etc.); weitere vertiefte Themen wie z.B. Klassifikationssätze für Lie-Algebren und algebraische Gruppen, Darstellungstheorie algebraischer Gruppen und Lie-Algebren, kombinatorische Aspekte der Strukturtheorie von Lie-Algebren.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M6: Arithmetische Geometrie**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten beherrschen Theorie und Denkweise der Arithmetischen Geometrie, welche zahlentheoretische Methoden fruchtbar mit geometrischen verknüpft. Sie können diese zur Untersuchung der Lösungen polynomialer Gleichungen über endlichen Körpern, Zahlkörpern und  $p$ -adischen Körpern anwenden. Sie sind in der Lage, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen der Arithmetischen Geometrie selbstständig zu studieren.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Algebra II“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Mögliche Programme sind: (1) Arithmetik elliptischer Kurven bzw. abelscher Varietäten, beispielsweise die Sätze von Hasse-Weil und Mordell-Weil (2) Arithmetik glatter projektiver Kurven vom Geschlecht größer eins, beispielsweise der Satz von Weil oder der Beweis der Mordellvermutung über die Endlichkeit rationaler Punkte nach Bombieri (3) Einführung in die Theorie arithmetischer Flächen bis hin zum Beweis des arithmetischen Riemann-Rochschen Satzes nach Faltings (4) Einführung in die nicht-archimedische Analysis / rigide Geometrie.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M7: Automorphe Formen / Modulformen**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten können mit dem Konzept der Modulformen bzw. automorphen Formen umgehen. Sie verstehen die zentrale Stellung dieser Theorie im Wechselspiel verschiedener Gebiete der Mathematik (u.a. Algebraische Geometrie, Darstellungstheorie, Komplexe Analysis, Zahlentheorie) und sind in der Lage, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen auf diesem Gebiet selbstständig zu studieren.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Algebra II“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Mögliche Programme sind: (1) Einführung in die Theorie der elliptischen Funktionen und der elliptischen Modulformen (2) Einführung in die Theorie der automorphen Darstellungen (lokal/global) (3) Einführung in die Theorie der Shimura-Varietäten.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M8: Zahlentheorie II**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erlangen eine vertiefte Einsicht in ausgewählte Fragestellungen der Zahlentheorie und sind fähig, Techniken aus verschiedenen Teilgebieten der Mathematik (komplexe Analysis, nichtarchimedische Analysis, arithmetische algebraische Geometrie, Darstellungstheorie) auf diese Fragestellungen anzuwenden. Mit Hilfe dieser Techniken können sie versteckte Beziehungen zwischen verschiedenartigen arithmetischen Objekten erkennen und erklären.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Zahlentheorie“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Mögliche Programme sind: (1) Klassenkörpertheorie: die Theorie der abelschen Erweiterungskörper eines (globalen oder lokalen) Zahlkörpers (2) Analytische Zahlentheorie (Zetafunktionen, L-Funktionen, Thetafunktionen, Langlandsprogramm) (3) Arithmetik lokaler Körper (Darstellungen ihrer absoluten Galoisgruppen, lokales Langlandsprogramm, p-divisible Gruppen, nichtarchimedische Analysis).
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M9: Themen in der modernen algebraischen Geometrie**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten lernen moderne Methoden der Algebraischen Geometrie kennen und können diese anwenden. Sie erwerben eine vertiefte Einsicht in ausgewählte Fragestellungen der Algebraischen Geometrie und sind in der Lage, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen auf diesem Gebiet selbstständig zu studieren.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Algebraische Geometrie I“

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Mögliche Themen sind: (1) Der Modulraum von Kurven (Konstruktion des Modulraums, stabile Kurven und Deligne-Mumford-Kompaktifizierung, Untersuchung über die feinere Geometrie des Modulraums) (2) Birationale algebraische Geometrie und die Theorie der minimalen Modelle (3) Einführung in die Untersuchung von abelschen Varietäten (4) Hodge-Theorie (Kähler-Mannigfaltigkeiten, Garben, Kohomologie und der Satz von Hodge, Polarisierungen und Hodge-Strukturen).
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

<b>Modul M10: Differentialgeometrie II</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten kennen Differentialformen und ihre Integration auf Mannigfaltigkeiten. Sie sind mit den Anfangsgründen der Riemannschen oder der symplektischen Geometrie vertraut.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte des Moduls „Differentialgeometrie I“ aus dem Bachelorstudium			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	- Differentialformen, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes für Differentialformen, - Anfänge der Riemannschen oder der symplektischen Geometrie, z.B.: Beziehungen zwischen Topologie und Krümmung, - Geometrie isometrischer Immersionen, - Hamiltonmechanik, Symplektomorphismen und Satz von Darboux.
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M11: Differentialgeometrie III**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studierenden können mit Faserbündeln umgehen, insbesondere Hauptfaserbündeln und dazu assoziierten Vektorbündeln. Sie sind mit dem Begriff der Zusammenhänge und deren Krümmungen in solchen Bündeln vertraut. Sie können diese Techniken in ausgewählten Gebieten der Differentialgeometrie anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Differentialgeometrie I“ (aus dem Bachelorstudium), Differentialformen und deren Differential und Integral aus dem Modul „Differentialgeometrie II“

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Einführung in die Differentialgeometrie auf Faserbündeln mit ausgewählten Anwendungen. Grundlegende Themen: Hauptfaserbündel, Vektorbündel, Zusammenhänge, Krümmungen, Parallelverschiebung. Mögliche Anwendungsthemen: - Holonomietheorie, - Charakteristische Klassen in der De Rham-Kohomologie und Krümmung, - Yang-Mills-Gleichung, - Vertiefende Aspekte der Riemannschen Geometrie (z.B. homogene und symmetrische Räume, spezielle Geometrien), - Vertiefende Aspekte der symplektischen Geometrie (z.B. symplektische Faserungen, Satz von Riemann-Roch).
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

