



**Fakultät für Mathematik und Physik**

# Modulhandbuch

Polyvalenter Zwei-Hauptfächer-Bachelorstudiengang im Fach Mathematik  
- HF  
(Prüfungsordnungsversion 2021)



# Inhaltsverzeichnis

Prolog.....	3
Lineare Algebra.....	8
Analysis.....	16
Stochastik.....	24
Numerik.....	30
Algebra und Zahlentheorie.....	36
Elementargeometrie.....	40
Proseminar.....	44
Praktische Übung.....	46
Bachelorarbeit.....	48
Epilog.....	50

## Prolog

### 1. Kenndaten des Teilstudiengangs

Fach	Mathematik
Abschluss	Bachelor of Science / Bachelor of Arts (je nach Fach der Bachelor-Arbeit)
Prüfungsordnungsversion	2021
Art des Studiengangs	grundständig
Studienform	Vollzeit
Regelstudienzeit	sechs Semester
Sprache	deutsch
Studienbeginn	Wintersemester
Hochschule	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fakultät	Fakultät für Mathematik und Physik
Institut	Mathematisches Institut
Homepage des Instituts	<a href="http://www.math.uni-freiburg.de">www.math.uni-freiburg.de</a>
Webseite des Studiengangs	<a href="http://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/2hfb-2021.html">www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/2hfb-2021.html</a>

### 2. Profil und Ziele des Studiengangs

In Mathematik beginnt der Studiengang mit grundlegenden Vorlesungen in Analysis und Linearer Algebra und führt dann in einige wichtige Teilgebiete der Mathematik ein. Ergänzend kommen ein Proseminar und eine Praktische Übung (Computerübung) hinzu. Die Bachelor-Arbeit kann in Mathematik oder dem anderen Fach geschrieben werden. Falls nicht die Lehramtsoption angestrebt wird, bieten sich Fächerkombinationen mit mathematiknahen Fächern an (z.B. Informatik, Physik, Wirtschaftswissenschaften, Philosophie).

Das erfolgreich abgeschlossene Studium qualifiziert *mit Lehramtsoption* zu einem weiterführenden Studium im Fach Mathematik in einem Master-of-Education-Studiengang, *ohne Lehramtsoption* zu einem weiterführenden Studium in einem passenden interdisziplinären Master-Studiengang bzw. – mit fachwissenschaftlichen Zusatzleistungen im Umfang von etwa 20 ECTS-Punkten – zu einem weiterführenden Studium im Master-of-Science-Studiengang Mathematik an der Universität Freiburg, und *in beiden Fällen* zu einem Einstieg in die Berufswelt.

#### Fachliche Qualifikationsziele:

Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über grundlegende, anschlussfähige Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra, Algebra, Arithmetik, Geometrie, Stochastik sowie Angewandter Mathematik (Numerik), die in der RahmenVO-KM des Kultusministeriums Baden-Württemberg vom 6. Juli 2015 und hier im Modulhandbuch des Studiengangs detailliert beschrieben sind. Sie kennen Zusammenhänge zwischen diesen Gebieten, können Erkenntnisse in anderen Teilgebieten der Mathematik und auf die Schulmathematik anwenden, sie verfügen über Abstraktionsvermögen und sind zu konzeptionellem, analytischem und logischem Denken in der Lage. Die Absolventinnen

und Absolventen können mathematische Probleme identifizieren, analysieren und lösen und dazu geeignete mathematische Software verwenden.

Im Falle des Studiums mit Lehramtsoption kennen sie die Bedeutung des mathematischen Fachwissens für den Schulunterricht, verfügen über grundlegendes mathematikdidaktisches Wissen und kennen die fundamentalen Konzepte für schulisches Mathematik-Lernen-und -Lehren auf der Basis fachdidaktischer Theorien und empirischer Befunde.

### Überfachliche Qualifikationsziele:

Die Absolventinnen und Absolventen besitzen grundlegende Analyse-, Problemlöse- und Entscheidungskompetenzen unter Berücksichtigung fachlicher und gesellschaftlicher Aspekte und unter Bewertung und Reflektion der Grenzen mathematischer Modelle. Sie vermögen eigenständig zu arbeiten und können ihr Fachwissen und -verständnis auf den Schul- bzw. Berufsalltag anwenden. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, kritisch und wissenschaftlich zu denken, und können ihre mündliche und schriftliche Kommunikation an ein Zielpublikum anpassen. Sie sind team- und kooperationserfahren und besitzen die Fähigkeit zum Zeitmanagement und zur Selbstorganisation.

### 3. Zulassungsbedingungen

allgemeine Hochschulreife oder äquivalenter oder alternativer Hochschulzugang

Sprachkenntnisse: C1 in Deutsch

### 4. Gliederung des Studiengangs

<b>Modul /</b> Lehrveranstal- tung	<b>Pflicht/Wahl- pflicht/Wahl</b>	<b>ECTS /</b> Art der LV	<b>empfohlenes Fachsemester / SWS</b>	<b>Studien-/Prü- fungsleistung</b>
<b>Analysis</b>	<b>P</b>	<b>18</b>	<b>1. und 2. FS</b>	PL: mündliche Prüfung
Analysis I: Vor- lesung	P	V	4	SL: Klausur
Analysis I: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen
Analysis II: Vor- lesung	P	V	4	
Analysis II: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen
<b>Lineare Alge- bra</b>	<b>P</b>	<b>18</b>	<b>1. und 2. FS</b>	PL: mündliche Prüfung
Lineare Alge- bra I: Vorle- sung	P	V	4	SL: Klausur
Lineare Alge- bra I: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen

Lineare Algebra II: Vorlesung	P	V	4	
Lineare Algebra II: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen
<b>Numerik</b>	<b>P</b>	<b>9</b>	<b>3. und 4. FS</b>	<b>PL: Klausur</b>
Numerik I: Vorlesung	P	V	2	
Numerik I: Übung	P	Ü	1	SL: Übungen
Numerik II: Vorlesung	P	V	2	
Numerik II: Übung	P	Ü	1	SL: Übungen
<b>Stochastik</b>	<b>P</b>	<b>9</b>	<b>3. und 4. FS</b>	<b>PL: Klausur</b>
Stochastik I: Vorlesung	P	V	2	
Stochastik I: Übung	P	Ü	1	SL: Übungen
Stochastik II: Vorlesung	P	V	2	
Stochastik II: Übung	P	Ü	1	SL: Übungen
<b>Algebra und Zahlentheorie</b>	<b>P</b>	<b>9</b>	<b>5. FS</b>	<b>PL: Klausur</b>
Algebra und Zahlentheorie: Vorlesung	P	V	4	
Algebra und Zahlentheorie: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen
<b>Elementargeometrie</b>	<b>P</b>	<b>6</b>	<b>6. FS</b>	<b>PL: Klausur</b>
Elementargeometrie: Vorlesung	P	V	2	
Elementargeometrie: Übung	P	Ü	2	SL: Übungen
<b>Proseminar</b>	<b>P</b>	<b>3</b>	<b>3.–6. FS</b>	<b>PL: Vortrag</b>
ein Proseminar	WP	S	2	SL
<b>Praktische Übung</b>	<b>P</b>	<b>3</b>	<b>4. FS</b>	SL

eine Praktische Übung	WP	PÜ	ca. 2	
-----------------------	----	----	-------	--

## 5. Studienverlaufsplan

Ein Studienverlaufsplan (Hauptvariante) findet sich auf [dieser Internetseite](#).

Varianten für die Verteilung der Vorlesungen auf die Studiensemester sind [hier](#) beschrieben.

## 6. Lehr- und Lernformen

Die wesentliche Veranstaltungsform ist die Vorlesung mit begleitenden, in Tutoraten organisierten Übungen. Hinzu kommen verpflichtend ein Proseminar und eine Computerübung. Die Gruppengröße liegt für Vorlesungen zwischen 100 und 300, für Tutorate zu Übungen bei maximal 20 und für Proseminare bei maximal 15 im Winter- und 13 im Sommersemester. Bachelor-Arbeiten werden stets individuell betreut.

## 7. Prüfungssystem

Zu den Veranstaltungen Analysis I und Lineare Algebra I gibt es jeweils eine Klausur als Teil der Studienleistung, von denen mindestens eine als „Orientierungsleistung“ bis zum Ende des 3. Fachsemesters bestanden sein muss. Die acht fachwissenschaftlichen Module haben einen Durchschnittsumfang von 9,4 ECTS-Punkten und schließen bis auf die Praktische Übung mit jeweils einer Prüfung ab: vier Klausuren, zwei mündliche Prüfungen und ein Prüfungsvortrag. Inklusive der als Prüfungen zu zählenden Klausuren zu Analysis I und Lineare Algebra I liegt die Prüfungsbelastung somit bei durchschnittlich 1,5 Prüfungen pro Semester und im Verhältnis bei einer Prüfung pro 8,3 ECTS-Punkte.

Für die mündlichen Prüfungen zu Analysis und Lineare Algebra gibt es aus didaktischen Gründen Zulassungsvoraussetzungen, die in den jeweiligen Modulbeschreibungen erläutert sind. Diese Prüfungen können von den Studierenden in einem beliebigen Semester nach Erfüllung der Zulassungsvoraussetzungen abgelegt werden. Weitere Zulassungsvoraussetzungen gibt es nur zur Bachelor-Arbeit. Anwesenheitspflicht herrscht in den Veranstaltungsteilen, in denen Präsentation und Austausch wesentliche Elemente des Lernerfolgs sind: Tutotate und Seminare.

Informationen zur Anmeldung von Prüfungen finden sich auf den [Informationsseiten des Prüfungsamts](#).

## 8. Bemerkungen zu Modulverantwortlichen

Zum Zeitpunkt der Erstellung der Modulhandbuchs ist weder in der Studienakkreditierungsverordnung noch in anderen Dokumenten festgelegt, worin die Aufgaben von Modulverantwortlichen in dieser Funktion bestehen sollen. Die in diesem Modulhandbuch zugeordneten Personen sind daher lediglich erste Ansprechpersonen, falls sich Fragen in Zusammenhang mit einem

Modul ergeben. Sie sind weder für den Inhalt des Moduls, noch für das regelmäßige Angebot des Moduls, noch für die Suche nach geeigneten Dozenten verantwortlich.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lineare Algebra	07LE23MO-2HfB21-P-LA
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	18,0
Empfohlenes Fachsemester	1
Moduldauer	zwei Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 180 Stunden
Selbststudium	ca. 360 Stunden
Workload	540 Stunden
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung
keine
Empfohlene Voraussetzung
Die Teilnahme an dem vom Mathematischen Institut Anfang Oktober angebotenen Vorkurs wird empfohlen.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Lineare Algebra I: Vorlesung	Vorlesung	Pflicht		4,0	
Lineare Algebra I: Übung	Übung	Pflicht		2,0	
Lineare Algebra II: Vorlesung	Vorlesung	Pflicht		4,0	
Lineare Algebra II: Übung	Übung	Pflicht		2,0	
Mündliche Prüfung Lineare Algebra	Prüfung	Pflicht			

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden lernen durch Vorlesung, Übung und selbständiges Nacharbeiten mathematische Inhalte zu erfassen. Sie kennen die Inhalte der beiden Vorlesungen – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</p> <p>Sie erfahren den systematischen Aufbau der Mathematik aus axiomatischen Grundlagen und können diesen nachvollziehen und erklären.</p> <p>Sie kennen und verstehen die grundlegende mathematische Fach- und Formelsprache und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</p> <p>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der Linearen Algebra mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbständig lösen.</p>



