



Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II
Institut für Mathematik

Studienordnung für das Bachelormonostudium Mathema- tik

Kernfach und Beifach im Bachelormonostudiengang

Stand: 02. Juni 2009

Ansprechpartner/in im Fach:

Studienordnung

für das Bachelormonostudium Mathematik

Gemäß § 17 Abs. 1 Ziffer 1 der Verfassung der Humboldt-Universität zu Berlin (Amtliches Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 28/2006) hat der Fakultätsrat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät II am 25.05.09 die folgende Studienordnung erlassen.

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Studienbeginn, Vollzeitstudium, Teilzeitstudium
- § 3 Umfang der Studienangebote des Faches
- § 4 Ziele des Studiums
- § 5 Module und Studienpunkte
- § 6 Lehr- und Lernformen
- § 7 Pflichtbereich
- § 8 Wahlpflichtbereich
- § 9 Bachelorarbeit
- § 10 Beifach
- § 11 Berufsfeldbezogene Zusatzqualifikationen (BZQ)
- § 12 Qualitätssicherung
- § 13 In-Kraft-Treten

Anlage 1: Modulbeschreibungen
Anlage 2: Studienverlaufsplan

§ 1 Geltungsbereich

Die Studienordnung regelt Ziele, Inhalt und Aufbau des Studiums der Mathematik im Bachelormonostudiengang an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sie gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für dieses Fach und der Allgemeinen Satzung für Studien- und Prüfungsangelegenheiten (ASSP).

§ 2 Studienbeginn, Vollzeitstudium, Teilzeitstudium

(1) Das Studium kann jeweils nur zum Wintersemester aufgenommen werden.

(2) Das Studium ist in der Regel ein Vollzeitstudium. Es kann gemäß der ASSP auf Antrag und aus den dort bestimmten Gründen als Teilzeitstudium studiert werden.

§ 3 Umfang der Studienangebote des Faches

(1) In einem Bachelorstudiengang müssen insgesamt 180 Studienpunkte (SP) erworben werden. Im Monostudiengang entfallen davon 130 SP auf das Kernfach einschließlich Bachelorarbeit, 20 SP auf das Beifach und 30 SP auf die berufsfeldbezogenen Zusatzqualifikationen (BZQ).

Ein SP entspricht einem Arbeitsaufwand für Studierende von 30 Stunden. Der Gesamtumfang des Studienganges beträgt somit 5400 Stunden Arbeitsaufwand für Studierende, die auf eine Regelstudienzeit von 6 Semestern im Umfang von je 30 SP, also 900 Stunden pro Semester verteilt sind.

(2) Das Kernfach im Bachelormonostudiengang besteht aus einem Pflichtbereich mit 90 SP, einem Wahlpflichtbereich mit 30 SP und der Bachelorarbeit mit 10 SP.

(3) Die Berufsfeldbezogenen Zusatzqualifikationen umfassen 30 SP und setzen sich aus den fachspezifischen Modulen, angeboten vom Institut für Mathematik, und nach individuellen Interessen wählbaren berufsqualifizierenden Modulen zusammen.

(4) Angebote im Fach Mathematik können als Beifach in einem Bachelorstudiengang studiert werden. Dies bedeutet ein Studium in diesem Fach im Umfang von 600 Stunden (20 SP).

§ 4 Studienziele und Internationalität

(1) 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 selbständigen Theorien und Strukturen entwickelt. Die im Rahmen solcher mathematischer Theorien erzielten Ergebnisse können wiederum in vielen Gebieten der Wissenschaft und Praxis angewendet werden. Mathematische Denkweisen und Arbeitsformen finden sich heute in vielen Wissensgebieten, z.B. in Naturwissenschaft und Technik sowie im Banken- und Versicherungswesen. Der erfolgreiche Studienabschluss in der Mathematik qualifiziert für Berufe, in denen Problemlösungskompetenz gefragt ist, d.h. für ein großes Spektrum von Berufen in Forschung, Wirtschaft und Verwaltung.

(2) Der Bachelor (Bachelor of Science) hat die Vermittlung aller Grundlagen zum Ziel, die die Studierende/den Studierenden befähigen mathematische Denkweisen und Arbeitsmethoden in verschiedenen Anwendungsgebieten innerhalb und außerhalb der Forschung einzubringen. Insbesondere wird sie/er in die Lage versetzt unterschiedlichste Fragestellungen zu erfassen und zu modellieren, mit anderen Vertretern oder Vertreterinnen der Mathematik sowie mit Fachleuten anderer Wissensgebiete und Praktikern zu kooperieren und vor allem sich selbständig in für ihn neue mathematische Gebiete einzuarbeiten. Stichpunktartig ergeben sich die folgenden Kompetenzen:

- Fundierte mathematische Kenntnisse,
- Grundlegende Befähigung zu einer wissenschaftlichen Arbeitsweise,
- Methodenkompetenz und Flexibilität,
- Abstraktionsvermögen, Erkennen von Analogien und Grundmustern,
- Konzeptionelles, analytisches und logisches Denken,
- Verständnis für die Bedeutung mathematischer Modellierung,
- Grundkenntnisse rechnergestützter Simulation und mathematischer Software,
- Lösung einer umfangreicheren Aufgabenstellung als Bachelorarbeit.

§ 5 Module und Studienpunkte

(1) Das Studium setzt sich aus Modulen zusammen, in denen Lehrangebote inhaltlich und zeitlich miteinander verknüpft und grundsätzlich durch studienbegleitende Prüfungen nach Maßgabe der Prüfungsordnung abgeschlossen werden. Einzelne Module können im Ausland absolviert werden.

(2) Der Fakultätsrat setzt die Inhalte der Module fest; er kann im Rahmen der Qualifikationsziele des Faches Lehr- und Lernformen oder Module austauschen oder neue hinzufügen, um der wissenschaftlichen Entwicklung des Faches sowie der beruflichen Chancen der Studierenden Rechnung zu tragen. Die Module werden im Amtlichen Mitteilungsblatt der HU und auf den Internet-Seiten der Fakultät veröffentlicht. Die Studienfachberatung informiert über die aktuellen Inhalte und Anforderungen des Faches und ist bei der individuellen Studienplanung behilflich.