<b>Modul M12: Differentialgeometrie IV</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studierenden können mit geometrisch definierten Differentialoperatoren umgehen und verstehen Zusammenhänge zwischen deren analytischen und geometrischen Eigenschaften.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Differentialgeometrie I“ (aus dem Bachelorstudium), „Differentialgeometrie III“; Differentialformen und deren Differential und Integral aus dem Modul „Differentialgeometrie II“			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Mögliche Themen: - Dirac-Operatoren und Spin-Geometrie, - Laplace-Operatoren auf Funktionen und Differentialformen, Hodge-Theorie, Spektralgeometrie, - Pseudo-holomorphe Kurven und Floer-Theorie.
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

<b>Modul M13: Ausgewählte Themen der Differentialgeometrie</b>		Leistungspunkte: 5	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen aktuelle Entwicklungen in der Differentialgeometrie und haben auf einem forschungsrelevanten Gebiet vertiefte Kenntnisse.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte des Moduls „Differentialgeometrie I“ (aus dem Bachelorstudium) sowie mindestens zweier weiterer Differentialgeometrie-Module			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Ausgewählte und vertiefende Themen der aktuellen Entwicklung der Differentialgeometrie.
MU	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M14: Topologie II**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten sind mit grundlegenden Konzepten der homologischen Algebra vertraut und können diese auf Probleme der Algebraischen Topologie anwenden. Sie können mit Kohomologiegruppen umgehen, diese mittels geeigneter Methoden in verschiedenen Situationen berechnen und kennen zentrale Strukturresultate hierzu.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Topologie I“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	- Kohomologie und Cup-Produkt, Dualitäten und universelle Koeffizienten, Künneth-Formeln, - Vektorbündel und charakteristische Klassen, - Weiterführende Themen wie z.B.: Morsetheorie, Satz von de Rham, Homotopiegruppen, Spektralfolgen, K-Theorie.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M15: Algebraische Geometrie I**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten kennen Konzepte und Methoden der Algebraischen Geometrie und können mit Varietäten und Schemata umgehen. Sie sind fähig, algebraische Methoden in geometrischen Strukturen anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Algebra II“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	(1) Affine und projektive Varietäten (2) Morphismen zwischen Varietäten (3) Garben (4) Schemata (5) Ebene Kurven, lokale Ringe (6) Hilbert-Polynome und Syzygien (7) Dimensionstheorie und endliche Morphismen (8) Tangentialkegel und Singularitäten (9) Divisoren und lineare Systeme
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M16: Algebraische Geometrie II**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben vertiefte Kompetenzen zum Umgang mit algebraischen Varietäten. Sie sind in der Lage, kohomologische Methoden auf Probleme der Algebraischen Geometrie anzuwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Algebraische Geometrie I“

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Ausgewählte Themen aus der Algebraischen Geometrie. Mögliche Themenblöcke sind: (1) Eigenschaften von Schemata (2) Kohärente Garben (3) Kohomologische Methoden und Verschwindungssätze (4) Serre-Dualität und der allgemeine Satz von Riemann-Roch (5) Algebraische Flächen (6) Chern-Klassen und Schnitttheorie
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M17: Numerik partieller Differentialgleichungen II**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten verfügen über vertiefte Kenntnisse im Bereich Numerischer Verfahren für partielle Differentialgleichungen und Variationsungleichungen in Anwendungen. Sie erwerben einen Einblick in aktuelle Forschungsthemen zur Numerik partieller Differentialgleichungen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Partielle Differentialgleichungen“, „Funktionalanalysis“, „Numerik partieller Differentialgleichungen I“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Variationsungleichungen und Kontaktprobleme, lineare und nichtlineare Elastizitätstheorie, Navier-Stokes Gleichungen, Maxwell-Gleichungen; Gebietszerlegungsmethoden, Mehrgittermethoden.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; Bearbeitung von schriftlichen Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche) und Programmieraufgaben	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M18: Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben vertiefte Kenntnisse zur Theorie und Numerik Differential-Algebraischer Gleichungssysteme. Sie sind in der Lage, Praxisprobleme numerisch zu lösen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen“ aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Lösbarkeit Differential-Algebraischer Gleichungen, Kronecker-Index, Störungsindex, Entkopplungskonzepte, numerische Verfahren für Anfangswertprobleme Differential-Algebraischer Gleichungen, konsistente Anfangswerte, numerische und asymptotische Stabilität, Lösung von Anwendungsproblemen aus der Elektronik, Mechanik, Medizin, Gas- und Wasserversorgung.
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<b>Modul M19: Optimierung bei partiellen Differentialgleichungen</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten kennen die Theorie und Numerik für Optimierungsprobleme mit partiellen Differentialgleichungen als Nebenbedingungen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die erworbenen Kenntnisse auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Partielle Differentialgleichungen“ (aus dem Bachelorstudium), „Numerik partieller Differentialgleichungen I“ (aus dem Bachelorstudium), „Variationsrechnung und Optimale Steuerung“			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Optimale Steuerung elliptischer partieller Differentialgleichungen 2. Ordnung; Steuerungs- und Zustandsschranken; Regularität der Restriktionen; Optimalitätsbedingungen 1. und 2. Ordnung; Verteilte vs. Randsteuerung; Numerische Behandlung (projizierte Gradienten-, verallgemeinerte Newton-Verfahren); Behandlung von Problemen mit parabolischen partiellen Differentialgleichungen.
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<b>Modul M20: Stochastische Optimierung</b>			Leistungspunkte: 5
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben grundlegende Kenntnisse im Bereich der stochastischen Optimierung. Sie können einfache Optimierungsprobleme unter Ungewissheit lösen.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module Analysis I und II, Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II, Stochastik I sowie Nichtlineare Optimierung aus dem Bachelorstudium			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Stochastische Optimierungsmodelle, Anwendungen, Eigenschaften von Erwartungswertfunktionalen, zweistufige lineare stochastische Optimierungsmodelle, Optimalität und Dualität, diskrete Approximationen und Dekomposition, Wahrscheinlichkeitsrestriktionen: Eigenschaften und numerische Berechnung, Risikofunktionale.
MU	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M21: Theorie und Verfahren der nichtglatten Optimierung**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten lernen Ideen kennen, wie man mit Nichtdifferenzierbarkeit umgehen kann. Sie verstehen grundlegende Definitionen, Sätze und ihre Zusammenhänge. Sie sind mit wenigstens einem Standardverfahren im Detail vertraut.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module Analysis I und II, Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II sowie Nichtlineare Optimierung aus dem Bachelorstudium