Sie nutzen im Laufe ihres Studiums Werkzeuge der Linearen Algebra zur Bearbeitung von Problemen verschiedener mathematischer Gebiete, insbesondere in Analysis II sowie zur Formulierung und Lösung geometrischer Probleme.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Ca. 30-minütige mündliche Prüfung in Form eines Prüfungsgesprächs über den Stoff der beiden Vorlesungen Lineare Algebra I und II. Keine Prüfungsleistung im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021).
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Bestehen der ein- bis dreistündigen Klausur zu Lineare Algebra I. Bestehen der Übungen zu Lineare Algebra I: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht; in der Regel regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte. Bestehen der Übungen zu Lineare Algebra II: Regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.
<b>Benotung</b>
Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 18/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17. Im B.Sc.-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 18/(N-1) in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist. Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach“ mit 120 ECTS-Punkten geht die Modulnote mit 18/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
<b>Lehrmethoden</b>
Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten Wöchentlich werden Übungsaufgaben ausgegeben, die die Studierenden schrittlich bearbeiten und abgeben und die anschließend korrigiert werden. Die Übungsaufgaben werden in den begleitenden Tutoraten besprochen und Lösungen teils von den Studierenden, teils von den Tutor/inn/en präsentiert. Die Studierenden arbeiten den Veranstaltungsstoff erneut und im Gesamtzusammenhang bei der Vorbereitung der mündlichen Prüfung durch (im Selbststudium mit der Möglichkeit, sich mit Fragen an Dozent/in bzw. Assistent/in zu wenden).
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Im Zwei-Hauptfächer-Studiengang Mathematik gilt (§3 Absatz 2 Sätze 2 und 3 der Prüfungsordnung): Mindestens eine der beiden in der Lehrveranstaltung Lineare Algebra I im Modul Lineare Algebra und in der Lehrveranstaltung Analysis I im Modul Analysis als Studienleistung zu absolvierenden Klausuren muss bis zum Ende des zweiten Fachsemesters bestanden sein. Ist nicht spätestens bis zum Ende des dritten Fachsemesters eine der beiden Klausuren bestanden, so erlischt der Prüfungsanspruch im Bachelorstudiengang im Fach Mathematik, es sei denn, der/die Studierende hat die Überschreitung der Frist nicht zu vertreten.  Im B.Sc.-Studiengang Mathematik gilt (§3 Absatz 2 Satz 2 der Prüfungsordnung): In der Lehrveranstaltung Lineare Algebra I im Modul Lineare Algebra und in der Lehrveranstaltung Analysis I im Modul Analysis I+II ist als Studienleistung jeweils eine Klausur zu absolvieren; diese beiden Klausuren müssen spätestens bis zum Ende des dritten Fachsemesters bestanden sein.

Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>ohne Prüfungsleistung und mit 15 ECTS-Punkten: Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Informatik</p> <p>„Lineare Algebra I“ ist Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012) und im B.Sc.-Studiengang Physik (PO 2020)</p> <p>„Lineare Algebra II“ ist Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012)</p>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lineare Algebra	07LE23MO-2HfB21-P-LA
<b>Veranstaltung</b>	
Lineare Algebra I: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-0-LA1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Grundbegriffe, u.a. Grundbegriffe der Mengenlehre und Äquivalenzrelationen          Gruppen, Körper, Vektorräume über beliebigen Körpern, Basis und Dimension, lineare Abbildungen und darstellende Matrix, Matrizenkalkül, lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, Linearformen, Dualraum, Quotientenvektorräume und Homomorphiesatz, Determinante, Eigenwerte, Polynome, charakteristisches Polynom, Diagonalisierbarkeit.          Affine Räume          Ideen- und mathematikgeschichtliche Hintergründe der mathematischen Inhalte werden erläutert.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>S. Bosch: <i>Lineare Algebra</i>, Springer 2006.          Th. Bröcker: <i>Lineare Algebra und Analytische Geometrie</i>, Birkhäuser 2004.          K. Jänich: <i>Lineare Algebra</i>, Springer 2004.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
keine
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Die Teilnahme an dem vom Mathematischen Institut Anfang Oktober angebotenen Vorkurs wird empfohlen.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lineare Algebra	07LE23MO-2HfB21-P-LA
<b>Veranstaltung</b>	
Lineare Algebra I: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-0-LA1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalt
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
Zu erbringende Prüfungsleistung
[siehe beim Modul]
Zu erbringende Studienleistung
[siehe beim Modul]
Teilnahmevoraussetzung
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lineare Algebra	07LE23MO-2HfB21-P-LA
<b>Veranstaltung</b>	
Lineare Algebra II: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-0-LA2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Hauptraumzerlegung, Jordan'sche Normalform.  Symmetrische Bilinearformen: Orthogonalbasen, Sylvester'scher Trägheitssatz.  Euklidische und Hermite'sche Vektorräume: Skalarprodukte, Kreuzprodukt und Gram'sche Determinante.  Gram-Schmidt-Verfahren, orthogonale Transformationen, (selbst-)adjungierte Abbildungen, Spektralsatz, Hauptachsentransformation.  Ideen- und mathematikgeschichtliche Hintergründe der mathematischen Inhalte werden erläutert</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>S. Bosch: <i>Lineare Algebra</i>. Springer 2006  Th. Bröcker: <i>Lineare Algebra und Analytische Geometrie</i>. Birkhäuser 2004  K. Jänich: <i>Lineare Algebra</i>. Springer 2004</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
<p>Notwendige Vorkenntnisse:  Lineare Algebra I</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lineare Algebra	07LE23MO-2HfB21-P-LA
<b>Veranstaltung</b>	
Lineare Algebra II: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-0-LA2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalt
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
Zu erbringende Prüfungsleistung
[siehe beim Modul]
Zu erbringende Studienleistung
[siehe beim Modul]
Teilnahmevoraussetzung
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lineare Algebra	07LE23MO-2HfB21-P-LA
<b>Name der Prüfungsleistung</b>	
Mündliche Prüfung Lineare Algebra	
Leistungsart	Nummer
Prüfung	07LE23PL-2HfB21-P-LA
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

Prüfungsform	mündliche Prüfung
Benotung	D-Noten (ganze um 0,3 verä)
Empfohlenes Fachsemester	2
Teilnahmepflicht	Pflicht
Prüfungssprache	deutsch

<b>Kommentar</b>
<p>Voraussetzungen für die Zulassung zu dieser Prüfung sind (gemäß Prüfungsordnung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die bestandene Studienleistung in der Klausur zu Lineare Algebra I</li> <li>die bestandene Studienleistung in den Übungen zu Lineare Algebra II</li> </ul> <p>Die Zulassungsvoraussetzungen wurde vorwiegend aus didaktischen Gründen eingeführt: Erst im Zusammenhang der beiden Veranstaltungen Lineare Algebra I und II und durch die Wiederholung in einem zeitlichen Abstand lässt sich die darin vermittelte Mathematik tiefergehend verstehen. Als Nebeneffekt werden durch die Zulassungsbedingungen zudem die Durchfallquoten gesenkt.</p> <p>Die Prüfung wird in jedem Semester in einem Prüfungszeitraum etwa drei Wochen vor und eine Woche nach Beginn der Vorlesungszeit angeboten.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis	07LE23MO-2HfB21-P-Ana
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	18,0
Empfohlenes Fachsemester	1
Moduldauer	zwei Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 180 Stunden
Selbststudium	ca. 360 Stunden
Workload	540 Stunden
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung
keine
Empfohlene Voraussetzung
Die Teilnahme an dem vom Mathematischen Institut Anfang Oktober angebotenen Vorkurs wird empfohlen.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Analysis I: Vorlesung	Vorlesung	Pflicht		4,0	
Analysis I: Übung	Übung	Pflicht		2,0	
Analysis II: Vorlesung	Vorlesung	Pflicht		4,0	
Analysis II: Übung	Übung	Pflicht		2,0	
Mündliche Prüfung Analysis	Prüfung	Pflicht			

