

Nr. 55 vom 11. Juli 2025

## **AMTLICHE BEKANNTMACHUNG**

Hg.: Der Präsident der Universität Hamburg  
Referat 31 – Qualität und Recht

### **Fachspezifische Bestimmungen für den Studiengang „Mathematik (B.Sc.)“**

**vom 21. Mai 2025**

Das Präsidium der Universität Hamburg hat am 10. Juni 2025 die von der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften am 21. Mai 2025 auf Grund von § 91 Absatz 2 Nummer 1 des Hamburgischen Hochschulgesetzes (HmbHG) vom 18. Juli 2001 (HmbGVBl. S. 171) in der Fassung vom 19. Februar 2025 (HmbGVBl. S. 241) beschlossenen fachspezifischen Bestimmungen für den Studiengang Mathematik (B.Sc.) gemäß § 108 Absatz 1 HmbHG genehmigt.

## Präambel

Diese Fachspezifischen Bestimmungen ergänzen die Regelungen der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss „Bachelor of Science“ (B.Sc.) vom 20. Oktober 2021 (PO B.Sc.) in der jeweils geltenden Fassung und beschreiben die Module für das Fach Mathematik.

### I. Ergänzende Bestimmungen

#### Zu § 1: Studienziel, Prüfungszweck, Akademischer Grad, Durchführung des Studiengangs

##### Zu § 1 Absatz 1

Das Studium des Faches Mathematik vermittelt den Studierenden grundlegende Kenntnisse über Sachverhalte, Methoden und Denkweisen der Wissenschaft Mathematik sowie die Fähigkeit, diese selbstständig zu vertiefen, die Fähigkeit, selbstständig mathematische Techniken und Konzepte anzuwenden.

##### Zu § 1 Absatz 4

Die Durchführung des Studienganges erfolgt durch die Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften.

#### Zu § 3: Studienfachberatung

Am Ende des zweiten Semesters findet eine verbindliche Informationsveranstaltung zum Studienverlauf statt. In Ergänzung der in § 3 der PO B.Sc. vorgesehenen Beratungen können sich die Studierenden der Mathematik bei weiteren Fragen zum Studienverlauf durch Studienfachberaterinnen bzw. -berater oder bei Fragen zur Organisation des Studiums vom Studienbüro Mathematik beraten lassen.

#### Zu § 4: Studien- und Prüfungsaufbau, Module und Leistungspunkte (LP)

##### Zu § 4 Absatz 2: Studien- und Prüfungsaufbau

Das Studium besteht aus drei Bereichen:

- 1) einer Grundlagenbildung (erste Studienphase), die in den Pflichtmodulen Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Höhere Analysis und einem Proseminar sowie dem ABK-Pflichtmodul Programmiermethoden vermittelt wird. Es wird empfohlen, diese Module im Umfang von 54 Leistungspunkten bis zum Ende des vierten Semesters erfolgreich abzuschließen.
- 2) dem Studium eines Ergänzungsfachs, in dem Module im Umfang von 24 Leistungspunkten bis einschließlich zum sechsten Semester erfolgreich absolviert werden sollen;
- 3) einer Vertiefungsphase (zweite Studienphase) mit Bachelor-Vertiefungsmodulen (54 Leistungspunkte), einem mathematischen Vortragsseminar (6 Leistungspunkte), Veranstaltungen aus dem freien Wahlbereich der Universität (25 Leistungspunkte), einem Berufspraktikum/Projekt/Tutorium (5 Leistungspunkte) und der Bachelorarbeit (12 Leistungspunkte), die bis einschließlich dem sechsten Semester erfolgreich absolviert werden soll.

Innerhalb der Vertiefungsphase müssen aus folgenden frei wählbaren fünf Bachelor-Vertiefungsmodulen mindestens drei absolviert werden:

- a) Algebra
- b) Funktionalanalysis
- c) Funktionentheorie
- d) Mathematische Stochastik
- e) Numerische Mathematik

Der Fachbereich Mathematik empfiehlt den Studierenden den Abschluss aller fünf Module.

Die weiteren 27 Leistungspunkte in der Vertiefungsphase können frei aus dem gesamten Angebot an Vertiefungsmodulen gewählt werden.

#### **Zu § 4 Absätze 2 und 3: Module und Leistungspunkte (LP)**

- 1) Folgende Module sind regelhaft für das Fach Mathematik zu studieren und zu bestehen.  
Die Zuordnung in Semester gibt die für die mathematischen Module empfohlene Reihenfolge wieder, da diese inhaltlich aufeinander aufbauen.

##### 1. Sem.

P1a Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Teil I (Pflichtmodul)	9
P2a Analysis, Teil I (Pflichtmodul)	9
Ergänzungsfachmodule	6
Module aus dem freien Wahlbereich	4
<b>Summe</b>	<b>28</b>

##### 2. Sem.

P1b Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Teil II (Pflichtmodul)	9
P2b Analysis, Teil II (Pflichtmodul)	9
ABK1 Programmiermethoden (ABK-Pflichtmodul)	5
Ergänzungsfachmodul	6
Informationen zum Studienverlauf (Pflichtveranstaltung)	0
<b>Summe</b>	<b>29</b>

##### 3. Sem.

P3 Höhere Analysis (Pflichtmodul)	9
2 Module aus dem besonderen Wahlpflichtbereich	18
Ergänzungsfachmodul	6
<b>Summe</b>	<b>33</b>

##### 4. Sem.

PS Proseminar (Pflichtmodul)	4
1 Modul aus dem besonderen Wahlpflichtbereich	9
Vertiefungsmodule (Wahlpflichtmodule)	9
Module aus dem freien Wahlbereich	8
<b>Summe</b>	<b>30</b>

##### 5. Sem.

Vertiefungsmodule (Wahlpflichtmodule)	9
S Seminar (Pflichtmodul)	6
Module aus dem freien Wahlbereich	4
aus ABK2.1–3 Betriebspraktikum/Projekt/Tutorium	

(ABK-Wahlpflichtmodul)	5
Ergänzungsfachmodule	6
<b>Summe</b>	<b>30</b>

6. Sem.	
Vertiefungsmodule (Wahlpflichtmodule)	9
Module aus dem freien Wahlbereich	9
BA Bachelorarbeit	12
<b>Summe</b>	<b>30</b>