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Nichtglatte Optimierungsaufgaben entstehen vor allem dann, wenn Lösungen gegebener Aufgaben in weitere Probleme eingehen (hierarchische, multiphase oder multilevel Probleme; s. auch „Variational Analysis“ in der Literatur). In der Regel sind dann wesentliche Funktionen nicht differenzierbar. Schwerpunkte: Subdifferenziale, Variationsprinzipien, verallg. Ableitungen, stabile Lösungen, Optimalitätsbedingungen, Lipschitz-Funktionen, mehrwertige Abbildungen, nichtglatte Newton-Verfahren, Komplementarität und NCP-Funktionen.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

<b>Modul M22: Ausgewählte Themen der Numerischen Mathematik</b>			Leistungspunkte: 5
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten in aktuellen, forschungsrelevanten Gebieten der Numerischen Mathematik. Sie sind in der Lage, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen (auch interdisziplinäre) selbstständig zu studieren.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Wünschenswert: Inhalte der Module „Partielle Differentialgleichungen“ (aus dem Bachelorstudium), „Numerik partieller Differentialgleichungen I“ (aus dem Bachelorstudium), „Numerik partieller Differentialgleichungen II“, „Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen“			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Vertiefung in ausgewählte aktuelle Gebiete der Numerischen Mathematik und deren Anwendung sowie Heranführen an aktuelle forschungsrelevante Themen. Beispiele möglicher Themen sind Vertiefungen in der Numerik partieller Differentialgleichungen sowie die Numerik gekoppelter Systeme partieller Differentialgleichungen und Differential-Algebraischer Gleichungen. Weitere Themen können parallele Algorithmen, schnelle Löser, etc. sein.
MU	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<b>Modul M23: Ausgewählte Themen der Optimierung</b>		Leistungspunkte: 5	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten in aktuellen, forschungsrelevanten Gebieten der Optimierung. Sie sind in der Lage, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen (auch interdisziplinäre) selbstständig zu studieren.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Partielle Differentialgleichungen“ (aus dem Bachelorstudium), „Numerik partieller Differentialgleichungen I“ (aus dem Bachelorstudium), „Variationsrechnung und Optimale Steuerung“			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Vertiefung in ausgewählte Gebiete der Optimierung und deren Anwendung sowie Heranführung an aktuelle forschungsrelevante Bereiche in der Optimierung. Beispiele möglicher Themen sind: Form- und Topologieoptimierung, Globale Optimierung, Inverse Probleme, Mathematische Bildverarbeitung, Multikriterielle Optimierung und Stochastische Optimierung.
MU	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<b>Modul M24: Stochastische Analysis</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben Kenntnisse wichtiger Klassen stochastischer Prozesse in kontinuierlicher Zeit und erlernen den Umgang mit dem Itô-Kalkül der stochastischen Analysis. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen dem stochastischen Paradigma der Teilchenbewegung und analytischen Konzepten.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Analysis I“, „Analysis II“, „Stochastik I“, „Stochastik II“ aus dem Bachelorstudium; empfohlen werden maßtheoretische Grundlagen aus „Analysis III“			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Brownsche Bewegung und ihre Feinstruktur, Martingale in stetiger Zeit, stochastische Integration, Itô-Formel, Maßwechsel, Martingaldarstellungssatz, stochastische Differentialgleichungen und Diffusionen, Zusammenhang zwischen Diffusionstheorie und der Theorie partieller Differentialgleichungen, harmonische Funktionen, Anwendungsbeispiele.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M25: Stochastische Finanzmathematik II**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten lernen zeitstetige stochastische Modelle der Finanzmathematik und typische Anwendungsbeispiele kennen. Sie beherrschen stochastische Methoden zur Modellierung und besitzen die Fähigkeit, finanzmathematische Fragestellungen zu analysieren und entsprechende Modelle zu diskutieren. Sie erlangen eine höhere Abstraktionsfähigkeit und vertiefen das Verständnis der Theorie und Anwendungen von stochastischen Prozessen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
 Inhalte der Module „Stochastik I“, „Stochastik II“ aus dem Bachelorstudium.  
 Empfohlen wird „Stochastische Analysis“ ggf. parallel zu hören. Auch „Stochastische Finanzmathematik I“ (aus dem Bachelorstudium) ist hilfreich, wird aber nicht vorausgesetzt.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Zeitstetige Modelle der Finanzmathematik, Diffusionsmodelle und Martingalmethoden aus der stochastischen Analysis, Anwendung auf die Bewertung und Absicherung von Finanzrisiken und derivativen Instrumenten, wie zum Beispiel Zins- oder Aktienderivaten. Ausgewählte ergänzende Themen, wie z.B. dynamische Risikomaße, Modellunsicherheit oder Portfoliooptimierung.
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M26: Ausgewählte Themen der Finanz- und Versicherungsmathematik**

Leistungspunkte:

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten vertiefen die Kenntnisse moderner Wahrscheinlichkeitstheoretischer Methoden und ihrer Anwendungen. Sie erwerben eine höhere Abstraktionsfähigkeit und erhalten eine Einführung in aktuelle Forschungsgebiete und Anwendungsfelder der Stochastik. Sie erlangen die Befähigung zum Studium von (auch interdisziplinärer) Fachliteratur.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Stochastik I“, „Stochastik II“ aus dem Bachelorstudium. Empfohlen wird außerdem ein passendes weiterführendes Modul, wie z.B. „Stochastische Finanzmathematik II“.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Vertiefung ausgewählter Themen aus der Finanz- und Versicherungsmathematik oder der mathematischen Wirtschaftstheorie. Beispiele sind Risikomanagement, Liquiditäts- oder Kreditrisiken, unvollständige Märkte,  Modellunsicherheit, Risikothorie sowie andere Fragestellungen der Versicherungsmathematik, Monte-Carlo-Verfahren und numerische Methoden, Spieltheorie oder Gleichgewichtsprobleme.
MU	<u>1 SWS</u> <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Aufgaben (in der Regel 1 Übungsaufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M27: Ausgewählte Themen der Stochastik**

Leistungspunkte: 5

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten vertiefen die Kenntnisse moderner stochastischer Methoden und ihrer Anwendungen. Sie erwerben eine höhere Abstraktionsfähigkeit und erhalten eine Einführung in aktuelle Forschungsgebiete. Sie erlangen die Befähigung zum Studium von (auch interdisziplinärer) Fachliteratur.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Stochastik I“, „Stochastik II“ aus dem Bachelorstudium. Empfohlen wird außerdem ein weiterführendes Modul, z.B. „Stochastische Analysis“.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Vertiefung ausgewählter Gebiete und Methoden der Stochastik und ihrer Anwendungen; wie zum Beispiel Lévy-Prozesse, pfadweise stochastische Analysis, optimale stochastische Kontrolltheorie, stochastische Simulation und Numerik, stochastische Rückwärtsgleichungen, multivariate Statistik, statistische Lerntheorie
MU	<u>1 SWS</u> <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Aufgaben (in der Regel 1 Übungsaufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M28: Mathematische Statistik**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten modellieren statistische Fragestellungen auf maßtheoretischer Grundlage und erlernen einen sicheren Umgang mit Standardverfahren der Statistik im Bereich der Tests, Punkt- und Bereichsschätzer, Reflexion über Gütemessung und Optimalität statistischer Prozeduren, Asymptotische Analyse von statistischen Verfahren. Sie erwerben Kenntnisse von Anwendungsbeispielen.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:

Inhalte der Module „Lineare Algebra und Analytische Geometrie I“, „Analysis I – II“, „Stochastik I“ aus dem Bachelorstudium; empfohlen werden die maßtheoretischen Grundlagen aus „Analysis III“ aus dem Bachelorstudium. Vorkenntnisse aus „Stochastik II“ (aus dem Bachelorstudium) sind wünschenswert, werden aber nach Bedarf kurz eingeführt.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	1. Grundlagen: Statistische Modellierung, Minimax- und Bayesansatz, Likelihood, suffiziente Statistik, Exponentialfamilien 2. Testtheorie: Niveau und Güte, Neyman-Pearson-Theorie, Analyse wichtiger Testverfahren, Zusammenhang mit Konfidenzbereichen 3. Schätztheorie: Allgemeine Konstruktionsprinzipien, Regularität und Effizienz, Asymptotik.
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M29: Nichtparametrische Statistik**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten modellieren selbstständig funktionale statistische Probleme. Sie vertiefen Ihr Verständnis der nichtparametrischen Herangehensweise im Unterschied zur parametrischen Statistik und erlangen Kenntnisse grundlegender nichtparametrischer Methoden und ihrer mathematischen Analyse. Sie werden an moderne Methoden zur adaptiven Wahl der Regularisierungsparameter herangeführt und erwerben Kenntnisse typischer Anwendungsfälle.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte des Moduls „Stochastik I“ aus dem Bachelorstudium; Vorkenntnisse in Stochastik II (aus dem Bachelorstudium) und Mathematischer Statistik sind hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Modelle der nichtparametrischen Statistik (u.a. Regression, Dichteschätzung, Signal im Rauschen), Schätzmethoden (z.B. Kernschätzer, Projektionsschätzer), obere und untere Fehler-schranken, Orakel-Ungleichungen, adaptive Verfahren (z.B. Kreuzvalidierung, lokale Modellwahl), Anwendungen (z.B. in maschinellem Lernen, Ökonometrie).
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<b>Modul M30: Statistik stochastischer Prozesse</b>		Leistungspunkte: 5	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten modellieren selbstständig dynamische statistische Probleme. Sie erlangen Kenntnisse grundlegender Modelle und Methoden in der Zeitreihenanalyse, sie werden an moderne Methoden zur Statistik bei Diffusions- und Sprungprozessen herangeführt und erlernen, diese an Beispielen zu verdeutlichen.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte der Module „Stochastik I“ (aus dem Bachelorstudium), „Stochastik II“ (aus dem Bachelorstudium), „Mathematische Statistik“ (kann ggf. parallel gehört werden); Stochastische Analysis ist hilfreich, wird aber nicht vorausgesetzt.			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Langzeitverhalten von stochastischen Prozessen (Stationarität, Ergodizität, Mischungsverhalten), Zeitreihenmodelle (u.a. AR, ARMA, GARCH), Asymptotik von Schätzern, Likelihoodprozesse, Drift- und Volatilitätsschätzung, Anwendungen.
MU	<u>1 SWS</u> <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M31: Gruppentheorie in der Physik**

Leistungspunkte: 7

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten lernen die Theorie der Lie-Gruppen und Lie-Algebren kennen und können diese im Kontext der Elementarteilchenphysik und der Quantenfeldtheorie anwenden.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Grundkenntnisse in Linearer Algebra