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden lernen durch Vorlesung, Übung und selbständiges Nacharbeiten mathematische Inhalte zu erfassen. Sie kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren. Sie erfahren den systematischen Aufbau der Mathematik aus axiomatischen Grundlagen und können diesen nachvollziehen und erklären.</p> <p>Sie kennen und verstehen die grundlegende mathematische Fach- und Formelsprache und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</p> <p>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der Analysis mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbständig lösen.</p>



Sie entdecken die höherdimensionale Differentiation als eine Verallgemeinerung des eindimensionalen Falls, vertiefen dadurch das Verständnis von Analysis I und erkennen den Sinn einer allgemeinen Herangehensweise an eine Fragestellung.

Sie nutzen im Laufe ihres Studiums Funktionen und analytische Methoden zur Bearbeitung von Problemen verschiedener mathematischer Gebiete, insbesondere zur Modellierung realer Phänomene. Sie erkennen Querverbindungen zur linearen Algebra und zur Physik und erhalten ein Grundverständnis für Probleme der Numerik. Durch die Linearisierung nichtlinearer Probleme erkennen sie die wichtige Rolle der linearen Algebra in der Analysis.

#### Zu erbringende Prüfungsleistung

Ca. 30-minütige mündliche Prüfung in Form eines Prüfungsgesprächs über den Stoff der beiden Vorlesungen Analysis I und II.

#### Zu erbringende Studienleistung

Bestehen der ein- bis dreistündigen Klausur zu Analysis I.

Bestehen der Übungen zu Analysis I.: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den [aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik](#) veröffentlicht; in der Regel regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.

Bestehen der Übungen zu Analysis II: Regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.

#### Benotung

Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 18/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17.

Im B.Sc.-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit  $18/(N-1)$  in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.

Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 18/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.

Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 18/51 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.

#### Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.

#### Lehrmethoden

Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin

Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten

Wöchentlich werden Übungsaufgaben ausgegeben, die die Studierenden schrittlich bearbeiten und abgeben und die anschließend korrigiert werden.

Die Übungsaufgaben werden in den begleitenden Tutoraten besprochen und Lösungen teils von den Studierenden, teils von den Tutor/inn/en präsentiert.

Die Studierenden arbeiten den Veranstaltungsstoff erneut und im Gesamtzusammenhang bei der Vorbereitung der mündlichen Prüfung zu Lineare Algebra II durch (im Selbststudium mit der Möglichkeit, sich mit Fragen an Dozent/in bzw. Assistent/in zu wenden).

Bemerkung / Empfehlung
<p>Im Zwei-Hauptfächer-Studiengang Mathematik gilt (§3 Absatz 2 Sätze 2 und 3 der Prüfungsordnung): Mindestens eine der beiden in der Lehrveranstaltung Lineare Algebra I im Modul Lineare Algebra und in der Lehrveranstaltung Analysis I im Modul Analysis als Studienleistung zu absolvierenden Klausuren muss bis zum Ende des zweiten Fachsemesters bestanden sein. Ist nicht spätestens bis zum Ende des dritten Fachsemesters eine der beiden Klausuren bestanden, so erlischt der Prüfungsanspruch im Bachelorstudiengang im Fach Mathematik, es sei denn, der/die Studierende hat die Überschreitung der Frist nicht zu vertreten.</p> <p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik gilt (§3 Absatz 2 Satz 2 der Prüfungsordnung): In der Lehrveranstaltung Lineare Algebra I im Modul Lineare Algebra und in der Lehrveranstaltung Analysis I im Modul Analysis I+II ist als Studienleistung jeweils eine Klausur zu absolvieren; diese beiden Klausuren müssen spätestens bis zum Ende des dritten Fachsemesters bestanden sein.</p>
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021) Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021) Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Informatik „Analysis I“ ist Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012) und im B.Sc.-Studiengang Physik (PO 2020) „Analysis II“ ist Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012)</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis	07LE23MO-2HfB21-P-Ana
<b>Veranstaltung</b>	
Analysis I: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-0-Ana1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Grundbegriffe (u.a. Ordnungsrelationen)          Beweisverfahren, insbesondere vollständige Induktion          reelle und komplexe Zahlen, Euler-Formel          Folgen und Reihen, Grenzwerte, Cauchy-Folgen und Konvergenzkriterien          offene und abgeschlossene Mengen in <math>\mathbf{R}</math>          Funktionen einer reellen Veränderlichen: Stetigkeit, Differentiation und Ableitungsregeln, Extremwertprobleme, Integral und Integrationsregeln          Potenzreihen, Taylor-Formel          rationale Funktionen, Partialbruchzerlegung          elementare Funktionen, trigonometrische und hyperbolische Funktionen</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>O. Forster: <i>Analysis 1</i>, Vieweg 2006.          H. Amann, J. Escher: <i>Analysis 1</i>, Birkhäuser 2005.          K. Königsberger: <i>Analysis I</i>, Springer 2004.          S. Hildebrandt: <i>Analysis I</i>, Springer 2006.          W. Walter: <i>Analysis 1</i>, Springer 2004.          M. Barner, F. Flohr: <i>Analysis 1</i>, Springer 2000.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
keine
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Die Teilnahme an dem vom Mathematischen Institut Anfang Oktober angebotenen Vorkurs wird empfohlen.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis	07LE23MO-2HfB21-P-Ana
<b>Veranstaltung</b>	
Analysis I: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-0-Ana1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis	07LE23MO-2HfB21-P-Ana
<b>Veranstaltung</b>	
Analysis II: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-0-Ana2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Topologie des <math>\mathbb{R}^n</math>, Metriken und Normen  Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen, zweite Ableitung mit Anwendungen  Satz über inverse und Satz über implizite Funktion  Wegintegrale  gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, lineare Differentialgleichungen  Ideen- und mathematikgeschichtliche Hintergründe der mathematischen Inhalte werden erläutert</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>O. Forster: <i>Analysis 2</i>. Vieweg 2005.  S. Hildebrandt: <i>Analysis 2</i>. Springer 2003.  K. Königsberger: <i>Analysis 2</i>. Springer 2004.  W. Walter: <i>Analysis 2</i>. Springer 2004.  J. Dieudonné: <i>Foundations of modern analysis</i>. Read Books 2006.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
<p>Notwendige Vorkenntnisse:  Analysis I, Lineare Algebra I</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis	07LE23MO-2HfB21-P-Ana
<b>Veranstaltung</b>	
Analysis II: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-0-Ana2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalt
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
Zu erbringende Prüfungsleistung
[siehe beim Modul]
Zu erbringende Studienleistung
[siehe beim Modul]
Teilnahmevoraussetzung
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis	07LE23MO-2HfB21-P-Ana
<b>Name der Prüfungsleistung</b>	
Mündliche Prüfung Analysis	
Leistungsart	Nummer
Prüfung	07LE23PL-2HfB21-P-Ana
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