<b>Summe Gesamt</b>	<b>180</b>
---------------------	------------

- 2) Detaillierte Beschreibungen aller mathematischen Module und ABK-Module finden sich unter II. Modulbeschreibungen und im Modulhandbuch des Bachelorstudiengangs Mathematik, welches diese Fachspezifischen Bestimmungen ergänzt.
- 3) Die Pflichtmodule der ersten Studienphase Lineare Algebra und Analytische Geometrie (P1) und Analysis (P2) erstrecken sich jeweils über zwei Semester; die Leistungspunkte werden mit Abschluss der dazugehörigen Modulprüfung vergeben.
- 4) Aus den Wahlpflichtmodulen, die von den Schwerpunkten Algebra/Zahlentheorie, Analysis/Differentialgeometrie, Geometrie/Diskrete Mathematik, Angewandte Mathematik sowie Mathematische Statistik/Stochastische Prozesse des Fachbereichs Mathematik angeboten werden, müssen Vertiefungsmodule im Umfang von insgesamt 54 Leistungspunkten absolviert werden. Bei der Auswahl ist auf einen sinnvollen Studienaufbau und eine hinreichende Breite zu achten. Statt der Wahlpflichtmodule können auch Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Mathematics gewählt werden.
- 5) Der Bereich Allgemeine Berufsqualifizierende Kompetenzen (ABK) wird gebildet durch das ABK-Pflichtmodul Programmiermethoden und ein Wahlpflichtmodul, das aus dem ABK-Wahlpflichtbereich (Berufspraktikum [ABK2.1], Tutorentätigkeit [ABK2.2], Projekt [ABK2.3]) gewählt werden muss. Außerdem enthalten die Module Proseminar (PS) und Seminar (S) einen ABK-Anteil von jeweils 3 Leistungspunkten.
- 6) Die Ergänzungsfachmodule im Gesamtumfang von 24 Leistungspunkten sind aus einem möglichen Anwendungsbereich der Mathematik zu wählen, d.h. einem Fach, in dem mit mathematischen Methoden gearbeitet wird. Hier bieten sich insbesondere die Fächer der MIN-Fakultät an, aber auch das Fach Volkswirtschaftslehre an. Alle Fächer, die zusammen mit dem Fachbereich Mathematik einen interdisziplinären Masterstudiengang anbieten, werden besonders empfohlen.
- 7) Die Module im freien Wahlbereich im Gesamtumfang von 25 Leistungspunkten sind prinzipiell aus dem Angebot der Universität Hamburg frei wählbar. Hier können aber in der Regel keine Module aus den Teilstudiengängen Mathematik für das Lehramt eingebbracht werden, da die inhaltlichen Überschneidungen mit Pflicht- und Wahlpflichtmodulen zu groß sind.
- 8) Weitere, über den Umfang von 180 Leistungspunkten hinausgehende Module können freiwillig absolviert werden. Die Bewertungen zusätzlich erbrachter Prüfungsleistungen werden im Zeugnis-Transcript of Records mit ausgegeben, fließen jedoch nicht in die Gesamtnote mit ein.

- 9) Zum Studium der Mathematik als Nebenfach werden neben speziell für das Nebenfach angebotenen Modulen auch Module des Bachelorstudiengangs Mathematik herangezogen. Konkrete Nebenfachstudienpläne werden von dem zuständigen Prüfungsausschuss festgelegt.

**Zu § 5:  
Lehrveranstaltungsarten**

**Zu § 5 Absatz 1:**

Alle Lehrveranstaltungsarten nach § 5 PO B.Sc. sind möglich. Darüber hinaus ist ein angeleitetes Selbststudium im Rahmen eines Softwarepraktikums als ABK Leistung vorgesehen und eine Tutorentätigkeit kann als ABK-Modul angerechnet werden. Typisch ist die Kombination von Vorlesungs- und Kleingruppenanteilen (Übungen, Proseminar, Seminar).

**Zu § 5 Absatz 2 und 3:**

Für Übungen, Proseminare und Seminare besteht in der Regel Anwesenheitspflicht. Abweichungen von der Regel werden in der Bekanntmachung zu Art und Form der Studienleistungen der einzelnen Lehrveranstaltungen geregelt.

**Zu § 10:  
Wiederholung von Modulprüfungen**

**Zu § 10 Absatz 1:**

Der Prüfungsausschuss kann in begründeten Ausnahmefällen für eine letzte Wiederholungsprüfung auf Antrag eines Studierenden eine von der nicht bestandenen Modulprüfung oder Teilprüfung abweichende Prüfungsart festlegen.

**Zu § 13:  
Studienleistungen und Modulprüfungen**

**Zu § 13 Absatz 4:**

Die Dauer der Prüfung wird spätestens zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Modulprüfungen für die als Prüfungsform eine Klausur vorgesehen ist, können alternativ auch als mündliche Prüfungen vorgenommen werden. Modulprüfungen, für die als Prüfungsform eine mündliche Prüfung vorgesehen ist, können alternativ auch als Klausur vorgenommen werden.

**Zu § 13 Absatz 10:**

Studienleistungen und Prüfungen können in Deutsch oder Englisch abgelegt werden. In der Regel findet die Prüfung in der Sprache der Veranstaltung statt.

**Zu § 14:  
Bachelorarbeit**

**Zu § 14 Absatz 2 Satz 1:**

Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer alle Pflichtmodule der ersten Studienphase sowie mathematische Vertiefungsmodule im Umfang von mindestens 45 Leistungspunkten erfolgreich absolviert hat, d.h. die zugehörigen Modulprüfungen bestanden hat.

**Zu § 14 Absatz 4:**

Die Bachelorarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden. Die Entscheidung hierüber muss im Einvernehmen zwischen Studierendem und Betreuer bzw. Betreuerin getroffen werden.

**Zu § 14 Absatz 5:**

Der Bearbeitungszeitraum der Bachelorarbeit beträgt in der Regel drei Monate.

**Zu § 15:  
Bewertung der Prüfungsleistungen**

**Zu § 15 Absatz 3:**

Wenn ein Modul durch mehrere Teilprüfungen abgeschlossen wird, so sind diese möglichst gleichwertig anzulegen. Die Modulabschlussnote ergibt sich aus dem mit den Leistungspunkten gewichteten Mittel der Teilprüfungsnoten.

**Zu § 15 Absatz 3:**

Die Gesamtnote der Bachelorprüfung wird als ein mittels der jeweiligen Leistungspunkte gewichtetes Mittel der Modulnoten berechnet, wobei

- 1) die ABK-Module, das Proseminar (PS), das Seminar (S) und die Module aus dem freien Wahlbereich nicht berücksichtigt werden,
- 2) die drei Pflichtmodule der ersten Studienphase (Lineare Algebra und Analytische Geometrie [P1], Analysis [P2] und Höhere Analysis [P3] und die Module des Ergänzungsfachs einfach gewertet werden,
- 3) die mathematischen Vertiefungsmodule im Umfang von 54 Leistungspunkten doppelt gewertet werden und
- 4) die Bachelorarbeit (BA) dreifach gewertet wird.