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>3 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	Struktur von Gruppen, endliche Gruppen, Liegruppen, Darstellungen von Gruppen, Gruppentheorie und Quantenmechanik, Anwendungen in Molekülphysik und Festkörperphysik, Liealgebren, 3-dimensionale Rotationsgruppen, halbeinfache komplexe Liealgebren, halbeinfache reelle Liealgebren, klassische Liealgebren ( $su(n)$ , $so(n)$ , $sp(2n)$ ), Darstellungen von Liealgebren, Wurzeln und Gewichte, Dynkindiagramme, Youngdiagramme, Charaktere, Klassifikation von Liealgebren, exzeptionelle Algebren, Lorentz-Poincaré- und konforme Algebren und Gruppen, Anwendungen in der Theorie der Elementarteilchen und Quantenfeldtheorie, Lie-Superalgebren und -Supergruppen, unendlichdimensionale Liealgebren.
MU	<u>1 SWS</u> <u>60 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	2 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

<b>Modul M32: Einführung in die Quantenfeldtheorie</b>		Leistungspunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten können die Grundlagen der Quantenfeldtheorie systematisieren, und sind in der Lage, diese zur Lösung von einschlägigen Fragestellungen anzuwenden.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Empfohlen werden Kenntnisse in Quantenphysik und spezieller Relativitätstheorie.			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u> <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Bosonischer und fermionischer Fock-Raum, Aufsteiger, Absteiger, Quantisierung, freies reelles und komplexes Feld, Propagatoren, Wechselwirkungsbild, Dyson-Entwicklung, Wick-Theorem und Gauss'sche Integrale, erzeugende Funktionen, Pfad-Integral, zusammenhängende und 1PI Green-Funktion, VEVs, Feynman-Regeln, Graphen, Wightman-Axiome, CPT, LSZ, Kallen-Lehmann-Streumatrix, Wirkungsquerschnitte, Darstellungen der Poincaré-Gruppe, Dirac-Gleichung, Spinfelder, QED, Yukawa-Theorem, Anfangsgründe der Renormierung.
MU	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

<b>Modul M33: Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie</b>		Leistungspunkte: 7	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten werden in fortgeschrittene Themen der Quantenfeldtheorie eingeführt und an die aktuelle Forschung herangeführt.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte des Moduls „Einführung in die Quantenfeldtheorie“			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>3 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	- Streuprozesse in der QED - Infrarot- und Ultraviolettdivergenzen - Regularisierung und Renormierung - Schleifenrechnungen in der QED - Yang-Mills-Theorie - Symmetriebrechung und Higgsmechanismus
MU	<u>1 SWS</u> <u>60 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	2 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M34: Hopf-Algebren: Renormierung und die Renormierungsgruppe**

Leistungspunkte: 7

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erlernen die Anwendung von Hopf-Algebren zur Behandlung von Singularitäten, wie sie insbesondere im Zusammenhang von Renormierung und Quantenfeldtheorie auftreten.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Kenntnisse in Quantenfeldtheorie

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>3 SWS</u> <u>120 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feynman-Graphen und ihre Operadenstruktur</li> <li>- Hopf-Algebren</li> <li>- Hopf-Algebren-Struktur von Graphen</li> <li>- Bewertete Graphen und Divergenzgrade</li> <li>- das Renormierungsproblem in der Quantenfeldtheorie</li> <li>- Hochschildkohomologie und Dynkin-Operatoren</li> <li>- Renormierung von Singularitäten in Feynman-Integralen</li> <li>- Green'sche Funktionen und die Renormierungsgruppe</li> </ul>
MU	<u>1 SWS</u> <u>60 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	2 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester		

**Modul M35: Bewegungsgleichungen und Quantisierung nicht-abelscher Eichtheorien**

Leistungspunkte: 7

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten verstehen die mathematische Struktur von Green-Funktionen als Lösungen von Dyson-Schwinger-Gleichungen und den Zusammenhang zur Quantisierung von Eichtheorien bis hin zu arithmetischen Eigenschaften von Eichtheorien.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Kenntnisse in Eichtheorien und Quantenfeldtheorie

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>3 SWS</u>  <u>120 Stunden</u> 35 Stunden Präsenzzeit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	4 LP, Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewegungsgleichungen als Fixpunktgleichungen in der Hochschild-Kohomologie</li> <li>- kombinatorische Dyson-Schwinger-Gleichungen</li> <li>- Ideale und Ko-Ideale solcher Gleichungen</li> <li>- Ward und Slavnov-Taylor-Identitäten</li> <li>- Quantisierung und Graphen-Kohomologie</li> <li>- Vergleich mit BRST-Kohomologie</li> <li>- Anwendungen auf die Elementarteilchenphysik</li> </ul>
MU	<u>1 SWS</u>  <u>60 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	2 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> 2 Semester</span>		
Beginn des Moduls	<input type="checkbox"/> Wintersemester <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester</span>		

<b>Modul M36: Ausgewählte Themen der Algebra</b>		Leistungspunkte: 5	
Lern- und Qualifikationsziele: Die Studierenden haben auf einem forschungsrelevanten Teilgebiet der Algebra vertiefte Kenntnisse.			
Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte des Moduls „Algebra und Funktionentheorie“ (aus dem Bachelorstudium) sowie mindestens zweier weiterer Algebra-Module			
Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Aktuelle Entwicklungen in der Algebra, der Algebraischen Geometrie oder der Zahlentheorie
MU	<u>1 SWS</u>  <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M37: Vertiefende Themen der Stochastik**