(3) In jedem Modul erwerben die Studierenden für die Gesamtarbeitsbelastung eine bestimmte Anzahl an Studienpunkten. Ein Studienpunkt entspricht 30 Zeitstunden. Diese Stunden setzen sich aus Präsenz in Lehrveranstaltungen und der Zeit für das Selbststudium einschließlich der Gruppenarbeit, der Projektarbeit oder der Arbeit an Präsentationen und anderen Studienarbeiten sowie dem Prüfungsaufwand zusammen.

(4) Für den Erwerb der Studienpunkte müssen die geforderten Arbeitsleistungen erbracht und die Modulabschlussprüfung bestanden sein. Die Arbeitsleistungen werden auf die in der Modulbeschreibung festgelegte Weise nachgewiesen. Die Einzelheiten geben die Lehrenden zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltungen bekannt.

§ 6 Lehr- und Lernformen

Folgende Lehrveranstaltungsformen werden angeboten:

(a) Vorlesungen (VL): Vorlesungen sind vortragsorientierte Lehrveranstaltungen und dienen der Vermittlung grundlegender oder weiterführender bzw. vertiefender oder spezieller Kenntnisse über bestimmte Teilgebiete der Mathematik.

(b) Übungen (UE): Übungen unterstützen die aktive,

selbständige Aneignung sowie die Anwendung des Stoffes einer Vorlesung. Es werden Aufgaben gestellt und unter Anleitung gelöst. Außerdem werden Übungsaufgaben als Hausaufgaben gestellt und müssen selbständig gelöst werden, was ein besonders wichtiger und zeitaufwendiger Bestandteil des Studiums ist, da ohne diese aktive Auseinandersetzung Mathematik nicht erlernbar ist. Den Studierenden wird Gelegenheit gegeben, sich über ihren Erfolg beim Lösen der Hausaufgaben zu informieren. Dies kann durch Besprechung in den Übungen geschehen oder dadurch, dass die Hausaufgaben schriftlich abzugeben sind und korrigiert zurückgegeben werden.

(c) Seminare (SE) und Proseminare (PS): Hier sollen die Studierenden nicht nur neuen Stoff erlernen, sondern vor allem ihre Fähigkeit zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten und Formulieren und Vortragen dieser Arbeitsergebnisse entwickeln und nachweisen. In einem Seminar oder Proseminar wird ein spezielles Thema von Studierenden und der Seminarleiterin oder dem Seminarleiter gemeinsam erarbeitet. In der Regel sollen nicht mehr als 20 Studierende daran teilnehmen. Der Zugang kann von bestimmten Vorkenntnissen abhängig gemacht werden. Ein Seminar oder Proseminar läuft über ein Semester, findet wöchentlich statt und dauert jeweils zwei Stunden (à 45 Minuten). Jede einzelne Veranstaltung wird geprägt vom Vortrag einer Studentin/eines Studenten oder von höchstens zwei Studierenden sowie von der anschließenden Diskussion. Der Vortrag muss dominieren; an der Diskussion sollen alle Teilnehmerinnen/Teilnehmer mitwirken. Der Unterschied zwischen Seminaren und Proseminaren besteht im Niveau: Ein Seminar wendet sich an fortgeschrittene Studierende. Ein Proseminar wendet sich an Studierende, die in der Regel schon ein oder zwei Semester studiert haben und einen Vortrag samt schriftlicher Ausarbeitung leisten sollen. Seminare und Proseminare werden in jedem Semester mehrere und von unterschiedlichem Inhalt angeboten. Die Anzahl richtet sich nach dem Bedarf (Anzahl der Studierenden). Das konkrete Angebot ist dem jeweils aktuellen Vorlesungsverzeichnis zu entnehmen.

Betreutes Selbststudium (BS): Ohne Einschränkung der Hilfsmittel werden theoretische und/oder experimentelle Erkenntnisse eines abgeschlossenen Teilgebietes erlernt, ausgewertet, diskutiert und schriftlich zusammengefasst (ca. 10 Seiten).

(d) Praktikum (PR) (Computer-Praktikum): Dieses dient dem Sammeln eigener Erfahrungen beim Umgang mit dem Computer durch das selbständige Lösen vorgegebener Problemstellungen unter Anleitung.

(e) Projektutorien (PT): Projektutorien umfassen die selbständige wissenschaftliche oder auch praxisorientierte bzw. berufsperspektivische Tätigkeit von Studierenden in Verbindung mit alternativen Studienformen (von Studierenden für Studierende). Die selbstgestellten Themen, die im regulären Lehrangebot nicht enthalten sind, sollten einen interdisziplinären Ansatz haben. Neue Lehr- und Lernformen können ausprobiert werden – damit verstehen sich Projektu-

torien auch als Ausdruck praktizierter Studienreform. Die Studienangebote sind allen Interessierten zugänglich zu machen, öffentlich anzukündigen und umfassen in der Regel 2 SWS. Für weitere Informationen siehe die „Regelungen zu Projektstudien an der Humboldt-Universität zu Berlin“.

§ 7 Pflichtbereich

(1) Analysis I, II, III (je 4 Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung (VL) + 2 SWS Übung (UE), je 10 Studienpunkte, also insgesamt 30 SP).

(2) Lineare Algebra und Analytische Geometrie I, II (je 4 SWS VL + 2 SWS UE, je 10 SP, insgesamt 20 SP)

(3) Algebra und Funktionentheorie (4 SWS VL + 2 SWS UE, 10 SP)

(4) Numerische Lineare Algebra (2 SWS VL + 2 SWS UE, 5 SP)

(5) Grundlagen der Numerischen Mathematik und Optimierung (4 SWS VL + 2 SWS UE, 10 SP)

(6) Stochastik I (4 SWS VL + 2 SWS UE, 10 SP)

(7) Proseminar (2 SWS PS + betreutes Selbststudium, 5 SP).