## II. Modulbeschreibungen

Der Bachelorstudiengang Mathematik besteht aus folgenden Modulen:

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Lineare Algebra und Analytische Geometrie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-P1/WiMa-MP1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die grundlegenden Begriffsbildungen der linearen Algebra selbstständig in einfachen mathematischen und außermathematischen Anwendungen erkennen und anwenden,</li> <li>• erwerben durch die Bearbeitung von wöchentlichen Übungsaufgaben die Fähigkeit, sich selbstständig und in Gruppenarbeit mit vorgegebenen mathematischen Problemen zu beschäftigen, und durch die regelmäßige Mitarbeit in wöchentlichen Übungsgruppen die Kompetenz, eigene Lösungen und Lösungsansätze schriftlich und mündlich zu präsentieren,</li> <li>• beherrschen Rechenverfahren der linearen Algebra, die von generellem mathematischen Interesse sind, sicher und verstehen deren mathematische Grundlagen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• anschauliche Geometrie</li> <li>• Gruppen, Ringe, Körper, Vektorräume</li> <li>• Basen, Dimension</li> <li>• Matrizen, lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Determinante, charakteristisches Polynom, Eigenwert, Eigenvektor</li> <li>• euklidische und unitäre Vektorräume</li> <li>• orthogonale, unitäre und selbstadjungierte Endomorphismen</li> <li>• Normalformen von Matrizen</li> <li>• Vertiefende Anwendungen, z. B. Affine und Projektive Geometrie, äußere Algebra, Tensorprodukte</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Lineare Algebra und Analytische Geometrie I (V): 4 SWS</li> <li>b) Übungen zu Lineare Algebra und Analytische Geometrie I (Ü): 2 SWS</li> <li>c) Lineare Algebra und Analytische Geometrie II (V): 4 SWS</li> <li>d) Übungen zu Lineare Algebra und Analytische Geometrie II (Ü): 2 SWS</li> </ul>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 168 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 372 Std.

<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 18 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	2 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	1–2

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Analysis</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-P2/WiMa-MP2</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit der Konstruktion des Körpers der reellen Zahlen und seinen Eigenschaften sowie mit weiteren Zahlbereichen vertraut;</li> <li>• kennen den Begriff der Konvergenz einer Folge von Zahlen;</li> <li>• können anhand der behandelten Kriterien konvergente Folgen und Reihen erkennen und deren Grenzwerte bestimmen;</li> <li>• beherrschen wichtige Eigenschaften von Funktionen wie Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Integrierbarkeit etc.;</li> <li>• kennen Konvergenzbegriffe und -kriterien für Folgen von Funktionen, wie etwa Potenzreihen, und wissen welche Eigenschaften im Limes erhalten bleiben;</li> <li>• wenden die Differentialrechnung im <math>\mathbb{R}^n</math> zuverlässig an und haben ein geometrisches Grundverständnis;</li> <li>• beherrschen die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen und haben wichtige Beispielklassen (wie zum Beispiel lineare Systeme) im Griff.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Natürliche, ganze, rationale, reelle und komplexe Zahlen</li> <li>• Folgen und Reihen reeller und komplexer Zahlen (Konvergenzbegriff und -kriterien)</li> <li>• Reelle Funktionen (Grenzwerte, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Integration)</li> <li>• Folgen und Reihen von Funktionen, insbesondere Potenzreihen</li> <li>• Grundlagen der Fourier-Reihen</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen (und Systeme von solchen) einschließlich Anwendungen</li> <li>• Topologische Grundbegriffe</li> <li>• Differentialrechnungen im <math>\mathbb{R}^n</math> (totale und partielle Differentiation, Jacobi-Matrix, Satz über implizite Funktionen, lokale Extrema [auch mit Nebenbedingungen])</li> <li>• Kurven und Hyperflächen im <math>\mathbb{R}^n</math></li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Analysis I (V): 4 SWS      b) Übungen zu Analysis I (Ü): 2 SWS      c) Analysis II (V): 4 SWS      d) Übungen zu Analysis II (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur (benötigt)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 168 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 372 Std.

<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 18 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	2 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	1–2

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Höhere Analysis</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-P3/WiMa-MV1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit dem Begriff des Lebesgue-Integrals im <math>\mathbb{R}^n</math> und seinen grundlegenden Eigenschaften vertraut und können diesen in einen allgemeineren maßtheoretischen und funktionalanalytischen Kontext einordnen;</li> <li>• beherrschen den Differential- und Integralkalkül auf Untermannigfaltigkeiten des <math>\mathbb{R}^n</math>;</li> <li>• können auch die fortgeschrittenen Methoden und Begriffe der Integraltheorie in konkreten Problemzusammenhängen sicher anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untermannigfaltigkeiten des <math>\mathbb{R}^n</math> (Tangentialbündel, Differential von differenzierbaren Abbildungen)</li> <li>• Integralsätze für Untermannigfaltigkeiten (insbesondere Satz von Stokes in allgemeiner Form)</li> <li>• Lebesguesche Integrationstheorie</li> <li>• Grundbegriffe der Funktionalanalysis</li> <li>• Der Hilbertraum <math>L^2</math> und Fourier-Analysis</li> <li>• <math>L^p</math>-Räume</li> <li>• Klassische Ungleichungen</li> <li>• Grundzüge einer allgemeinen Maß- und Integrationstheorie</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Höhere Analysis (V): 4 SWS</p> <p>b) Übungen zu Höhere Analysis (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Analysis
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> i. d. R. Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	3

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Proseminar</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-P5/WiMa-MPS-oABK1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden können eine Literaturrecherche durchführen, sich ein mathematisches Thema aus dem Umfeld der Grundvorlesungen im Selbststudium aneignen, dieses in einem Vortrag anschaulich präsentieren und es in angemessener Form schriftlich darstellen.
<b>Inhalt</b>	Ein mathematischer Text ist von den Studierenden zu erarbeiten und den Teilnehmern des Proseminars in einem Vortrag vorzustellen. Die Themen beziehen sich dabei in der Regel auf die Module der ersten 2 bis 3 Semester. Die Studierenden werden bei der Erarbeitung des Themas, der Vortragsvorbereitung und gegebenenfalls dem Verfassen einer Ausarbeitung intensiv betreut. Die Zuhörer beteiligen sich aktiv an einer fachlichen Diskussion.
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Proseminar (S): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: nach Vorgabe der durchführenden Hochschullehrerenden jedoch höchstens die Module Analysis, Höhere Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Numerische Mathematik, Mathematische Stochastik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> aktive Teilnahme an der fachlichen Diskussion <b>Art der Modulprüfung :</b> Referat (unbenotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 28 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 92 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 4 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 3 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Referenzsemester</b>	4

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Seminar</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-S/WiMa-MS-oABK1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden erlernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das selbstständige Einarbeiten in mathematische Themen anhand von Literaturempfehlungen;</li> <li>• die systematische Suche nach relevanter Literatur;</li> <li>• die strukturierte Präsentation auch anspruchsvoller mathematischer Sachverhalte.</li> </ul> <p>Ferner</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen sie ihre Kenntnisse von Vortragstechniken und lernen, unterschiedliche Medien einander ergänzend einzusetzen;</li> <li>• stärken sie ihre mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit im Rahmen einer fachlichen Diskussion und gegebenenfalls einer schriftlichen Ausarbeitung.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Mathematische Texte, die in der Regel auf einem oder mehreren Vertiefungsmodulen aufbauen, sind von den Studierenden selbstständig zu erarbeiten und den Seminarteilnehmern in einem Vortrag vorzustellen. Dabei wird erwartet, dass die Teilnehmer nach Bedarf selbstständig weitere relevante Literatur suchen und ausarbeiten und eine geeignete Auswahl des zu präsentierenden Materials treffen. Die Zuhörer beteiligen sich aktiv an einer fachlichen Diskussion.
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar (S): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: nach Vorgabe der durchführenden Hochschullehrerenden
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> aktive Teilnahme an der fachlichen Diskussion</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Referat (unbenotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 28 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 152 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 6 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 3 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Referenzsemester</b>	5