Leistungspunkte: 10

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben ein vertieftes Verständnis moderner Methoden der Stochastik und ihrer Anwendungen. Sie erwerben die Fähigkeit, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen auf diesem Gebiet selbstständig zu studieren und zu diskutieren.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Inhalte des Modules „Stochastik 2“ aus dem Bachelorstudium, sowie eines geeigneten weiterführenden Moduls (wie z.B. „Stochastische Analysis“, „Mathematische Statistik“ oder „ausgewählte Themen der Stochastik“)

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Mögliche Themen sind z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastische Analysis für allgemeinere stochastische Prozesse (wie Semimartingale, maßwertige Prozesse),</li> <li>• stochastische partielle Differentialgleichungen,</li> <li>• Anwendungen fortgeschrittener wahrscheinlichkeitstheoretischer oder statistischer Methoden.</li> </ul>
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Aufgaben (in der Regel 1 Übungsaufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M38: Ausgewählte Themen der Angewandten Analysis**

Leistungspunkte: 5

Lern- und Qualifikationsziele: Die Studentinnen und Studenten erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten in aktuellen, forschungsrelevanten Gebieten der Angewandten Analysis. Sie sind in der Lage, Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen (auch interdisziplinäre) selbstständig zu studieren.

Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:  
Inhalte der Module „Höhere Analysis I“ und „Höhere Analysis II“ (aus dem Wahlpflichtbereich des Mono-Bachelorstudienganges „Mathematik“<sup>2</sup>)

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Vertiefung ausgewählter Gebiete und Methoden der Angewandten Analysis, wie zum Beispiel spezielle Funktionenräume, nichtlineare Evolutionsgleichungen und Gradientensysteme, Verzweigungstheorie, Partielle Differentialgleichungen in der Mechanik, Elektrotechnik, der Physik, Chemie oder Biologie, Kontrolltheorie und optimale Steuerung.
MU	<u>1 SWS</u> <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben (in der Regel 1 Aufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

<sup>2</sup> Module aus dem Wahlpflichtbereich des Mono-Bachelorstudienganges „Mathematik“ können gemäß der fachspezifischen Studienordnung für den Masterstudiengang „Mathematik“ (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität Nr. 109/2014 vom 19. September 2014), § 5 (b) in einem maximalen Umfang von 40 LP im Masterstudium absolviert werden, soweit sie im Rahmen des Bachelorstudiums nicht gewählt wurden.

**Modul M39: Spezielle Themen der Mathematik**

Leistungspunkte: 5

**Lern- und Qualifikationsziele:**

Die Studentinnen und Studenten erwerben ein vertieftes Verständnis ausgewählter Themenfelder der Mathematik und erlangen Fähigkeiten, mit deren Methoden zu arbeiten sowie Fachliteratur zu aktuellen Forschungsthemen auf ausgewählten Gebieten selbstständig zu studieren und zu diskutieren.

**Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:**

Kenntnisse der Mathematik, wie üblicherweise in einem Mathematik-Monobachelorstudium vermittelt. Schließt das Modul inhaltlich an ein verwandtes Modul an, sollten darüber hinaus entsprechende Kenntnisse vorhanden sein; ist dies der Fall, so enthält die Ankündigung im Lehrangebot einen entsprechenden Hinweis.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>2 SWS</u> <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	3 LP, Teilnahme	Inhalte und Methoden ausgewählter Themengebiete der Mathematik
MU	<u>1 SWS</u> <u>30 Stunden</u> 15 Stunden Präsenzzeit, 15 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	1 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Aufgaben (in der Regel 1 Übungsaufgabenblatt pro 2 Wochen)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

**Modul M40: Ausgewählte Kapitel der Mathematik**

Leistungspunkte: 10

**Lern- und Qualifikationsziele:**

Die Studentinnen und Studenten erwerben ein vertieftes Verständnis ausgewählter moderner Inhalte und Methoden der Mathematik und ihrer Anwendungen. Sie erlangen die Fähigkeit, Fachliteratur (auch interdisziplinäre) zu aktuellen Forschungsthemen auf ausgewählten Gebieten selbstständig zu studieren und zu diskutieren.

**Fachliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:**

Kenntnisse der Mathematik, wie üblicherweise in einem Mathematik-Monobachelorstudium vermittelt. Schließt das Modul inhaltlich an ein verwandtes Modul an, sollten darüber hinaus entsprechende Kenntnisse vorhanden sein; ist dies der Fall, so enthält die Ankündigung im Lehrangebot einen entsprechenden Hinweis.

Lehrveranstaltungsart	Präsenzzeit, Workload in Stunden	Leistungspunkte und Voraussetzung für deren Erteilung	Themen, Inhalte
VL	<u>4 SWS</u>  <u>180 Stunden</u> 45 Stunden Präsenzzeit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	6 LP, Teilnahme	Inhalte und Methoden ausgewählter Teilgebiete der Mathematik mit forschungs- und/oder anwendungsorientierten Schwerpunktsetzungen
MU	<u>2 SWS</u>  <u>90 Stunden</u> 25 Stunden Präsenzzeit, 65 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der speziellen Arbeitsleistung	3 LP, Teilnahme an Übungen; schriftliche Bearbeitung von Aufgaben (in der Regel 1 Übungsaufgabenblatt pro Woche)	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung	<u>30 Stunden</u> Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung; Vorbereitung darauf	1 LP, Bestehen	
Dauer des Moduls	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester		
Beginn des Moduls	Das Modul kann nur unregelmäßig angeboten werden. Eine feste Zuordnung zum Wintersemester oder Sommersemester ist nicht vorgesehen. Ob das Modul in einem Semester angeboten wird, kann jeweils dem Vorlesungsverzeichnis entnommen werden.		

## **Anlage 2: Idealtypischer Studienverlaufsplan**

Hier finden Sie eine Aufteilung der Module mit den jeweiligen Lehrveranstaltungen, SWS und LP auf die Semester, die einem idealtypischen, aber nicht verpflichtenden Studienverlauf entspricht.