Prüfungsform	mündliche Prüfung
Benotung	D-Noten (ganze um 0,3 verä)
Empfohlenes Fachsemester	2
Teilnahmepflicht	Pflicht
Prüfungssprache	deutsch

<b>Kommentar</b>
<p>Voraussetzungen für die Zulassung zu dieser Prüfung sind (gemäß Prüfungsordnung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die bestandene Studienleistung in der Klausur zu Analysis I</li> <li>die bestandene Studienleistung in den Übungen zu Analysis II</li> </ul> <p>Die Zulassungsvoraussetzungen wurde vorwiegend aus didaktischen Gründen eingeführt: Erst im Zusammenhang der beiden Veranstaltungen Analysis I und II und durch die Wiederholung in einem zeitlichen Abstand lässt sich darin vermittelte Mathematik tiefergehend verstehen. Als Nebeneffekt werden durch die Zulassungsbedingungen zudem die Durchfallquoten gesenkt.</p> <p>Die Prüfung wird in jedem Semester in einem Prüfungszeitraum etwa drei Wochen vor und eine Woche nach Beginn der Vorlesungszeit angeboten.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik	07LE23MO-2HfB21-P-Sto
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	9,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Moduldauer	zwei Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 90 Stunden
Selbststudium	ca. 180 Stunden
Workload	270 Stunden
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und Analysis I und II, wobei Lineare Algebra I gleichzeitig gehört werden kann.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Stochastik I: Vorlesung	Vorlesung	Pflicht		2,0	
Stochastik I: Übung	Übung	Pflicht		1,0	
Stochastik II: Vorlesung	Vorlesung	Pflicht		2,0	
Stochastik II: Übung	Übung	Pflicht		1,0	

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</p> <p>Sie kennen und verstehen die mathematische Fach- und Formelsprache der elementaren Stochastik und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</p> <p>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der nicht-maßtheoretischen Wahrscheinlichkeitstheorie und der grundlegenden Statistik mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, reale Fragestellungen in stochastische Modelle umsetzen, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie können Verfahren der Datenerhebung und -auswertung nutzen und reflektieren.</p> <p>Sie können Wahrscheinlichkeitsaspekte unterscheiden und typische Verständnisschwierigkeiten beschreiben.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere die Anwendung der Grundlagen aus Analysis I und II und Linearer Algebra I.</p>



Zu erbringende Prüfungsleistung
Zwei- bis vierstündige Klausur.
Zu erbringende Studienleistung
Bestehen der Übungen: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht, in der Regel regelmäßige Teilnahme am zweiwöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.
Benotung
<p>Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 9/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17.</p> <p>Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 9/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.</p>
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
<p>Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten;</p> <p>schriftliche Bearbeitung der wöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur;</p> <p>Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten.</p>
Bemerkung / Empfehlung
Das Modul ist zweisemestrig mit Beginn im Wintersemester und Fortsetzung im folgenden Sommersemester. Das Modul wird in jedem Jahr angeboten und in der Hauptvariante des Studienverlaufsplans für das 3. und 4. Fachsemester empfohlen.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) mit zusätzlicher Praktischer Übung und 18 ECTS-Punkten: Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Teil I mit 5 ECTS-Punkten: Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021)</p> <p>Teil I mit 5 ECTS-Punkten: Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik	07LE23MO-2HfB21-P-Sto
<b>Veranstaltung</b>	
Stochastik I: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V2-6-Sto1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Diskrete und stetige Zufallsvariablen, Wahrscheinlichkeitsräume und -maße, Kombinatorik, Erwartungswert, Varianz, Korrelation, erzeugende Funktionen, bedingte Wahrscheinlichkeit, Unabhängigkeit, Schwaches Gesetz der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
L. Dümbgen: <i>Stochastik für Informatiker</i> . Springer 2003. H.-O. Georgii: <i>Stochastik</i> . 4. Auflage, de Gruyter 2009. G. Kersting, A. Wakolbinger: <i>Elementare Stochastik</i> . 2. Auflage, Birkhäuser 2010. U. Krengel: <i>Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</i> . 8. Auflage, Vieweg 2005 .
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und Analysis I und II, wobei Lineare Algebra I gleichzeitig gehört werden kann.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik	07LE23MO-2HfB21-P-Sto
<b>Veranstaltung</b>	
Stochastik I: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü1-6-Sto1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik	07LE23MO-2HfB21-P-Sto
<b>Veranstaltung</b>	
Stochastik II: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V2-6-Sto2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Statistische Modelle, Schätztheorie, Maximum-Likelihood-Prinzip, Testtheorie, Konfidenzbereiche, Exponentialfamilien, Suffizienz, Optimalität von Tests.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
L. Dümbgen: <i>Stochastik für Informatiker</i> . Springer 2003. H.-O. Georgii: <i>Stochastik</i> . 4. Auflage, de Gruyter 2009. G. Kersting, A. Wakolbinger: <i>Elementare Stochastik</i> . 2. Auflage, Birkhäuser 2010. U. Krengel: <i>Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</i> . 8. Auflage, Vieweg 2005 .
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme am ersten Teil der Vorlesung (notwendige Vorkenntnisse: siehe dort)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik	07LE23MO-2HfB21-P-Sto
<b>Veranstaltung</b>	
Stochastik II: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü1-6-Sto2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Empfohlenes Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalt
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
Zu erbringende Prüfungsleistung
[siehe beim Modul]
Zu erbringende Studienleistung
[siehe beim Modul]
Teilnahmevoraussetzung
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik	07LE23MO-2HfB21-P-Num
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Sören Bartels	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	9,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Moduldauer	zwei Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 90 Stunden
Selbststudium	ca. 180 Stunden
Workload	270 Stunden
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und II und Analysis I und II, wobei Analysis I und II gleichzeitig gehört werden können.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Numerik I: Vorlesung	Vorlesung			2,0	
Numerik I: Übung	Übung			1,0	
Numerik II: Vorlesung	Vorlesung			2,0	
Numerik II: Übung	Übung			1,0	