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Programmiermethoden</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma/WiMa-ABK1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erlernen eine für die Berufspraxis und die Numerische Mathematik geeigneten höheren Programmiersprache. Insbesondere kennen sie die Grundlagen einer höheren Programmiersprache und sind in der Lage gegebene Algorithmen in einer Programmiersprache umzusetzen und zu testen
<b>Inhalt</b>	Einführung in eine strukturierte Programmiersprache (Datentypen, Operatoren, Schleifen, Verzweigungen, Methoden, Klassen, Objekte)
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Programmiermethoden (V): 2 SWS b) Übungen zu Programmiermethoden (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> i. d. R. Klausur, abweichend mündliche Prüfung (unbenotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 56 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 94 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 5 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 5 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	2

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Berufspraktikum</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma/WiMa-ABK2.1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten Einsichten in die berufliche Praxis eines Mathematikers/einer Mathematikerin;</li> <li>• gewinnen Erkenntnis über eigene Interessen sowie Stärken und Schwächen im beruflichen Umfeld;</li> <li>• kommen in Kontakt mit der Umsetzung der im Studium erworbenen Mathematikkenntnisse und Methodenkompetenz in der Berufspraxis.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Anwendung der Mathematik in einem Unternehmen
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Berufspraktikum (P): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verb bindlich: gegebenenfalls durch das die Praktikumsstelle anbietende Unternehmen vorgegeben Empfohlen: gegebenenfalls durch das die Praktikumsstelle anbietende Unternehmen vorgegeben
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> keine</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Berufspraktikumsabschluss (unbenotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikum: 160 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 5 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 5 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Individuelle Vereinbarung mit dem die Praktikumsstelle anbietenden Unternehmen
<b>Referenzsemester</b>	5

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Tutorentätigkeit</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma/WiMa-ABK2.2</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage mathematischer Inhalte aus der Rolle des Experten zu Kommunizieren;</li> <li>• können unterschiedliche mathematisch-fachliche Voraussetzungen mit Gesprächspartnern überbrücken;</li> <li>• können das Vorliegen von oder den Mangel an gedanklicher Klarheit in der Darstellung mathematischer Inhalte sicher analysieren und dies im Gespräch sicher vertreten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Leitung einer Übungsgruppe zu einer Mathematikvorlesung unter der fachlichen Betreuung durch eine Hochschullehrerin oder eines Hochschullehrers; Erklären von Mathematik in der Gruppe</li> <li>• Erfassen und Analyse möglicher Verständnismängel auf studentischer Seite im Gespräch; Anleitung der Studierenden zu deren möglichst selbstständiger Behebung</li> <li>• Weitgehend selbstständige Zuarbeit bei der Korrektur und Bewertung der studentischen Arbeit; Kommunikation von Lösungen und Bewertungen an die Studierenden</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Tutorentätigkeit (T): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, fachliche und didaktische Kompetenz, gegebenenfalls weitere Voraussetzungen in Abhängigkeit der zuleitenden Übungsgruppe Empfohlen: keine
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> regelmäßige Leitung einer Übungsgruppe</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Berufspraktikumsabschluss (unbenotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikum: 160 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 5 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 5 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Individuelle Vereinbarung mit dem die Praktikumsstelle anbietenden Unternehmen
<b>Referenzsemester</b>	5

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Projekt</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma/WiMa-ABK2.3</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erwerben Problemlöse- und Transferkompetenz durch Anwendung des Theorie- und Methodenschatzes der Mathematik auf anspruchsvolle Probleme.
<b>Inhalt</b>	Das Projektmodul dient der Bearbeitung einer anspruchsvollen mathematischen Fragestellung, die neben der Beherrschung mathematischer Methoden auch andere wissenschaftliche Methoden wie Software- oder Modellierungstechniken erfordert.
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Projekt (P): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Mathematische Stochastik, Numerische Mathematik, Programmierungsmethoden, Softwarepraktikum
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> keine <b>Art der Modulprüfung :</b> Projektabchluss (unbenotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikum: 160 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 5 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 5 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Individuelle Vereinbarung mit einer betreuenden Person
<b>Referenzsemester</b>	5

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Bachelorarbeit Mathematik B.Sc.</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-BSc</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Bachelorarbeit dient dazu, die Studierenden in das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten einzuführen. Dabei sollen die Studierenden das im Studium erworbene Wissen und die erworbene Methodenkompetenz einsetzen, um zu einer mathematischen Problemstellung Lösungen oder Lösungsansätze gemäß den üblichen wissenschaftlichen Standards schriftlich zu dokumentieren.</p> <p>Insbesondere können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich selbstständig in ein Problemfeld einarbeiten und sich dabei einen umfassenden Überblick über die vorhandene relevante Literatur verschaffen;</li> <li>• die Fragestellung selbstständig unter Berücksichtigung der Theorie und des Methodenwissens bearbeiten;</li> <li>• die erzielten Ergebnisse bewerten und in das Umfeld der bekannten Resultate einordnen;</li> <li>• eine schriftliche Gesamtdarstellung der Ergebnisse erstellen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	Vertiefte Bearbeitung einer mathematischen Problemstellung.
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer alle Pflichtmodule der ersten Studienphase sowie mathematische Vertiefungsmodule im Umfang von mindestens 45 Leistungspunkten erfolgreich absolviert hat, d. h. die zugehörigen Modulprüfungen bestanden hat.</p> <p>Empfehlung: Module nach Vorgabe der betreuenden Hochschullehrerin bzw. des betreuenden Hochschullehrers</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> keine</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Bachelorarbeit (benotet, i. d. R. nicht mehr als 100 Seiten)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 12 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	Die maximale Dauer der Bachelorarbeit beträgt drei Monate ab Anmeldung.
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Referenzsemester</b>	6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Algebra</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können grundlegende Begriffsbildungen der Algebra selbstständig in mathematischen und außermathematischen Anwendungen erkennen und anwenden,</li> <li>• erwerben durch die Bearbeitung von wöchentlichen Übungsaufgaben die Fähigkeit, selbstständig und in Gruppenarbeit, algebraische Begriffsbildungen und Beweistechniken anzuwenden,</li> <li>• erwerben durch die regelmäßige Mitarbeit in wöchentlichen Übungsgruppen die Kompetenz, komplexere Beweise und mathematische Sachverhalte sowie eigene Lösungsideen schriftlich und mündlich zu präsentieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppen (Lagrange, Homomorphiesätze, Operationen, Symmetrische Gruppe)</li> <li>• Ringe (euklidisch, faktoriell, Hauptideal-, Polynom-, Lokalisierung, Teilbarkeit)</li> <li>• Moduln (Klassifikation über Hauptidealringen mit Anwendungen, Tensorprodukt, äußere Algebra) oder</li> <li>• Grundlagen der Galoistheorie (normale und separable Körpererweiterungen, Anwendung auf Konstruktionsprobleme oder Lösbarkeit von Gleichungen)</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Algebra (V): 4 SWS b) Übungen zu Algebra (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	3