Daraus ergeben sich im Pflichtbereich 90 SP gemäß § 3 Abs. 2.

§ 8 Wahlpflichtbereich

(1) Im Wahlpflichtbereich sind Module im Umfang von 30 SP erfolgreich zu absolvieren, davon mindestens zwei im Gesamtumfang von jeweils 10 SP aus den Modulen des Abs. 2.

(2) Im Wahlpflichtbereich bietet das Institut für Mathematik regelmäßig mindestens folgende Module an:

1. Differentialgeometrie (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)
2. Analysis und Geometrie auf Mannigfaltigkeiten (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)
3. Topologie (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)
4. Algebra II (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)
5. Zahlentheorie (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)
6. Einführung in die Logik (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)
7. Funktionalanalysis (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

8. Partielle Differentialgleichungen (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

9. Nichtlineare Optimierung (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

10. Variationsrechnung und Optimale Steuerungen (4 SWS VL 2 SWS UE; 10 SP)

11. Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (4 SWS VL + 2 SWS UE; 10 SP)

12. Numerik partieller Differentialgleichungen I (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

13. Stochastische Finanzmathematik I (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

14. Stochastik II (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

15. Methoden der Statistik (4 SWS VL, 2 SWS UE; 10 SP)

Die Module des Masterstudiums Mathematik können ebenfalls für den Wahlpflichtbereich des Bachelorstudiums genutzt werden.

§ 9 Bachelorarbeit

Das Studium umfasst eine Bachelorarbeit (einschließlich deren Verteidigung), für die 10 SP vergeben werden. In dieser weisen die Studierenden ihre Befähigung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten nach.

§ 10 Beifach

(1) Der Bachelorstudiengang Mathematik schließt das Studium eines Beifachs ein.

(2) Als Beifach wird grundsätzlich jedes wissenschaftliche Studienfach angesehen. Empfehlenswert sind besonders Fächer im Bereich Adlershof der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten I und II sowie der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät. Das gewählte Beifach ist dem Prüfungsausschuss mitzuteilen.

(3) Für das Beifach sind Veranstaltungen im Umfang von 20 SP erforderlich.

(4) Die Module „Analysis I“ und „Lineare Algebra und analytische Geometrie I“ können als Beifach in einem anderen Bachelorstudiengang studiert werden.

§ 11 Berufsfeldbezogene Zusatzqualifikationen

(1) Im Studium werden berufsfeldbezogene Zusatzqualifikationen im Umfang von 30 Studienpunkten erworben. Die Anerkennung der Leistungen erfolgt durch den zuständigen Prüfungsausschuss.

(2) Das fachspezifische Modul gemäß § 3 Abs. 3 wird vom Institut für Mathematik in Form von folgenden

Lehrveranstaltungen angeboten:

- „Einführung in wissenschaftliches Rechnen“ (1 SWS VL + 2 SWS UE; 4 SP)
- Projektpraktikum I (2 SWS PR, 4 SP)
- Projektpraktikum II (2 SWS PR, 2 SP).

(3) Weitere berufsfeldbezogene Zusatzqualifikationen im Gesamtvolumen von 20 SP können insbesondere aus folgenden Bereichen sein:

Schlüsselqualifikationen: umfassen insbesondere Sozialkompetenz (z.B. Kooperationsfähigkeit, Fähigkeit zur Kommunikation und Diskussion, Konfliktmanagement), Projektmanagement, Methodenkompetenz (z.B. Präsentationstechniken, Ergebnisdarstellung, methodisches Problembewusstsein) und Sprachkompetenz. Anrechenbar sind u.a. die Angebote des Career Centers und des Sprachenzentrums der Humboldt-Universität.

Darüber hinaus wird die Teilnahme als gewählte Vertreterin/ gewählter Vertreter in Hochschulgremien (inklusive der studentischen Selbstverwaltung) pauschal mit 1 SP pro Semester und Gremium angerechnet, soweit kein höherer Arbeitsaufwand nachgewiesen wird. Die Gesamtzahl durch Gremienarbeit erworbener SP wird auf 5 beschränkt.

Berufspraktika: Ein mindestens vierwöchiges Vollzeitpraktikum, das im Hinblick auf potentielle Aufgabengebiete einer Mathematikerin / eines Mathematikers in einem Unternehmen oder einer Forschungseinrichtung abgeleistet wird, wird nach Einreichung eines Praktikumsberichts mit 6 SP angerechnet. Für jede weitere

Praktikumswoche wird ein zusätzlicher SP gewährt. Die Gesamtzahl durch Praktika erworbener SP darf 12 nicht übersteigen.

Zur Betreuung der Praktika wird eine Praktikumsbeauftragte/ ein Praktikumsbeauftragter im Institut eingesetzt. Die Teilnahme an einem Praktikum wird empfohlen.

Fachübergreifende Lehrangebote anderer Studiengänge der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten bzw. der Universität.

(4) Die Qualifikationen können auch im Ausland erworben werden. Deren Anerkennung regelt der Prüfungsausschuss des Institutes der Mathematik der HU.

§ 12 Qualitätssicherung

Das Studienangebot unterliegt regelmäßigen Maßnahmen zur Sicherung der Qualität dieses Angebotes. Dazu zählen insbesondere die Akkreditierung und Reakkreditierung sowie die Evaluation der Lehre.

§ 13 In-Kraft-Treten

Diese Ordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Amtlichen Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität zu Berlin in Kraft.