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</p> <p>Sie kennen und verstehen die mathematische Fach- und Formelsprache der Numerik und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</p> <p>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der numerischen Analysis und der numerischen linearen Algebra mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbständig lösen. Sie sind insbesondere mit typischen Schwierigkeiten algorithmischer Lösungen von Problemen wie Stabilität, Genauigkeit und Aufwand vertraut.</p> <p>Sie entwickeln und nutzen mathematische Modelle und bewerten sie hinsichtlich ihrer Grenzen.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere die Anwendung der Grundlagen aus Lineare Algebra I und II und Analysis I und II, und vertiefen dadurch das Verständnis dieser Vorlesungen.</p>

Zu erbringende Prüfungsleistung
Ein- bis dreistündige Klausur.
Zu erbringende Studienleistung
Bestehen der Übungen: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht, in der Regel regelmäßige Teilnahme am zweiwöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.
Benotung
<p>Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 18/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17.</p> <p>Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 18/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.</p>
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
<p>Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten;</p> <p>schriftliche Bearbeitung der wöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur;</p> <p>Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten.</p>
Bemerkung / Empfehlung
Das Modul ist zweisemestrig mit Beginn im Wintersemester und Fortsetzung im folgenden Sommersemester. Das Modul wird in jedem Jahr angeboten und in der Hauptvariante des Studienverlaufsplans für das 3. und 4. Fachsemester empfohlen.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) mit zusätzlicher Praktischer Übung und 12 ECTS-Punkten: Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Teil I mit 5 ECTS-Punkten und mündlicher Prüfung: Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Wahlmodul im B.Sc.-Studiengang Physik, B.Sc.-Studiengang Informatik und im M.Sc.-Studiengang Informatik</p>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik	07LE23MO-2HfB21-P-Num
<b>Veranstaltung</b>	
Numerik I: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V2-5-Num1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Grundlagen: Zahlendarstellung auf digitalen Rechnern, Matrixnormen, Banach'scher Fixpunktsatz, Fehleranalyse.</p> <p>Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme: Gauß-Verfahren mit Pivotierung, LR-Zerlegung, iterative Verfahren, lineare Ausgleichsprobleme.</p> <p>Berechnung von Eigenwerten: Vektor-Iteration, QR- und Jacobi-Verfahren.</p> <p>Lineare Optimierung: Austauschsatz und Simplexverfahren, lineare Ungleichungen.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>S. Bartels: Numerik 3x9, Springer-Spektrum 2016.</p> <p>J. Stoer, R. Bulirsch: <i>Numerische Mathematik 1</i>. 10. Auflage, Springer 2007.</p> <p>J. Stoer, R. Bulirsch: <i>Numerische Mathematik 2</i>. 6. Auflage, Springer 2011.</p> <p>G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann: <i>Numerische Mathematik</i>. Springer 1990.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Empfohlene Vorkenntnisse: Lineare Algebra II und Analysis I (notwendige Vorkenntnisse für den zweiten Teil der Vorlesung)

↑



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik	07LE23MO-2HfB21-P-Num
<b>Veranstaltung</b>	
Numerik I: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü1-5-Num1
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik	07LE23MO-2HfB21-P-Num
<b>Veranstaltung</b>	
Numerik II: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V2-5-Num2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Numerische Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme: eindimensionale Verfahren, Newton-Verfahren, Gradientenverfahren.</p> <p>Approximation und Interpolation: Lagrange-Interpolation, Hermite-Interpolation, Spline-Interpolation, schnelle Fouriertransformation.</p> <p>Numerische Integration</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>S. Bartels: Numerik 3x9, Springer-Spektrum 2016.</p> <p>J. Stoer, R. Bulirsch: <i>Numerische Mathematik 1</i>. 10. Auflage, Springer 2007.</p> <p>J. Stoer, R. Bulirsch: <i>Numerische Mathematik 2</i>. 6. Auflage, Springer 2011.</p> <p>G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann: <i>Numerische Mathematik</i>. Springer 1990.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
<p>Teilnahme am ersten Teil der Vorlesung.</p> <p>Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und II und Analysis I und II, wobei Analysis II gleichzeitig gehört werden kann.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik	07LE23MO-2HfB21-P-Num
<b>Veranstaltung</b>	
Numerik II: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü1-5-Num2
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Empfohlenes Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

Inhalt
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
Zu erbringende Prüfungsleistung
[siehe beim Modul]
Zu erbringende Studienleistung
[siehe beim Modul]
Teilnahmevoraussetzung
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algebra und Zahlentheorie	07LE23MO-2HfB21-P-AuZ
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Wolfgang Soergel	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	9,0
Empfohlenes Fachsemester	5
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 90 Stunden
Selbststudium	ca. 180 Stunden
Workload	270 Stunden
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und II.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Algebra und Zahlentheorie: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Algebra und Zahlentheorie: Übung	Übung			2,0	

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</p> <p>Sie kennen und verstehen die mathematische Fach- und Formelsprache der Algebra und der Zahlentheorie und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</p> <p>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der elementaren Algebra und Zahlentheorie mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbständig lösen.</p> <p>Sie können die Struktur und Eigenschaften von Zahlbereichen im Zusammenhang erklären, sie kennen wichtige klassische Probleme wie Winkeldreiteilung und Lösungsformeln für polynomiale Gleichungen und verstehen ihre algebraische Umformulierung und Lösung.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der linearen Algebra, die sie dadurch vertiefen, und können mathematische Situationen unter Verwendung algebraischer Strukturbegriffe analysieren.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ein- bis dreistündige Klausur.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: keine</p>