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Numerische Mathematik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-P4/WiMa-MP3</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können grundlegende numerische Verfahren beschreiben, erklären, implementieren und anwenden;</li> <li>• sind mit der Analyse der behandelten Verfahren vertraut und sind in der Lage die Ergebnisse realer Implementierungen mit der Theorie zu vergleichen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Gleichungssysteme und Fehleranalyse</li> <li>• Interpolation mit Polynomen und Splinefunktionen</li> <li>• Orthogonalisierungsmethoden und Lineare Ausgleichsrechnung</li> <li>• Lineare Optimierung, insbesondere Simplexverfahren</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Nichtlineare Gleichungen</li> <li>• Eigenwertprobleme</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Numerische Mathematik (V): 4 SWS      b) Übungen zu Numerische Mathematik (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	3

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Stochastik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-P5/WiMa-MP4</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie;</li> <li>• können Zufallsexperimente durch Wahrscheinlichkeitsmaße und Zufallsvariablen beschreiben;</li> <li>• beherrschen das Gesetz der großen Zahlen und können es in Anwendungen interpretieren;</li> <li>• verstehen den Zentralen Grenzwertsatz und können diesen zur Approximation von Wahrscheinlichkeiten anwenden;</li> <li>• kennen die Konzepte der stochastischen Unabhängigkeit und der bedingten Wahrscheinlichkeiten und können diese in Anwendungen sachgerecht verwenden;</li> <li>• kennen diskrete und absolutstetige Standardverteilungen;</li> <li>• können aus der Verteilung von Zufallsvariablen Eigenschaften herleiten, z. B. stochastische Unabhängigkeit, sowie Kenngrößen bestimmen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrscheinlichkeitsräume und Zufallsexperimente</li> <li>• Urnenmodelle und elementare Kombinatorik</li> <li>• Bedingte Wahrscheinlichkeiten und stochastische Unabhängigkeit, Übergangswahrscheinlichkeiten</li> <li>• Zufallsvariablen und Bildmaße, Kenngrößen von Zufallsvariablen und Verteilungen</li> <li>• Gesetz der großen Zahlen</li> <li>• Zentraler Grenzwertsatz</li> <li>• Exemplarische Behandlung von Fragestellungen aus den Gebieten Statistik, stochastische Prozesse, Versicherungsmathematik</li> <li>• Probleme der stochastischen Modellierung</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Mathematische Stochastik (V): 4 SWS      b) Übungen zu Mathematische Stochastik (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	3

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Softwarerepraktikum</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma/WiMa-ABK2</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können mithilfe eines Computers mathematische Fragestellungen aus dem ersten Studienjahr bearbeiten;</li> <li>• können zur Veranschaulichung hilfreiche Visualisierungen mathematischer Sachverhalte erstellen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des wissenschaftlichen Rechnens und seiner Anwendungen: symbolisches Rechnen, Graphik</li> <li>• Praktische Umsetzung der im ersten Studienjahr erlernten mathematischen Begriffe in Algorithmen und Anwendungen mit Hilfe des Computers, auch auf Probleme aus nicht-mathematischen Anwendungsbereichen</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Softwarerepraktikum (V): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Pflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> keine</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Übungsausschluss, abweichend mündliche Prüfung oder Klausur (unbenotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 56 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 64 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 4 Leistungspunkte (ABK-Anteil: 4 Leistungspunkte)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Topologie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP3</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen topologischer Konzepte, Arbeitstechniken und die Kenntnis fundamentaler topologischer Resultate;</li> <li>• verstehen die Wechselwirkungen zweier mathematischer Gebiete, der Algebra und der Topologie.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengentheoretische Topologie (metrische und topologische Räume, Trennungsaxiome, Unterraum-, Produkt- und Quotiententopologie, Zusammenhang, Kompaktheit)</li> <li>• Algebraische Topologie (Homotopiebegriff, Fundamentalgruppe, Überlagerungen)</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Topologie (V): 4 SWS b) Übungen zu Topologie (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Höhere Analysis
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Diskrete Mathematik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP4/WiMa-MV11</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Kennenlernen grundlegender Methoden der Diskreten Mathematik mit Bezügen zur Analysis, Algebra, Stochastik und Informatik
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Diskrete Mathematik</li> <li>• Themen: Kombinatorische Grundaufgaben, Prinzip der Inklusion und Exklusion, Graphen, asymptotische Analyse, Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen, erzeugende Funktionen (Ring der formalen Potenzreihen), Inversionsformeln, extreme Kombinatorik</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Diskrete Mathematik (V): 4 SWS b) Übungen zu Diskrete Mathematik (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benötigt)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Geometrie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP7</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den axiomatischen Aufbau einer Geometrie;</li> <li>• können affine und projektive Geometrien vergleichen;</li> <li>• können euklidische und nicht-euklidische Geometrien beschreiben und kategorisieren;</li> <li>• können historisch gewachsene wie auch neuere Entwicklungen der Geometrie einstufen;</li> <li>• erkennen Querverbindungen der Geometrie zu anderen Bereichen der Mathematik;</li> <li>• bewerten Eigenschaften geometrischer Abbildungen und ihre Verbindung zu geometrischen Schließungssätzen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affine und projektive Ebenen und Räume</li> <li>• Koordinatisierung</li> <li>• Kollineationen</li> <li>• Fundamentalsätze</li> <li>• Anwendungen der Geometrie</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Geometrie (V): 4 SWS b) Übungen zu Geometrie (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Differentialgeometrie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP8</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Basis-Konzepte der Differentialgeometrie wie „Raum“ und „Krümmung“;</li> <li>• beherrschen die konzeptionellen und methodischen Grundlagen der Differentialgeometrie (wie sie in weiterführenden Modulen und in Abschlussarbeiten in diesem Bereich benötigt werden);</li> <li>• sind mit grundlegenden Beispielen riemannscher Mannigfaltigkeiten vertraut;</li> <li>• sind in der Lage einfache Beispiele von riemannschen Mannigfaltigkeiten hinsichtlich ihrer geometrischen Eigenschaften zu analysieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• differenzierbare Mannigfaltigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Parametrisierungen und lokale Koordinaten</li> <li>– Tangentialbündel als differenzierbare Mannigfaltigkeit</li> <li>– Differential einer differenzierbaren Abbildung</li> <li>– Immersionen, Submersionen</li> <li>– Vektorfelder, Lieklammer, kovariante und kontravariante Tensorfelder</li> <li>– Konstruktionen und Beispiele von differenzierbaren Mannigfaltigkeiten</li> </ul> </li> <li>• Vektorbündel, Zusammenhänge, Krümmung <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenhänge im Tangentialbündel einer Mannigfaltigkeit, Torsion</li> <li>– Levi-Civita Zusammenhang einer pseudo-riemannschen Mannigfaltigkeit</li> <li>– Symmetrien des Krümmungstensors</li> <li>– Parallelverschiebung</li> <li>– Geodätengleichung</li> </ul> </li> <li>• Induzierte Geometrie von Untermannigfaltigkeiten in pseudo-riemannschen Mannigfaltigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Untermannigfaltigkeiten von Räumen konstanter Krümmung</li> <li>– Hyperflächen des euklidischen Raumes</li> <li>– Einheitsnormalenfeld, Orientierbarkeit</li> <li>– Gauß- und Weingartengleichungen</li> <li>– kovariante Ableitungen, erste und zweite Fundamentalform, Hauptkrümmungen, Krümmungstensor</li> <li>– Gaußgleichungen für die Krümmung, Beispiele</li> </ul> </li> <li>• Flächen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Theorema egregium, Satz von Gauß-Bonnet, Beispiele</li> </ul> </li> <li>• Geodäten in riemannschen Mannigfaltigkeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Energie- und Bogenlängenfunktional</li> <li>– lokale Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen der zugehörigen Euler-Lagrange-Gleichungen</li> <li>– Satz von Clairaut</li> </ul> </li> <li>• riemannsche Mannigfaltigkeiten konstanter Krümmung</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Differentialgeometrie (V): 4 SWS b) Übungen zu Differentialgeometrie (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch

<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Höhere Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Funktionentheorie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP9</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Basis-Konzepte der komplexen Analysis wie „komplexe Differenzierbarkeit“ und „Analytizität“;</li> <li>• beherrschen die konzeptionellen und methodischen Grundlagen der komplexen Analysis (wie sie in weiterführenden Modulen und in Abschlussarbeiten in diesem Bereich benötigt werden);</li> <li>• sind mit grundlegenden Eigenschaften und Beispielen holomorpher Funktionen vertraut;</li> <li>• sind in der Lage funktionentheoretische Methoden sicher anzuwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Zahlen, Folgen und Reihen komplexer Zahlen (Wiederholung)</li> <li>• Reelle und komplexe Differenzierbarkeit von komplexwertigen Variablen, Wirtinger-Kalkül</li> <li>• Holomorphe Funktionen</li> <li>• Cauchyscher Integralsatz, Cauchysche Integralformeln und Residuensatz auf Kreisscheiben</li> <li>• Berechnung uneigentlicher (reeller) Integrale mit komplexen Methoden</li> <li>• Konforme Abbildungen</li> <li>• Homologie- und Homotopieversionen des Residuensatzes</li> <li>• Anwendungen (Maximumprinzip, Abzählung von Null- und Polstellen, Beweise des Fundamentalsatzes der Algebra)</li> <li>• Anwendung auf reellwertige Funktionen (analytische Funktionen, Fourier-Reihen, harmonische Funktionen)</li> <li>• Der Satz von Mittag-Leffler und der Produktsatz von Weierstraß</li> <li>• Elliptische Funktionen und Integrale</li> <li>• Die Gamma-Funktion</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Funktionentheorie (V): 4 SWS b) Übungen zu Funktionentheorie (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Höhere Analysis
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Funktionalanalysis</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP10/WiMa-MV14</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln das erforderliche Abstraktionsvermögen zum Verständnis grundlegender Fragestellungen der Funktionalanalysis;</li> <li>• kennen grundlegende Konzepte und Resultate der Funktionalanalysis;</li> <li>• können Methoden der Funktionalanalysis zur Lösung von relevanten Problemen aus anderen mathematischen Disziplinen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metrische und normierte Räume, Banach-Räume, Hilbert-Räume</li> <li>• Satz von Baire, Banachscher Fixpunktsatz, jeweils mit Anwendungen</li> <li>• Beschränkte lineare Operatoren: Neumannsche Reihe, Satz von Hahn-Banach, Satz von Banach-Steinhaus, Homöomorphiesatz</li> <li>• Dualräume: Die Sätze von Frechet-Riesz und Lax-Milgram</li> <li>• Reflexive Räume, schwache Konvergenz</li> <li>• Fourier-Transformation und Sobolev-Räume</li> <li>• Kompakte Operatoren, Riesz-Theorie, Dualsysteme, Fredholm-Alternative</li> <li>• Spektraltheorie selbstadjungierter Operatoren, der Spektralsatz</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Funktionalanalysis (V): 4 SWS      b) Übungen zu Funktionalanalysis (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP11/WiMa-MV2</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Theorie Dynamischer Systeme und können diese auf ein Ihnen unbekanntes System anwenden;</li> <li>• können Bausteine (insbesondere Gleichgewichte, Stabilität, lokale Verzweigungen) des qualitativen Verhaltens eines Ihnen unbekannten Dynamischen Systems identifizieren;</li> <li>• können die Lösbarkeit (Existenz und Eindeutigkeit) einer gewöhnlichen Differentialgleichung erkennen und elementare Beispiele explizit lösen;</li> <li>• beherrschen die Modellierung ausgewählter naturwissenschaftlicher Prozesse mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen oder Iterationen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung mit dynamischen Systemen</li> <li>• Iterationen und Gewöhnliche Differentialgleichungen als dynamische Systeme (Existenz, Eindeutigkeit)</li> <li>• Langzeitverhalten von Orbits (Invariante Mengen, Periodizität, Stabilität, Limesmengen, Attraktoren)</li> <li>• Lineare Differentialgleichungen und Linearisierung</li> <li>• Elementare Verzweigungen (Sattel-Knoten/Pitchfork, Andronov-Hopf)</li> </ul> <p>Auswahl an weiteren Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyperbolische Systeme, Strukturstabilität</li> <li>• Symbolische Dynamik</li> <li>• Hamilton-Systeme, volumenerhaltende Systeme</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme (V): 4 SWS</p> <p>b) Übungen zu Gewöhnliche Differentialgleichungen und Dynamische Systeme (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Höhere Analysis
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die mathematische Modellierung</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP12/WiMa-MV3</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Modellierung neuer Problemstellungen einordnen;</li> <li>• geeignete Modellierungsansätze identifizieren;</li> <li>• ein mathematisches Modell erstellen;</li> <li>• die mathematischen Probleme im mathematischen Modell einordnen;</li> <li>• erste Lösungsansätze erarbeiten;</li> <li>• gegebenenfalls erste Resultate evaluieren;</li> <li>• Modellierungsansätzen und mathematische Modelle kritisch beurteilen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Modellierungsprozess</li> <li>• Modellierungsansätze</li> <li>• Einsetzbare mathematische Tools zum Studium der Modelle</li> <li>• Evaluierung von Modellen</li> <li>• Beispiele von zielführenden Modellierungsprozessen</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Einführung in die mathematische Modellierung (V): 4 SWS b) Übungen zu Einführung in die mathematische Modellierung (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Approximation</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP13/WiMa-MV4</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können praktische Fragestellungen als mathematische Approximationsprobleme modellieren;</li> <li>• kennen die grundlegenden Konzepte der Approximation und diese auf ihnen unbekannte Probleme anwenden;</li> <li>• verstehen die Konstruktionsprinzipien von numerischen Algorithmen der Approximation und können geeignete Approximationsmethoden auswählen und anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestapproximationen: Existenz, Eindeutigkeit, Charakterisierung</li> <li>• Euklidische Approximation: Orthogonalbasen und -projektionen</li> <li>• Tschebyscheff-Approximation: Haarsche Räume, Remez-Algorithmus</li> <li>• Asymptotische Aussagen: Satz von Weierstraß, Jackson-Sätze</li> <li>• Basiskonzepte der Signal-Approximation: Fourier-Transformation</li> <li>• Approximation mit Kernfunktionen</li> </ul> <p>Literatur: A. Iske: <i>Approximation</i>, Springer Spektrum, 2018.