Anlage 1: Modulbeschreibungen

Modul: Analysis I			Studienpunkte: 10
<p>Lern- und Qualifikationsziele: Umgang mit reellen und komplexen Zahlen, Kenntnis und Anwendung der Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer Variablen, Umgang mit elementaren Funktionen. Fähigkeit zur analytischen Formulierung von Problemen, Fähigkeit zu mathematischen Argumentationen, sprachlich-logische Schulung.</p>			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: keine			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen,	Rationale, reelle und komplexe Zahlen, Zahlenfolgen und -reihen, Potenzreihen, elementare Funktionen (auch in komplexen Zahlen), stetige Funktionen, Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer Variablen, Konvergenz von Funktionenfolgen.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Analysis I	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 1. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Analysis II			Studienpunkte: 10
<p>Lern- und Qualifikationsziele: Kenntnis der Differentialrechnung von Funktionen mehrerer reeller Variablen, Umgang mit partiellen Ableitungen, Fähigkeit zur Anwendung elementarer Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen. Fähigkeit zur analytischen Formulierung von Problemen, Fähigkeit zu mathematischen Argumentationen, sprachlich-logische Schulung.</p>			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Analysis I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Elemente der Topologie, stetige Funktionen in mehreren Variablen, Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Variabler, Satz über implizite Funktionen, elementare Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen, lineare gewöhnliche Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Analysis II	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 2. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Analysis III			Studienpunkte: 10
<p>Lern- und Qualifikationsziele: Kenntnis des Lebesgue-Integrals und zentraler Sätze dazu, Umgang mit Volumina und Flächenintegralen und deren Bedeutung in Anwendungen, Kenntnis grundlegender Sätze über gewöhnliche Differentialgleichungen. Erlangung einer höheren Abstraktionsfähigkeit, Kompetenz zur analytischen und maßtheoretischen Formulierung von Problemen in Anwendungen und deren mathematischer Umsetzung.</p>			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Analysis I und Analysis II			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Integralbegriff über allgemeinen Maßräumen mit besonderer Berücksichtigung des Lebesgue-Integrals, Grenzwertsätze, Satz von Fubini, Transformationsformel, Integration über Untermannigfaltigkeiten, klassische Integralsätze, Existenz- und Eindeutigkeitssatz für gewöhnliche Differentialgleichungen, Stabilität von stationären Punkten.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Analysis III	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 3. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Lineare Algebra und Analytische Geometrie I			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: - Erwerb von Grundkenntnissen der Linearen Algebra und der Analytischen Geometrie - Erlernen von mathematischen Schlussweisen und Beweisstrategien - Sprachlich-logische Schulung			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: keine			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Begriffe (Mengen, Abbildungen, Äquivalenzrelationen, usw.); Elemente der Gruppen-, Ring- und Körpertheorie. - Vektorräume, Unterräume, Faktorräume; lineare Unabhängigkeit, Erzeugendensystem, Basis; Dimension, Koordinaten. - Lineare Abbildungen: Kern, Bild und Rang einer linearen Abbildung; Zusammenhang mit Matrizen; Rang einer Matrix, elementare Umformungen, Rechenregeln; Determinanten von linearen Abbildungen und Matrizen, Rechenregeln. - Lineare Gleichungssysteme: Lösbarkeitskriterien, Lösungsmannigfaltigkeit, Gauß-Algorithmus, Cramersche Regel.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Lineare Algebra und Analytische Geometrie I	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 1. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Lineare Algebra und Analytische Geometrie II			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: - Vertiefung der Kenntnisse in Linearer Algebra und Analytischer Geometrie - Erlernen von mathematischen Schlussweisen und Beweisstrategien - Sprachlich-logische Schulung			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Lineare Algebra und Analytische Geometrie I, Analysis I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> - Normalformen von Endomorphismen: Charakteristisches Polynom, Eigenwerte, Eigenvektoren; Diagonalisierbarkeitskriterien für Endomorphismen; Haupträume; Jordansche Normalform (mit Beweis). - Vektorräume mit Skalarprodukt: Euklidische und unitäre Vektorräume; Cauchy-Schwarzsche Ungleichung; Orthogonalität; Gram-Schmidtsches Orthogonalisierungsverfahren; Isometrien und selbstadjungierte Abbildungen; Spektraltheorie. - Affine Räume und Unterräume, Parallelität; affine Abbildungen, Geradentreue; Hauptsatz der affinen Geometrie. - Projektive Räume und Unterräume; projektive Abbildungen, Geradentreue; Hauptsatz der projektiven Geometrie. - Quadriken: Klassifikation der Hyperflächen zweiter Ordnung (euklidisch, affin, projektiv).