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
	Fachliches Wahlpflichtmodul, 6 SWS, 10 LP			
	Fachliches Wahlpflichtmodul, 6 SWS, 10 LP	Fachliches Wahlpflichtmodul, 6 SWS, 10 LP	Fachliches Wahlpflichtmodul, 6 SWS, 10 LP	
	Überfachliches Wahlpflichtmodul, 10 LP	Überfachliches Wahlpflichtmodul, 10 LP		
			Masterarbeit, 10 + 20 = 30 LP	
LP je Semester	30 LP	30 LP	30 LP	30 LP

Das 2. Semester eignet sich besonders für ein Studium an einer Universität im Ausland. Zur Vereinfachung der Anrechnung der an der ausländischen Universität erbrachten Studienleistungen und Prüfungen wird der vorherige Abschluss eines Learning Agreements empfohlen.

# Fachspezifische Prüfungsordnung

## für den Masterstudiengang „Mathematik“

Diese nichtamtliche Lesefassung, entspricht der Prüfungsordnung Mathematik inklusive Änderungen. Rechtswirksam sind nur die offiziellen Dokumente aus dem Amtlichen Mitteilungsblatt der HU.

- § 1 Anwendungsbereich
- § 2 Regelstudienzeit
- § 3 Prüfungsausschuss
- § 4 Modulabschlussprüfungen
- § 5 Masterarbeit
- § 6 Abschlussnote
- § 7 Akademischer Grad
- § 8 In-Kraft-Treten

**Anlage:** Übersicht über die Prüfungen

### § 1 Anwendungsbereich

Diese Prüfungsordnung enthält die fachspezifischen Regelungen für den Masterstudiengang Mathematik. Sie gilt in Verbindung mit der fachspezifischen Studienordnung für den Masterstudiengang Mathematik und der Fächerübergreifenden Satzung zur Regelung von Zulassung, Studium und Prüfung (ZSP-HU) in der jeweils geltenden Fassung.

### § 2 Regelstudienzeit

Der Masterstudiengang Mathematik hat eine Regelstudienzeit von vier Semestern.

### § 3 Prüfungsausschuss

Für die Prüfungsangelegenheiten des Masterstudienganges Mathematik ist der Prüfungsausschuss Mathematik zuständig.

### § 4 Modulabschlussprüfungen

Modulabschlussprüfungen werden in Form von Klausuren oder mündlich abgenommen. Mündliche Modulabschlussprüfungen werden in Anwesenheit

einer sachkundigen Beisitzerin oder eines sachkundigen Beisitzers abgenommen, soweit nicht nach Maßgabe der ZSP-HU zwei Prüferinnen und Prüfer bestellt werden. Die Beisitzerin oder der Beisitzer beobachtet und protokolliert die Prüfung. Sie oder er beteiligt sich nicht am Prüfungsgespräch und der Bewertung.

### § 5 Masterarbeit

(1) Bestandene Masterarbeiten sind zu verteidigen.

(2) Bei der Berechnung der Note der Masterarbeit werden die Note für den schriftlichen Teil und die Note für die Verteidigung im Verhältnis 8:2 gewichtet.

### § 6 Abschlussnote

(1) Die Abschlussnote des Masterstudienganges Mathematik wird aus den Noten der Modulabschlussprüfungen und der Note der Masterarbeit, gewichtet nach den gemäß Anlage für die Module und die Masterarbeit ausgewiesenen Leistungspunkten, berechnet.

(2) Modulabschlussprüfungen, die nicht benotet werden oder im Rahmen einer Anrechnung mangels vergleichbarer Notensysteme lediglich als „bestanden“ ausgewiesen werden, sowie die für die entsprechenden Module ausgewiesenen Leistungspunkte werden bei den Berechnungen nach Abs. 1 nicht berücksichtigt.

### § 7 Akademischer Grad

Wer den Masterstudiengang Mathematik erfolgreich abgeschlossen hat, erlangt den akademischen Grad „Master of Science“ (abgekürzt „M. Sc.“).

**Anlage: Übersicht über die Prüfungen Masterstudiengang**

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang, ggf. Sprache der Prüfung im Sinne des § 108 Abs. 2 ZSP-HU	Benotung
<b>Pflichtbereich</b>					
	Masterarbeit	30	Absolvierte Module im Umfang von 70 LP	Bearbeitungszeit fünf Monate; Umfang in der Regel höchstens 50 Seiten (bei Nutzung eines üblichen mathematischen Formelsatzprogrammes wie LaTeX in normaler Schriftgröße, d.h. ca. 11 Punkt). Verteidigung: Ca. halbstündiger Vortrag, max. halbstündige Diskussion.	ja
<b>Fachlicher Wahlpflichtbereich<sup>3</sup> (die 60 LP der bestbenoteten Module gehen in die Benotung ein)</b>					
M1	Mathematische Prinzipien der Kontinuumsmechanik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.) <sup>4</sup>	ja
M2	Nichtlineare partielle Differentialgleichungen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M3	Nichtlineare Funktionalanalysis und schwache Konvergenz	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M4	Mehrdimensionale Variationsrechnung	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M5	Algebraische Gruppen / Lie-Algebren	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M6	Arithmetische Geometrie	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M7	Automorphe Formen / Modulformen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M8	Zahlentheorie II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M9	Themen in der modernen algebraischen Geometrie	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M10	Differentialgeometrie II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M11	Differentialgeometrie III	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M12	Differentialgeometrie IV	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja

<sup>3</sup> Im fachlichen Wahlpflichtbereich sind Module im Umfang von insgesamt 70 LP zu absolvieren. Bis zu 40 LP können aus den Modulen des fachlichen Wahlpflichtbereiches des Bachelorstudienganges Mathematik (Monostudiengang) der Humboldt-Universität zu Berlin gewählt werden, soweit sie nicht im Rahmen des Bachelorstudiums gewählt wurden. Für die Angaben zu diesen Modulen wird auf die Prüfungsordnung des Bachelorstudienganges Mathematik (Monostudiengang) verwiesen.