</p>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Approximation (V): 4 SWS      b) Übungen zu Approximation (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Optimierung</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP14/WiMa-MV5</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können praktische Fragestellungen als mathematische Optimierungsprobleme modellieren;</li> <li>• kennen die Optimalitätstheorie der nichtlinearen Optimierung und können diese auf Ihnen unbekannte Probleme anwenden;</li> <li>• verstehen die Konstruktionsprinzipien von Optimierungsalgorithmen und können geeignete Techniken zum Beweis der Konvergenz auswählen und anwenden;</li> <li>• beherrschen Verfahren zur Lösung unrestringierter und restringierter Optimierungsprobleme, kennen deren Konvergenzeigenschaften und können zu gegebenen Fragestellungen geeignete Verfahren auswählen und anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbeispiele aus der Praxis</li> <li>• Unrestringierte Optimierung <ul style="list-style-type: none"> <li>– notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen</li> <li>– global konvergente Abstiegsverfahren (z. B. Gradientenverfahren, Trust-Region-Verfahren)</li> <li>– lokal schnell konvergente Verfahren (z. B. Newton- und Quasi-Newton-Verfahren)</li> <li>– global und lokal schnell konvergente Verfahren (z. B. globalisierte Newton-Verfahren)</li> </ul> </li> <li>• Restrungierte Optimierung <ul style="list-style-type: none"> <li>– notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen</li> <li>– numerische Verfahren (z. B. Penalty-Verfahren, SQP-Verfahren)</li> </ul> </li> <li>• Ausgewählte Kapitel (z. B. konvexe Optimierung, Dualität, <ul style="list-style-type: none"> <li>– parametrische Optimierung)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Optimierung (V): 4 SWS b) Übungen zu Optimierung (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Numerische Mathematik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsausschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Maßtheoretische Konzepte der Stochastik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP15/WiMa-MV6</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen verschiedene Möglichkeiten, Maße eindeutig zu beschreiben und können diese angemessen einsetzen;</li> <li>• verstehen das Konzept eines allgemeinen Maßintegrals und können Sätze zur Analyse des Konvergenzverhaltens von Integralen anwenden;</li> <li>• kennen Methoden zur Beschreibung von Maßen auf mehrdimensionalen Räumen;</li> <li>• verstehen das Konzept des allgemeinen bedingten Erwartungswerts und dessen Bedeutung für die Beschreibung mehrstufiger Zufallsexperimente und beherrschen den zugehörigen Kalkül;</li> <li>• können geeignete Zufallsexperimente durch Martingale modellieren und kennen deren Langzeitverhalten;</li> <li>• unterscheiden Konvergenzarten in der Stochastik und können Kriterien zu deren Nachweis anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Maßen, Maßfortsetzungssatz</li> <li>• Allgemeines Maßintegral, Integralsätze</li> <li>• Radon-Nikodym-Dichten</li> <li>• Produkträume und Übergangsmaße</li> <li>• Allgemeine bedingte Erwartungen und Verteilungen</li> <li>• Martingale, insbes. in diskreter Zeit</li> <li>• Konvergenz von Zufallsvariablen und Wahrscheinlichkeitsmaßen</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Maßtheoretische Konzepte der Stochastik (V): 3 SWS</p> <p>b) Übungen zu Maßtheoretische Konzepte der Stochastik (Ü): 1 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Mathematische Stochastik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 56 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 124 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 6 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Statistik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP16/WiMa-MV7</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Grundbegriffe der Mathematischen Statistik;</li> <li>• kennen klassische Test- und Schätzverfahren und Konfidenzbereiche bei parametrischen Verteilungsfamilien und können diese anwenden;</li> <li>• verstehen die Konstruktion optimaler Test- und Schätzverfahren bei parametrischen Verteilungsfamilien.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schätztheorie: Stichprobenmomente, Konstruktion von Schätzern durch die Momente- und Maximum-Likelihood-Methode, optimale unverfälschte Schätzer</li> <li>• Hypothesentests: Tests unter Normalverteilungsannahme, optimale Tests für parametrische Verteilungsklassen (Neymann-Pearson-Theorie), Likelihood-Quotienten-Tests</li> <li>• Konfidenzbereiche</li> <li>• Suffizienz und Vollständigkeit</li> <li>• Exponentielle Familien</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Mathematische Statistik (V): 3 SWS</p> <p>b) Übungen zu Mathematische Statistik (Ü): 1 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Mathematische Stochastik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 56 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 124 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 6 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Praktische Statistik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP17/WiMa-MV8</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können mit einem statistischen Programmpaket umgehen;</li> <li>• können statistische Kenngrößen aus Stichproben berechnen und interpretieren und Datensätze in Diagrammen darstellen;</li> <li>• beherrschen klassische parametrische und nichtparametrische Hypothesentestverfahren und können diese auf Datensätze anwenden und die Ergebnisse interpretieren;</li> <li>• beherrschen Grundlagen der Programmierung mit einem statistischen Programmpaket zur Umsetzung neuer statistischer Verfahren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Anwendung statistischer Verfahren (Schätzer, Hypothesentests und Konfidenzbereiche), insbesondere Standardverfahren der parametrischen Statistik und klassische nichtparametrische Verfahren</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Umsetzung neu entwickelter statistischer Verfahren</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Praktische Statistik (V): 1 SWS b) Übungen zu Praktische Statistik (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Mathematische Stochastik, Mathematische Statistik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 42 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 108 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 5 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Unregelmäßig
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Stochastische Prozesse</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP18/WiMa-MV9</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Verteilung stochastischer Prozesse beschreiben;</li> <li>• verwenden Markov-Prozesse zur Modellierung realen Zufalls- geschehens und analysieren ihr stochastisches Verhalten;</li> <li>• verstehen das langfristige Verhalten stochastischer Prozesse;</li> <li>• kennen den Poisson-Prozess und verstehen seine Bedeutung bei der Modellierung der zeitlichen Entwicklung zufälliger Anzahlen;</li> <li>• verstehen das stochastische Verhalten der Brownschen Bewegung und können diese einsetzen, um andere Zufallsprozesse zu approximieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation und Konstruktion stochastischer Prozesse, Existenzsätze</li> <li>• Markov-Prozesse mit diskretem Zustandsraum in diskreter Zeit und in stetiger Zeit</li> <li>• Ergodentheorie</li> <li>• Poisson-Prozess, Brownsche Bewegung</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Stochastische Prozesse (V): 3 SWS</p> <p>b) Übungen zu Stochastische Prozesse (Ü): 1 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Mathematische Stochastik, Maßtheoretische Konzepte der Stochastik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 56 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 124 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 6 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Graphentheorie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP20/WiMa-MV12</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Begriffe, Fragestellungen, Methoden