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Lineare Algebra und Analytische Geometrie II	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 2. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Algebra und Funktionentheorie			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: - Vertiefung der Kenntnisse in Algebra und Funktionentheorie - Erlernen von mathematischen Schlussweisen und Beweisstrategien - Sprachlich-logische Schulung			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Lineare Algebra und Analytische Geometrie I, II und Analysis I, II			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> - Gruppentheorie: Isomorphiesätze, Sylow-Sätze, Struktursätze endlicher und endlich erzeugter abelscher Gruppen, Satz von Jordan-Hölder. - Körpertheorie: Algebraische und endliche Erweiterungen, Isomorphismen und Automorphismen von Körpererweiterungen, Zerfällungskörper, Separabilität und Inseparabilität, Normalität. - Galois-Theorie: Galois-Erweiterungen, Galois-Gruppe, Hauptsatz der Galois-Theorie, Unlösbarkeit durch Radikale. - Vervollständigung diskret bewerteter Körper und algebraischer Abschluss, insbesondere \mathbf{R}, \mathbf{C} und \mathbf{Q}_p, \mathbf{C}_p. - Analysis über \mathbf{C}: Komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Cauchyscher Integralsatz, Satz von Liouville, Residuensatz, Fundamentalsatz der Algebra. - Analysis über \mathbf{C}_p: Elemente rigider Analysis, z. B. Newtonpolygon.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Algebra und Funktionentheorie	
Dauer des Moduls		1 Semester	Regelsemester: 3. Fachsemester
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Numerische lineare Algebra			Studienpunkte: 5
Lern- und Qualifikationsziele: Zusammenhang von Kondition von Problemen und Gutartigkeit von Algorithmen; Kennenlernen der Eigenschaften und Arbeitsweise von numerischen Methoden der linearen Algebra und linearen Optimierung			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und Analysis I; BZQ I Einführung Wissenschaftliches Rechnen			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	2	2 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Matrixnormen und die Kondition von Matrizen, Kondition linearer Gleichungssysteme, Gaußscher Algorithmus, Komplexität und numerische Gutartigkeit, Householder Orthogonalisierung, Methode der kleinsten Quadrate, iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, Gesamtschritt-, Einzelschritt- und Relaxationsverfahren, lineare Optimierungsprobleme, Polyeder und Simplex-Verfahren
UE	2	2 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein BZQ 1 (Einführung Wissenschaftliches Rechnen), Übungsschein Numerische lineare Algebra	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 2. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Grundlagen der Numerischen Mathematik und Optimierung			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
Kennenlernen der Eigenschaften und Arbeitsweise grundlegender numerischer Methoden und deren algorithmischer Umsetzung			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:			
Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II, Modul Analysis I und II, Modul Numerische lineare Algebra BZQ I Einführung Wissenschaftliches Rechnen BZQ II Projektorientiertes Praktikum I			
Bemerkung: Der Modul nutzt eine geeignete Programmiersprache (z.Z. Matlab), deren Grundlagen vorausgesetzt werden.			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Methoden zur numerischen Lösung von Gleichungssystemen, unrestringierte Minimumprobleme, Fehleranalyse und Implementationsfragen, Approximation und Interpolation, Numerische Integration, Numerik von Differentialgleichungen, Eigenwertprobleme
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Grundlagen der Numerik und Optimierung	
Dauer des Moduls		1 Semester	Regelsemester: 4. Fachsemester
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Stochastik I		Studienpunkte: 10	
Lern- und Qualifikationsziele:			
<p>Aktive Beherrschung grundlegender Methoden der mathematischen Modellierung zufälliger Erscheinungen. Dazu zählen sicherer Umgang mit den maßtheoretisch basierten Begriffen wie Zufallsgrößen, zufälligen Vektoren und damit verbundener Kenngrößen, der Unabhängigkeit, der Gesetze der großen Zahlen, der zentralen Grenzwertsätze und Elementen der Schätz- und Testtheorie. Zu den Zielen gehört weiterhin die Fähigkeit, zufällige Erscheinungen der Realität in mathematische Modelle umzusetzen und diese zu analysieren.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Module Analysis I , Analysis II, Lineare Algebra I und II; Empfohlen werden die maßtheoretische Grundlagen aus Analysis III</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Zufällige Versuche und Wahrscheinlichkeitsräume, Zufallsgrößen und zufällige Vektoren, ihre Verteilungsfunktionen und ihre Momente, Unabhängigkeit, Korrelation, bedingte Wahrscheinlichkeiten, charakteristische Funktionen, Summen unabhängiger Zufallsgrößen, Gesetze der großen Zahlen, Zentrale Grenzwertsätze, Hauptsatz der Mathematischen Statistik (Gliwenko-Cantelli), Elemente der Schätz- und Testtheorie
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Stochastik I	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 4. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Proseminar			Studienpunkte: 5
<p>Lern- und Qualifikationsziele:</p> <p>Die Veranstaltungen werden geprägt jeweils vom Vortrag eines oder von höchstens zwei Studierenden sowie von der anschließenden Diskussion. Der Vortrag muss dominieren; an der Diskussion sollen alle Teilnehmerinnen/Teilnehmer mitwirken.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</p> <p>Analysis I, Lineare Algebra und Analytische Geometrie I</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalt
PS	2	4 SP Teilnahme am Proseminar, Erstellung und Präsentation von einem Vortrag, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Das jeweilige Thema ist aus dem aktuellen Angebot des Institutes für Mathematik zu entnehmen.
BS		1 SP	Betreutes Selbststudium (BS)
Modulabschlussprüfung		Positiv bewertete Präsentation	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		SS / WS	