<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Bestehen der Übungen: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht; in der Regel regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte. Bei Verwendung als Wahlmodul: zusätzlich Bestehen der Klausur.
<b>Benotung</b>
Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 9/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17. Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit $9/(N-1)$ in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist. Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012) geht die Modulnote mit $9/N$ in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist. Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 9/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht. Als Wahlmodul im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
<b>Lehrmethoden</b>
Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten; schriftliche Bearbeitung der wöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur; Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten.
<b>Studiengangschwerpunkte</b>
Algebra
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Das Modul kann in beiden Bachelor-Studiengängen ab dem 3. Fachsemester absolviert werden, sofern Lineare Algebra I und II gehört wurden.
<b>Verwendbarkeit der Veranstaltung</b>
Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021 und )im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021) Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021) Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014) Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Der erste Teil des Moduls (bis Weihnachten) mit 5 ECTS-Punkten ist Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algebra und Zahlentheorie	07LE23MO-2HfB21-P-AuZ
<b>Veranstaltung</b>	
Algebra und Zahlentheorie: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-1-AuZ
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Grundbegriffe der Gruppentheorie: Normalteiler, Homomorphiesatz, Gruppenwirkungen, Symmetriegruppen</p> <p>Grundbegriffe der Ringtheorie: Teilbarkeit, Ideale und Primfaktorzerlegung, vor allem die Beispiele <math>\mathbb{Z}</math> und <math>K[X]</math>, euklidischer Algorithmus, Restklassenringe, chinesischer Restsatz, kleiner Satz von Fermat</p> <p>Grundlagen der Körpertheorie: endliche und algebraische Erweiterungen, Konstruierbarkeit mit Zirkel und Lineal, endliche Körper</p> <p>Auflösbarkeit von Gleichungen durch Radikale, elementarsymmetrische Polynome, Galois-Theorie, quadratisches Reziprozitätsgesetz</p> <p>Zahlbereichserweiterungen</p> <p>optional: Sylow-Sätze, Strukturtheorie endlicher Gruppen, endliche Symmetriegruppen des Raumes und platonische Körper, Transzendenz von</p> <p>Ideen- und mathematikgeschichtliche Hintergründe der mathematischen Inhalte werden erläutert.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>M. Artin: <i>Algebra</i>. Birkhäuser 1998.</p> <p>S. Lang: <i>Algebra</i>. 3. Auflage, Springer 2005.</p> <p>S. Bosch: <i>Algebra</i>. Springer Spektrum 2013.</p> <p>R. Schulze-Pillot: <i>Einführung in die Algebra und Zahlentheorie</i>. Springer 2008.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und II
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Algebra und Zahlentheorie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algebra und Zahlentheorie	07LE23MO-2HfB21-P-AuZ
<b>Veranstaltung</b>	
Algebra und Zahlentheorie: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-1-AuZ
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Übung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Algebra und Zahlentheorie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elementargeometrie	07LE23MO-2HfB21-P-EIGeo
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Annette Huber-Klawitter	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	6,0
Empfohlenes Fachsemester	6
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 60 Stunden
Selbststudium	ca. 120 Stunden
Workload	180 Stunden
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Elementargeometrie: Vorlesung	Vorlesung			2,0	
Elementargeometrie: Übung	Übung			2,0	

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren.</p> <p>Sie kennen und verstehen die mathematische Fach- und Formelsprache der Elementargeometrie und können diese nutzen, um sich mündlich wie schriftlich mathematisch präzise und nachvollziehbar auszudrücken und korrekt zu argumentieren.</p> <p>Sie können typische Fragestellungen aus dem Bereich der Elementargeometrie mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Bewesideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie kennen den axiomatischen und den analytischen Zugang zur Geometrie und können diese erläutern, Sie können geometrische Strukturen und Abbildungen mit algebraischen Mitteln sowie nach Invarianz- und Symmetrieaspekten analysieren.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere die Anwendungen der Grundlagen aus der Linearen Algebra, die dadurch vertieft wird.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Ein- bis dreistündige Klausur.



<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Bestehen der Übungen: Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht; in der Regel regelmäßige Teilnahme am wöchentlichen Tutorat und Erreichen von mindestens fünfzig Prozent der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte.
<b>Benotung</b>
<p>Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 6/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17.</p> <p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>6/(N-1)</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012) geht die Modulnote mit <math>6/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 6/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.</p> <p>Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 6/51 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.</p>
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
<b>Lehrmethoden</b>
<p>Tafelvortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden, teils in den begleitenden Tutoraten;</p> <p>schriftliche Bearbeitung der wöchentlichen Übungsaufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur;</p> <p>Besprechung der Aufgaben und Präsentation von Lösungen in den begleitenden Tutoraten.</p>
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Das Modul kann im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang und im B.Sc.-Studiengang ab dem 2. Studiensemester absolviert werden.
<b>Verwendbarkeit der Veranstaltung</b>
<p>Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021)</p> <p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elementargeometrie	07LE23MO-2HfB21-P-EIGeo
<b>Veranstaltung</b>	
Elementargeometrie: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V2-3-EIGeo
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Axiomensysteme für die affine und die euklidische Geometrie.  Der analytische Zugang zur Geometrie über Koordinaten.  Nichteuklidische Geometrie – ein Modell der hyperbolischen Ebene.  Projektionen und projektive Geometrie.  Isometriegruppen euklidischer Räume und platonische Körper, Euler'sche Polyederformel.  Geometrie der Kegelschnitte.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>M. Koecher, A. Krieg: <i>Ebene Geometrie</i>. Springer 1993.  H. Knörrer: <i>Geometrie</i>. Vieweg 1996.  J. G. Ratcliff: <i>Foundations of Hyperbolic Manifolds</i>. Springer 1994.  A. Beutelspacher, U. Rosenbaum: <i>Projektive Geometrie. Von den Grundlagen bis zu den Anwendungen</i>. 2. Auflage, Vieweg 2004.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Nützliche Vorkenntnisse: Lineare Algebra II, Analysis I und II
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Elementargeometrie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Elementargeometrie	07LE23MO-2HfB21-P-EIGeo
<b>Veranstaltung</b>	
Elementargeometrie: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-3-Elgeo
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Die Übung begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Übung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Elementargeometrie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Proseminar	07LE23MO-2HfB21-WP-PSem
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	3,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Selbststudium	ca. 60 Stunden
Workload	90 Stunden
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung
Voraussetzung: Zuteilung eines Seminarplatzes bei der Vorbesprechung des konkret gewählten Proseminars. Die notwendigen Vorkenntnisse hängen vom jeweiligen Proseminar ab und werden im <a href="#">Kommentierten Vorlesungsverzeichnis</a> bekannt gegeben.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload

Inhalt
In einem Proseminar werden für Studierende im 2. Studienjahr zugängliche mathematische Themen durch angeleitete selbständige Lektüre von Fachliteratur erarbeitet und dann in Vorträgen präsentiert. Die konkreten Inhalte hängen vom gewählten Proseminar ab und werden semesterweise im <a href="#">Kommentierten Vorlesungsverzeichnis</a> beschrieben.
Qualifikationsziel
Die Studierenden können elementare mathematische Inhalte im Selbststudium unter Anleitung erarbeiten, didaktisch aufbereiten und in freiem Vortrag anschaulich, verständlich und fachlich korrekt vortragen. Sie können Fragen zum Vortragsthema beantworten und sich einer kritischen Diskussion stellen. Sie können fachliche Fragen zu Vorträgen formulieren und Vorträge konstruktiv-kritisch begleiten.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Vortrag in Form der Gestaltung einer ganzen (90 Minuten) oder halben (45 Minuten) Seminarsitzung.
Zu erbringende Studienleistung
Die Anforderungen hängen vom gewählten Proseminar ab und werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht; in der Regel regelmäßige Teilnahme am Proseminar.

Benotung
<p>Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik geht die Modulnote mit 6/75 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 4/9 in die Gesamtnote eingeht – bei Fächerkombinationen mit einem künstlerischen Fach mit 6/17.</p> <p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>6/(N-1)</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012) geht die Modulnote mit <math>6/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 6/95 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.</p> <p>Im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ geht die Modulnote mit 6/51 in die Abschlussnote des Fachs Mathematik ein, die wiederum mit 6/7 in die Gesamtnote eingeht.</p>
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
Gemeinsame Erarbeitung eines mathematischen Themas durch studentische Vorträge mit Diskussion. Die Vorträge werden im begleiteten Selbststudium erstellt.
Bemerkung / Empfehlung
Das Proseminar kann ebenso gut im 4. oder 5. Fachsemester absolviert werden. Unabhängig von den für das gewählte Proseminar notwendigen Vorkenntnissen ist es günstig, Analysis I und II und Lineare Algebra I und II absolviert zu haben.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Pflichtmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Pflichtmodul im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktische Übung	07LE23MO-2HfB21-WP-PÜ
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	3,0
Empfohlenes Fachsemester	4
Moduldauer	je nach Wahl ein oder zwei Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	ca. 30 60 Stunden, je nach gewählter Veranstaltung
Selbststudium	ca. 30 60 Stunden, je nach gewählter Veranstaltung
Workload	90 Stunden
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Im Fall der „Praktischen Übung Numerik“ und der „Praktischen Übung Stochastik“ sollte die zugehörige Vorlesung mit Übung gleichzeitig gehört werden oder schon gehört worden sein.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload

Qualifikationsziel
Die Studierenden können geeignete einfache mathematische Fragestellungen in Algorithmen und diese in Programme umsetzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
Die Anforderungen hängen von der gewählten Praktischen Übung ab und werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht.
Benotung
Das Modul ist unbenotet.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen.

Lehrmethoden
<p>Hängen von der gewählten Praktischen Übung ab, häufig</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tafel- bzw. Beamervortrag des Dozenten/der Dozentin mit Vor- und Nachbereitung durch die Studierenden;</li> <li>Bearbeitung der Programmieraufgaben durch die Studierenden und anschließende Korrektur bzw. Besprechung;</li> <li>Präsentation von Lösungen.</li> </ul>
Bemerkung / Empfehlung
<p>Für dieses Modul werden mehrere Veranstaltungen zur Wahl angeboten:</p> <p>In jedem Sommersemester die Veranstaltung „Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften“, jährlich die zweisemestrige Veranstaltung „Praktische Übung Numerik“ (die dann gleichzeitig mit dem Modul „Numerik“ absolviert werden sollte) und mindestens jährlich, teilweise auch in jedem Semester die „Praktische Übung Stochastik“.</p> <p>Weitere geeignete Veranstaltungen, etwa praktische Übungen zur Algebra oder zur Geometrie, sind denkbar. Das Veranstaltungsangebot findet sich semesterweise im <a href="#">Vorlesungsverzeichnis Mathematik</a>.</p>
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>mit 3 ECTS-Punkten: Verpflichtendes Modul (mit wählbarer Veranstaltung) im Zwei-Hauptfächer-Bachelor Mathematik (PO 2021)</p> <p>mit 3 ECTS-Punkten: Verpflichtendes Modul (mit wählbarer Veranstaltung) im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>mit 4 ECTS-Punkten: Verpflichtendes Modul (mit wählbarer Veranstaltung) im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021)</p> <p>Die typischen für das Modul verwendbaren Veranstaltungen „Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften“, „Praktische Übung Numerik“ und „Praktische Übung Stochastik“ sind Pflicht- bzw. Wahlveranstaltung im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021) und können auch im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) für das Modul "Mathematische Ergänzung" gewählt werden.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bachelorarbeit	07LE23MO-8000-2H-F-105-2021
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	10,0
Empfohlenes Fachsemester	6
Moduldauer	drei Monate
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Präsenzstudium	0 Stunden
Selbststudium	300 Stunden
Workload	300 Stunden

Teilnahmevoraussetzung
Im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang müssen im Fach Mathematik bereits mindestens 60 ECTS-Punkte erworben sein.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload

Inhalt
In der Bachelorarbeit wird ein mathematisches Thema nach wissenschaftlichen Methoden selbständig bearbeitet und dargestellt. Der konkrete Inhalt hängt vom Thema der Bachelor-Arbeit ab.
Qualifikationsziel
Die Studierenden sind in der Lage ist, ein mathematisches Thema selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse sachgerecht darzustellen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Schriftliche Abschlussarbeit
Zu erbringende Studienleistung
keine
Benotung
Die Note der Bachelor-Arbeit geht in einer Fächerkombination mit einem wissenschaftlichen Fach mit 1/9, in einer Fächerkombination mit einem künstlerischen Fach mit 2/17 in die Gesamtnote ein,
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen der Abschlussarbeit.



Lehrmethoden
Begleitetes Selbststudium.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
Das Modul kann nur im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) verwendet werden.

↑

## Epilog

Die aktuelle Version des Modulhandbuchs wurde von der Studienkommission Mathematik im März 2022 verabschiedet und im Mai 2022 um einige Punkte ergänzt.

Frühere Versionen des Modulhandbuchs von

September 2016

Dezember 2019

findet man hier: <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/modulhandbuecher.html>