und Sätze der modernen Graphentheorie;</li> <li>• sind in der Lage, Mathematik – einschließlich der Entstehung ihrer Begriffe, Fragestellungen und Methoden – als lebendigen Prozess zu verstehen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Grundbegriffe der Graphentheorie, ihrer wichtigsten Invarianten und deren Beziehungen</p> <p>Themen: Paarungen, Zusammenhang, Graphen in der Ebene, Färbungen, Teilstrukturen und ihre Erzwingung unendlicher Graphen, Ramseytheorie, Hamiltonkreise, Zufallsgraphen</p>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Graphentheorie (V): 4 SWS      b) Übungen zu Graphentheorie (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Risikotheorie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP22/WiMa-MV10</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Ansätze zur Modellierung von Risiken bei Sachversicherungen;</li> <li>• können solche Risiken bewerten und angemessene Preise dafür bestimmen;</li> <li>• beherrschen die wichtigsten Verfahren zur Bestimmung angemessener Reserven und kennen deren Grenzen;</li> <li>• kennen Methoden zur Analyse der Wahrscheinlichkeit eines technischen Ruins und können diese anwenden, um Risiken zu vergleichen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle der kollektiven Risikotheorie</li> <li>• Risikomaße und Prämienprinzipien</li> <li>• Erfahrungstarifierung und Credibilitytheorie</li> <li>• Schadenreservierung</li> <li>• Ruintheorie</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Risikotheorie (V): 3 SWS b) Übungen zu Risikotheorie (Ü): 1 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Mathematische Stochastik, Maßtheoretische Konzepte der Stochastik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss <b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) <b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 56 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 124 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 6 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Algebraische Geometrie</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP23</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben eine Vorstellung von affinen und projektiven Varietäten als geometrische und algebraische Objekte;</li> <li>• beherrschen die konzeptionellen und methodischen Grundlagen der affinen und projektiven algebraischen Geometrie;</li> <li>• sind in der Lage einfache Beispiele von Varietäten hinsichtlich ihrer geometrischen und algebraischen Eigenschaften mit Hilfe der erlernten Werkzeuge zu analysieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• algebraische Teilmengen des affinen Raums</li> <li>• Ideale in Polynomringen und Nullstellenmengen, Hilberts Nullstellensatz</li> <li>• affine Varietäten <ul style="list-style-type: none"> <li>– glatte und singuläre Punkte, Dimension</li> <li>– Ring der regulären Funktionen, reguläre Abbildungen zwischen affinen Varietäten</li> <li>– Körper der rationalen Funktionen, rationale Abbildungen</li> <li>– Beispiele: Kurven, Hyperflächen, ...</li> </ul> </li> <li>• projektive Varietäten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erweiterung der Grundkonzepte der affinen algebraischen Geometrie auf den projektiven Fall</li> <li>– der projektive Abschluss einer affinen Varietät</li> <li>– Beispiele: ebene Kurven, Quadriken, Grassmann-Varietäten, abelsche Varietäten, ...</li> </ul> </li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	a) Algebraische Geometrie (V): 4 SWS b) Übungen zu Algebraische Geometrie (Ü): 2 SWS
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Logik und Mengenlehre</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP24</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den Zusammenhang von Syntax und Semantik der Sprachen erster Stufe;</li> <li>• können die Gültigkeit eines Ausdrucks in einer vorgegebenen Struktur ermitteln;</li> <li>• verstehen die Konsequenzen der Axiome der Zermelo-Fraenkelschen Mengenlehre;</li> <li>• beherrschen die Rechentechniken der Ordinalzahl- und Kardinalzahlarithmetik;</li> <li>• verstehen die Rolle des Auswahlaxioms in Beweisen in der Mathematik;</li> <li>• können den Beweis des Vollständigkeitssatzes, des Kompaktheitssatzes und der Löwenheim-Skolem-Sätze darstellen;</li> <li>• können den Kompaktheitssatz anwenden, um Grenzen der Formalisierbarkeit in der Sprache erster Stufe aufzuzeigen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax und Semantik der Sprachen erster Stufe</li> <li>• Definierbarkeit und Axiomatisierbarkeit</li> <li>• Zermelo-Fraenkel-Axiome der Mengenlehre</li> <li>• Ordinalzahlen</li> <li>• Kardinalzahlen</li> <li>• Das Auswahlaxiom</li> <li>• Vollständigkeitssatz und Kompaktheitssatz der Sprachen erster Stufe</li> <li>• Löwenheim-Skolem-Sätze</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Mathematische Logik und Mengenlehre (V): 4 SWS</p> <p>b) Übungen zu Mathematische Logik und Mengenlehre (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Modultitel</b>	<b>Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-WP25</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme aus praktischen Fragestellungen modellierend ableiten;</li> <li>• kennen die theoretischen Begriffe und Konzepte zur Lösung von Differentialgleichungen und können diese auf Ihnen unbekannte Probleme anwenden;</li> <li>• verstehen die Konstruktionsprinzipien von numerischen Lösungsverfahren und können geeignete Techniken zum Beweis der Konsistenz und Stabilität auswählen und anwenden;</li> <li>• beherrschen Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen und dynamischer Systeme, kennen deren Konvergenz- und Effizienzeigenschaften und können zu gegebenen Fragestellungen geeignete Verfahren auswählen, anwenden, und beispielhaft programmieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für numerisch zu lösende Differentialgleichungen aus praktischen Problemstellungen</li> <li>• Notationen und einführende Definitionen</li> <li>• Einschritt-Verfahren</li> <li>• Kondition, Stabilität und Konvergenz</li> <li>• Konsistenz von Einschrittverfahren</li> <li>• Verfahren höherer Ordnung – Runge-Kutta Verfahren</li> <li>• Zeitschrittsteuerung (adaptive und eingebettete Runge-Kutta Verfahren)</li> <li>• Mehrschrittverfahren</li> <li>• Lineare dynamische Systeme</li> <li>• Nichtlineare dynamische Systeme (optional)</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	<p>a) Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (V): 4 SWS</p> <p>b) Übungen zu Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (Ü): 2 SWS</p>
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Einführung in die Numerik
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B.Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul
<b>Modulabschluss</b>	<p><b>Voraussetzung zur Modulprüfung:</b> Übungsabschluss</p> <p><b>Art der Modulprüfung :</b> Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p><b>Prüfungssprache:</b> i. d. R. Deutsch</p>
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzstudium: 84 Std. Selbststudium/Prüfungsvorbereitung: 186 Std.
<b>Leistungspunkte</b>	Gesamt: 9 Leistungspunkte
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester
<b>Referenzsemester</b>	4–6

**Zu § 23:  
Inkrafttreten**

Diese Fachspezifischen Bestimmungen treten am Tage nach der Veröffentlichung in den Amtlichen Bekanntmachungen der Universität Hamburg Kraft.

Hamburg, den 11. Juli 2025  
**Universität Hamburg**