Wahlpflichtmodule:

Modul: Differentialgeometrie			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit abstrakten und eingebetteten Mannigfaltigkeiten. Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I und II			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Krümmung und Windung von Kurven, Hauptsatz der Kurventheorie, spezielle Raumkurven, globale Resultate der Kurventheorie, Krümmungsgrößen für Flächen, Hauptsatz der lokalen Flächentheorie, Regelflächen, Minimalflächen, geodätische Linien, Abbildungen zwischen Flächen, globale Resultate der Flächentheorie
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Differentialgeometrie	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 3. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Analysis und Geometrie auf Mannigfaltigkeiten			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit Integralformen und deren Anwendungen.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I und II Module Analysis IIIa" und „Analysis IIIb			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Differentialformen, Satz von Stokes, Einführung in die Riemannsche Geometrie Länge, Abstand, Satz von Hopf-Rinow
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Analysis und Geometrie auf Mannigfaltigkeiten	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Topologie			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit topologischen Räumen und stetigen Abbildungen. Befähigung zum Umgang mit kategoriellen und funktoriellen Konstruktionen.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I und II Modul Algebra I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Grundbegriffe der mengentheoretischen Topologie, Homotopieklassen, Homotopiegruppe, singuläre Homologie und Kohomologie
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Topologie	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 4. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Algebra II			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Verständnis und Sicherheit im Umgang mit den grundlegenden Methoden der kommutativen Algebra.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I und II Modul Algebra I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Noethersche Ringe, faktorielle Ringe, Polynomringe; Moduln; Elemente der homologischen und multilinearen Algebra; Algebren über Körpern (z.B. halbeinfache und einfache Matrix-Algebren)
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Algebra II	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Zahlentheorie			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
<ul style="list-style-type: none"> – Erweiterung des Zahlbegriffs: <ul style="list-style-type: none"> a) die Dedekindschen Zahlringe als Verallgemeinerung der ganzen Zahlen b) die p-adischen Zahlen, ihre Besonderheiten und Gemeinsamkeiten im Vergleich mit den reellen Zahlen – simultane Betrachtung mehrerer Vervollständigungen eines K-Körpers im Vergleich zur Betrachtung simultaner Kongruenzen – Geometrische Veranschaulichung von Zahlen und daraus resultierende Einsichten 			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:			
Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I und II Modul Algebra I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ganze Zahlen in einem algebraischen Zahlkörper, Dedekindsche Ringe und ihre Idealtheorie. 2. Bewertungen auf algebraischen Zahlkörpern und der schwache Approximationssatz. 3. Vervollständigungen und Henselsches Lemma. 4. Erweiterungen von Zahlkörpern - der idealtheoretische und der bewertungstheoretische Standpunkt. 5. Darstellung der ganzen Zahlen eines algebraischen Zahlkörpers als Gitter im Minkowski-Raum. 6. Der Minkowskische Gitterpunktsatz und die daraus folgenden Endlichkeitssätze: endliche Anzahl von Zahlkörpern mit beschränkter Diskriminante und Endlichkeit der Klassenzahl eines Zahlkörpers. 7. Der Dirichlet'sche Einheitsatz.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Zahlentheorie	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 4. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Einführung in die Logik			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Hauptziel ist die Vermittlung des Vorgehens in der Mathematischen Logik, d.h. es wird das Zusammenspiel von formaler Sprache, Gültigkeit und mathematischer Struktur dargestellt. Diese Denkweise soll in den Übungen erprobt werden. Wesentlich ist auch die Formalisierung des Begriffs der Berechenbarkeit.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Aussagenlogik, Prädikatenlogik, Gödelscher Vollständigkeitssatz, Gödelscher Unvollständigkeitssatz
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Einführung in die Logik	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: ab 3. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Funktionalanalysis			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit unendlich-dimensionalen Vektorräumen und Operatoren in ihnen.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:			
Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I, II und III			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Banach- und Hilberträume, deren Dualräume, reflexive Räume, starke und schwache Konvergenz, Präkompaktheit, konvexe Mengen und Minimierungsprobleme; stetige Operatoren, duale Operatoren, Operatortopologien, Fourier- und Laplace-Transformation sowie weitere Beispiele von Operatoren; Trennungssatz von Mazur, Sätze von Hahn-Banach, Banach-Steinhaus, vom offenen Operator und abgeschlossenem Graphen ...; Spektrum von beschränkten Operatoren, insbesondere von kompakten und selbstadjungierten Operatoren, Fredholm-Alternative und Integralgleichungen, Fredholm-Operatoren und deren Index; Spektraldarstellung normaler Operatoren.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Funktionalanalysis	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Partielle Differentialgleichungen			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit den klassischen partiellen Differentialgleichungen sowie erste Kenntnisse aus der systematischen Theorie der PDE.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:			
Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Modul Analysis I und II Modul Analysis IIIa" und Modul „Analysis IIIb Modul Funktionalanalysis			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Klassische partielle Differentialgleichungen: Laplace-Gleichung, Wellengleichung, Wärmeleitungsgleichung ...; Distributionen, Fundamentallösungen von Differentialoperatoren; Sobolev-Räume, Rellich-Lemma, Sobolevscher Einbettungssatz, Gardingsche Ungleichung, Regularitätssätze; Satz von Lax-Milgram, schwache Lösungen, Randwertaufgaben für partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Partielle Differentialgleichungen	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 6. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: Nichtlineare Optimierung			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
Theorie und Numerik unrestringierter und restringierter Minimierungsprobleme sowie Ausblicke auf Probleme für nichtdifferenzierbare Funktionen.			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:			
Modul Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II, Modul Analysis I und II, Modul Numerik der linearen Algebra, Grundlagen der Numerik und Optimierung			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> – Notwendige und hinreichende Bedingungen (1. und 2. Ordnung) für unrestringierte Probleme – Allgemeine Abstiegsverfahren – Liniensuchmethoden (Armijo- / Armijo-Goldstein- / (strenge) Wolfe-Powell-Regel) – Quasi-Newton-Verfahren (Rang 1 und Rang 2-Updates). – „Trust-Region“-Globalisierung (Cauchy-Punkt, „Dogleg“-Variante) – Regularitätsbedingungen und Karush-Kuhn-Tucker-Theorie (Bedingung 1. Ordnung und notwendige und hinreichende Bedingungen 2. Ordnung) für restringierte Probleme – Wilson-Verfahren und Sequentielle Quadratische Programmierung (SQP) – Straf- und Barriere-Methoden – Quasi-Newton-Verfahren für restringierte Probleme – Ausblick auf nichtdifferenzierbare Probleme (konvexer Fall, semismoothness und verallgemeinerte Newton-Verfahren).
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Variationsrechnung und Optimale Steuerungen			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit der Variationsrechnung und Optimalen Steuerungen			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Analysis I, II, und Lineare Algebra und Analytische Geometrie			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen,	Variationsrechnung: Aufgabenstellung und Eulersche Gleichungen, Isoperimetrische Aufgaben, Transversalitätsbedingungen, variable Randpunkte, Eckenbedingungen von Weierstrass und Erdmann; Notwendige Bedingungen bei Funktionen über Gebieten der Dimension 2; Bedingungen zweiter Ordnung (Legendre, Jacobi), starke, schwache Lösungen Optimale Steuerungen (mit stückweise stetigen Steuerungen): Aufgabentypen, Regularitätsbedingungen und Strafansätze, Lagrange Bedingungen, adjungiertes System, Hamilton Funktion; Grundlegende Abschätzungen und Pontrjagins Maximumprinzip, Transversalitätsbedingungen und variable Endzeit; Spezielle Aufgaben: Lineare Probleme, Sprünge, Feedback; Zusammenhang zwischen Steuerungsaufgaben und Variationsaufgaben über Strafansätze; Ansätze für Lösungsmethoden.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Variationsrechnung und Optimale Steuerung	
Dauer des Moduls		1 Semester	Regelsemester: Fachsemester
Beginn des Moduls		SS	WS