<sup>4</sup> Hier und in den übrigen Modulen gilt: Die Art der Prüfung, sowie bei Klausuren deren Dauer, werden von der Dozentin oder dem Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang, ggf. Sprache der Prüfung im Sinne des § 108 Abs. 2 ZSP-HU	Benotung
M13	Ausgewählte Themen der Differentialgeometrie	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M14	Topologie II	10	Keine	Klausur (max. 3 Stc.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M15	Algebraische Geometrie I	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M16	Algebraische Geometrie II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M17	Numerik partieller Differentialgleichungen II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M18	Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M19	Optimierung bei partiellen Differentialgleichungen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M20	Stochastische Optimierung	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M21	Theorie und Verfahren der nichtglatten Optimierung	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M22	Ausgewählte Themen der Numerischen Mathematik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M23	Ausgewählte Themen der Optimierung	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M24	Stochastische Analysis	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M25	Stochastische Finanzmathematik II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M26	Ausgewählte Themen der Finanz- und Versicherungsmathematik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M27	Ausgewählte Themen der Stochastik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M28	Mathematische Statistik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M29	Nichtparametrische Statistik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M30	Statistik stochastischer Prozesse	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M31	Gruppentheorie in der Physik	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M32	Einführung in die Quantenfeldtheorie	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M33	Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M34	Hopf-Algebren: Renormierung und die Renormierungsgruppe	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M35	Bewegungsgleichungen und Quantisierung nicht-abelscher Eichtheorien	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja

M36	Ausgewählte Themen der Algebra	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M37	Vertiefende Themen der Stochastik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M38	Ausgewählte Themen der Angewandten Analysis	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M39	Spezielle Themen der Mathematik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M40	Ausgewählte Kapitel der Mathematik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja

Lesefassung

<b>Überfachlicher Wahlpflichtbereich</b>				
	Im überfachlichen Wahlpflichtbereich sind Module aus den hierfür vorgesehenen Modulkatalogen anderer Fächer oder zentraler Einrichtungen nach freier Wahl zu absolvieren.	insgesamt 20	Die Module werden nach den Bestimmungen der anderen Fächer bzw. zentralen Einrichtungen abgeschlossen. Über die Berücksichtigung der Leistungen entscheidet der Prüfungsausschuss Mathematik.	Die Module werden ohne Note berücksichtigt.

### Überfachlicher Wahlpflichtbereich für andere Masterstudiengänge<sup>5</sup>

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang, ggf. Sprache der Prüfung im Sinne des § 108 Abs. 2 ZSP-HU	Benotung
M1	Mathematische Prinzipien der Kontinuumsmechanik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.) <sup>6</sup>	ja
M2	Nichtlineare partielle Differentialgleichungen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M3	Nichtlineare Funktionalanalysis und schwache Konvergenz	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M4	Mehrdimensionale Variationsrechnung	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M5	Algebraische Gruppen / Lie-Algebren	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M6	Arithmetische Geometrie	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M7	Automorphe Formen / Modulformen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M8	Zahlentheorie II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M9	Themen in der modernen algebraischen Geometrie	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M10	Differentialgeometrie II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M11	Differentialgeometrie III	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M12	Differentialgeometrie IV	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M13	Ausgewählte Themen der Differentialgeometrie	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M14	Topologie II	10	Keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung 1/2 Std.)	ja

<sup>5</sup> Für die Angaben zu den gemäß § 6 der Studienordnung hierzu ebenfalls angebotenen Modulen des fachlichen Wahlpflichtbereiches des Bachelorstudiums Mathematik (Monostudiengang) wird auf dessen Prüfungsordnung verwiesen.

<sup>6</sup> Hier und in den übrigen Modulen gilt: Die Art der Prüfung, sowie bei Klausuren deren Dauer, werden von der Dozentin oder dem Dozenten zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.

Nr. d. Moduls	Name des Moduls	LP des Moduls	Fachspezifische Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfung	Form, Dauer/Bearbeitungszeit/Umfang, ggf. Sprache der Prüfung im Sinne des § 108 Abs. 2 ZSP-HU	Benotung
M15	Algebraische Geometrie I	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M16	Algebraische Geometrie II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M17	Numerik partieller Differentialgleichungen II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M18	Numerik Differential-Algebraischer Gleichungen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M19	Optimierung bei partiellen Differentialgleichungen	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M20	Stochastische Optimierung	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M21	Theorie und Verfahren der nichtglatten Optimierung	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M22	Ausgewählte Themen der Numerischen Mathematik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M23	Ausgewählte Themen der Optimierung	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M24	Stochastische Analysis	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M25	Stochastische Finanzmathematik II	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M26	Ausgewählte Themen der Finanz- und Versicherungsmathematik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M27	Ausgewählte Themen der Stochastik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M28	Mathematische Statistik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M29	Nichtparametrische Statistik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M30	Statistik stochastischer Prozesse	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M31	Gruppentheorie in der Physik	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M32	Einführung in die Quantenfeldtheorie	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M33	Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M34	Hopf-Algebren: Renormierung und die Renormierungsgruppe	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M35	Bewegungsgleichungen und Quantisierung nicht-abelscher Eichtheorien	7	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M36	Ausgewählte Themen der Algebra	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M37	Vertiefende Themen der Stochastik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja

M38	Ausgewählte Themen der Angewandten Analysis	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M39	Spezielle Themen der Mathematik	5	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja
M40	Ausgewählte Kapitel der Mathematik	10	keine	Klausur (max. 3 Std.) oder mdl. Prüfung (1/2 Std.)	ja

Lesefassung