Modul: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Kennenlernen der Eigenschaften und Arbeitsweisen numerischer Verfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben und Diskretisierungstheorie			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Module Analysis I-III, Grundlagen der Numerik und Optimierung			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen,	Existenzaussagen für Anfangswertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen (DGLn), Asymptotisches Verhalten von Lösungen, Lineare Systeme gewöhnlicher DGLn, Diskretisierung von Operatorgleichungen, Integrationsverfahren für Anfangswertprobleme gewöhnlicher DGLn, Konsistenz, Stabilität und Konvergenz von Integrationsverfahren, Lineare Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta Verfahren, Asymptotisches Verhalten von Integrationsverfahren, Randwertprobleme für gewöhnliche DGLn, Mehrziel- und Kollokationsmethoden für Randwertprobleme.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Numerik partieller Differentialgleichungen I			Studienpunkte: 10
<p>Lern- und Qualifikationsziele:</p> <p>Numerische Verfahren für partielle Differentialgleichungen und deren Analyse. Ein Schwerpunkt besteht in der Behandlung von Finite-Elemente-Methoden.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:</p> <p>Modul Grundlagen der Numerik und Optimierung, Modul Funktionalanalysis, parallele Belegung von BZQ III (zur Vorlesung Numerik partieller Differentialgleichungen I)</p> <p>Empfohlen werden: Modul Partielle Differentialgleichungen und Modul Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen,	Finite Differenzenverfahren für lineare partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung, Variationsgleichungen und -ungleichungen, Galerkin-Verfahren, konforme, nichtkonforme und gemischte Finite-Elemente-Methoden, A-priori- und A-Posteriori-Fehleranalyse, Adaptive Netzgenerierung.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Positiv bewerteter Abschlussbericht BZQ III	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Stochastische Finanzmathematik I			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
<p>Kenntnis und Anwendung grundlegender finanzmathematischer Konzepte in diskreter Zeit. Dazu zählen statische und dynamische Bewertungs- und Absicherungsstrategien für Finanzrisiken in vollständigen und unvollständigen Märkten, das "Fundamental Theorem of Asset Pricing", Superhedging und Arbitragegrenzen, zufälliges Stoppen und Amerikanische Optionen, Risikomaße. Optional kann eine elementare Einführung in zeitstetige Finanzmarktmodelle angeboten werden. Zu erwerben ist weiter die Fähigkeit zur Formulierung realer Anwendungsprobleme als mathematische Modelle und deren Analyse, sowie entsprechende sprachlich-logische Schulung.</p>			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul:			
<p>Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I und II, Stochastik I; Empfohlen wird Stochastik II.</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Statische und dynamische Absicherungsstrategien für derivative Finanzprodukte, Arbitragefreiheit und Fundamentalsatz der Wertpapierbewertung, Arbitragegrenzen in unvollständigen Märkten, optimales Stoppen, Amerikanische Optionen, Snell'sche Einhüllende, Binomial Modelle (Cox-Ross-Rubinstein Modell), Risikomaße.
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Stochastische Finanzmathematik I	
Dauer des Moduls		1 Semester	Regelsemester: 5. Fachsemester
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Stochastik II			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele:			
<p>Kenntnis der wichtigsten Klassen stochastischer Prozesse mit diskreter Zeit, Umgang mit Techniken der Martingaltheorie und Markovscher Ketten, Festigung der Denkweisen der Stochastik und der Modellierung vom Zufall abhängiger dynamischer Prozesse, Verständnis grundlegender Eigenschaften zeitkontinuierlicher Prozesse, speziell der Brownschen Bewegung.</p>			
<p>Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Module Analysis I , Analysis II, Stochastik I; Empfohlen werden maßtheoretische Grundlagen aus Analysis III</p>			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	Konstruktion stochastischer Prozesse; bedingte Erwartungen; Martingale in diskreter Zeit; Konvergenz stochastischer Prozesse; Markovsche Ketten: Rekurrenz und Transienz, invariante Maße und Asymptotik; Wahrscheinlichkeitsmaße auf polnischen Räumen; schwache Konvergenz von Wahrscheinlichkeitsmaßen; Verteilungskonvergenz stochastischer Prozesse; Invarianzprinzip und Brownsche Bewegung
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Stochastik II	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: Methoden der Statistik (Regressions-und Varianzanalyse)			Studienpunkte: 10
Lern- und Qualifikationsziele: Befähigung zur Modellierung und Auswertung statistischer Daten , zur richtigen Anwendung und Interpretation grundlegender Verfahren der Statistik, zum selbständigen Lösen von Aufgaben und Problemstellungen, zum Verständnis von Fachliteratur, und (optional) zur Einbeziehung von Statistiksoftware			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: Analysis, Lineare Algebra, Stochastik I			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	4	6 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundbegriffe der Schätz-und Testtheorie, Ursache-Wirkungsbeziehungen, Datenanpassung 2. Modelle und Verfahren der Varianzanalyse (Ein -und Zweiweg-klassifikation , Lateinische Quadrate, feste und zufällige Effekte)Sätze von Cochran , F-Test , Hotellings -T-Test 3. Regressionsanalyse im linearen Modell (Schätzung der Regressionsfunktion , Methode der Kleinsten Quadrate und Gauss-Markov-Theorem, verallgemeinerte Inverse, optimale lineare und quadratische Schätzer Testverfahren und Modellwahl, Polynomialregression, Optimale Versuchsplanung) 4. Weitere (optionale) Themen und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> - Umgang mit Standardsoftware (z.B. R) - Analyse von Trend-und Saisonkomponenten (Zeitreihenanalyse) - Multivariate Analysis (MANOVA, Hauptkomponentenanalyse,..) - Cluster-und Diskriminanzanalyse
UE	2	3 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschlussprüfung		Maximal dreistündige Klausur oder halbstündige mündliche Prüfung, 1 SP Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung: Übungsschein Methoden der Statistik	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 4. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: BZQ I – Einführung Wissenschaftliches Rechnen			Studienpunkte: 4
Lern- und Qualifikationsziele: Nutzung des Computers in der Mathematik, Konzipierung und Implementierung von Algorithmen			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: keine			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
VL	1	1 SP Teilnahme an den Vorlesungen, regelmäßige Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> – Zahlendarstellung im Computer, Rechnerarithmetik – Programmierung in einer objektorientierten Programmiersprache (z.Z. JAVA) – Erlernen von Satz- und Präsentationstechniken (z.Z. Latex inkl. Beamer) – Nutzung eines Formelmanipulationssystemes (z.Z. Mathematica) – Algorithmen: Erstellung (Flussbild) und effiziente Abarbeitung, Programmierstil
UE	2	2 SP regelmäßige Teilnahme an Übungen, schriftliche Übungsaufgaben.	(siehe VL)
Modulabschluss		Positiv bewertete Präsentation, 1 SP	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 1. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Modul: BZQ II – Projektorientiertes Praktikum I			Studienpunkte: 4
Lern- und Qualifikationsziele: Entdecken, Beheben und evtl. Umgehen numerischer Probleme und Effekte in der Numerischen Linearen Algebra, Vertiefung der Programmierkenntnisse (Erstellung eines Quellcodes mit Dokumentation)			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: BZQ I – Einführung in das wissenschaftliche Rechnen, Belegen von NLA			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
PR	2	4 SP	Rundungsfehler, Kondition von Matrizen, Lösung linearer Gleichungssysteme, Methode der kleinsten Quadrate (Householder-Verfahren), lineare Optimierung, Implementation in einer objektorientierten Programmiersprache (z.Z. Java)
Modulabschluss		Multimedial - positive Bewertung aller Teilprojekte	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 2. Fachsemester	
Beginn des Moduls		SS	

Modul: BZQ III – Projektorientiertes Praktikum II			Studienpunkte: 2
Lern- und Qualifikationsziele: Konzeption und Implementierung einer Testumgebung, Durchführung und Auswertung von Experimenten im Team			
Inhaltliche Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul: keine Abschluss der Module zu denen das Praktikum durchgeführt wird (Grundlagen der Numerik und Optimierung, Stochastik I) oder optional Belegung darauf aufbauender Module zu denen das Praktikum parallel durchgeführt wird (z.B. Numerik partieller Differentialgleichungen, Methoden der Statistik).			
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
PR	2	1 SP	Im Praktikum werden komplexere Aufgaben aus den Vorlesungen Grundlagen der Numerik und Optimierung, Stochastik I oder optional aus darauf aufbauenden Vorlesungen gestellt, algorithmisch in kleinen Gruppen aufgearbeitet, umgesetzt und damit experimentiert. Es wird eine fachspezifische Programmiersprache bzw. Softwareumgebung eingesetzt.
Modulabschluss		Positiv bewerteter Abschlussbericht , 1 SP	
Dauer des Moduls		1 Semester Regelsemester: 5. Fachsemester	
Beginn des Moduls		WS	

Anlage 2: Idealtypischer Studienverlaufsplan

Hier finden Sie die im Studiengang angebotenen Lehrveranstaltungen in den jeweiligen Modulen und eine Aufstellung der Studienpunkte (SP) im jeweiligen Semester in einem idealtypischen, so aber nicht verpflichtenden Studienverlauf. Das 5. Semester kann an einer Universität im Ausland studiert werden.

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester
Module [inkl. Pflicht oder Wahl, Typ der LV und MAP]						
	Analysis I 6 SWS, 10 SP	Analysis II 6 SWS, 10 SP	Analysis III 6 SWS, 10 SP	Stochastik I 6 SWS, 10 SP	Wahlpflicht- vorlesung 6 SWS, 10 SP	Wahlpflicht- vorlesung 6 SWS, 10 SP
	Lineare Algebra und Analytische Geometrie I 6 SWS, 10 SP	Lineare Algebra und Analytische Geometrie II 6 SWS, 10 SP	Algebra und Funktionen- theorie 6 SWS, 10 SP	Grundlagen der Numerik und Optimie- rung 6 SWS, 10 SP	Seminar Wahlpflicht 2 SWS, 5 SP	
		Numerische Lineare Algebra 4 SWS, 5 SP	Beifach 6 SWS, 10 SP	Proseminar 2 SWS, 5 SP	Beifach 6 SWS, 10 SP	
	BZQ Einführung in wissen- schaftliches Rechnen 3 SWS, 4 SP	BZQ Projektprak- tikum I 2 SWS, 4 SP		Vorlesung Wahlpflicht 3 SWS, 5 SP	BZQ Projektprak- tikum II 2 SWS, 2 SP	Bachelorar- beit
	Fachüber- greifende BZQ 5 SWS, 7 SP				Fachüber- greifende BZQ 2 SWS, 3 SP	Fachüber- greifende BZQ 6 SWS, 10 SP
SWS und SP je Semester	20 SWS 31 SP	18 SWS 29 SP	18 SWS 30 SP	17 SWS 30 SP	18 SWS 30 SP	12 SWS 30 SP

Anlage 3: Idealtypische Stundenumrechnung

Den angegebenen SWS und SP liegt folgende Umrechnung in Arbeitszeitstunden zugrunde:

- VL mit 4 SWS und 6 SP (=180h): 60 h Präsenzzeit (15 Wochen x 4 SWS)
120h Vor- und Nachbereitung
- UE mit 2SWS und 3 SP (=90h): 30h Präsenzzeit
60 h Vor- und Nachbereitung einschl. Übungsaufgaben