



**Mathematisches Institut-VB**

# Modulhandbuch

für das Modul Optionsbereich Mathematik

---



# Inhaltsverzeichnis

<b>Optionsbereich Mathematik.....</b>	<b>3</b>
<b>Optionsbereich Mathematik: Lehramtsoption.....</b>	<b>4</b>
Fachdidaktik Mathematik.....	5
<b>Optionsbereich Mathematik: Option Individuelle Studiengestaltung.....</b>	<b>9</b>
Seminar.....	10
Analysis III.....	12
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie.....	16
Funktionentheorie.....	21
Funktionalanalysis.....	25
Kurven und Flächen.....	29
Topologie.....	33
Mathematische Logik.....	37
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen.....	41
Wahrscheinlichkeitstheorie.....	45
Numerik: Praktische Übung.....	49
Stochastik: Praktische Übung.....	53
Lernen durch Lehren.....	56

---

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Optionsbereich Mathematik	07LE23KT-2HfB21-O
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Benotung	A- Berechnung 1 NachK

↑

---

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Optionsbereich Mathematik: Lehramtsoption	07LE23KT-2HfB21-O-L
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Benotung	A- Berechnung 1 NachK

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Fachdidaktik Mathematik	07LE23MO-2HfB-O-FM
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Ernst Kuwert	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	5,0
Empfohlenes Fachsemester	
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Präsenzstudium	ca. 50 Stunden
Selbststudium	ca. 100 Stunden
Workload	150 Stunden

Teilnahmevoraussetzung
keine
Empfohlene Voraussetzung
Grundvorlesungen in Mathematik (analysis, Lineare Algebra)

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik: Vorlesung	Vorlesung			2,0	
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik: Übung und Seminar	Übung	Pflicht		2,0	

Qualifikationsziel
<p>Konzepte für schulisches Mathematiklernen und –lehren auf der Basis fachdidaktischer Theorien und empirischer Befunde kennen, vergleichen und beurteilen können.</p> <p>Zu den Leitideen für die Sekundarstufe 1 verschiedene Zugangsweisen, Grundvorstellungen und paradigmatische Beispiele, typische Präkonzepte und Verstehenshürden sowie begriffliche Vernetzungen beschreiben können.</p> <p>Den allgemeinbildenden Gehalt mathematischer Inhalte und Methoden und die gesellschaftliche Bedeutung der Mathematik begründen und in den Zusammenhang mit Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts stellen können.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht, in der Regel Haus- und Präsenzübungen und Bestehen der Abschlussklausur.

---

Benotung
Das Modul ist unbenotet.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen
Lehrmethoden
Zweistündige Vorlesung mit integrierten Seminar-, Diskussions- und Übungsteilen Wöchentliche Übungen (sowohl Hausübungen als auch Präsenzübungen)
Verwendbarkeit der Veranstaltung
verwendbar im Optionsbereich des Zwei-Hauptfächer-Studiengangs Mathematik (PO 2021): Pflichtmodul der Lehramtsoption verwendbar als anerkanntes Wahlmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Fachdidaktik Mathematik	07LE23MO-2HfB-O-FM
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V2-7-EFdMathe
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
<p>Mathematikdidaktische Prinzipien sowie deren lerntheoretische Grundlagen und Möglichkeiten unterrichtlicher Umsetzung (auch z.B. mit Hilfe digitaler Medien).</p> <p>Theoretische Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhaltungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren.</p> <p>Mathematikdidaktische Konstrukte: Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu ausgewählten mathematischen Inhalten.</p> <p>Konzepte für den Umgang mit Heterogenität unter Berücksichtigung fachspezifischer Besonderheiten (z.B. Rechenschwäche oder mathematische Hochbegabung).</p> <p>Stufen begrifflicher Strenge und Formalisierungen sowie deren altersgemäße Umsetzung.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
keine
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
keine
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Gesamtveranstaltung setzt sich zusammen aus Vorlesungsanteilen und Anteilen mit Übungs- und Seminarcharakter. Die drei Lehrformen lassen sich dabei nicht völlig klar voneinander trennen. Alle Teile sind Pflichtbestandteile des Moduls "Fachdidaktik Mathematik".

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Fachdidaktik Mathematik	07LE23MO-2HfB-O-FM
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik: Übung und Seminar	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-7-EFdMathe
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Die Übung (mit Seminaranteilen) begleitet die Vorlesung mit Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
keine
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme an der gleichnamigen Vorlesung.
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Gesamtveranstaltung setzt sich zusammen aus Vorlesungsanteilen und Anteilen mit Übungs- und Seminarcharakter. Die drei Lehrformen lassen sich dabei nicht völlig klar voneinander trennen. Alle Teile sind Pflichtbestandteile des Moduls "Fachdidaktik Mathematik".

↑



---

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Optionsbereich Mathematik: Option Individuelle Studiengestaltung	07LE23KT-2HfB21-O-IS
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Benotung	A- Berechnung 1 NachK

Kommentar
<p>Aufgeführt sind typische in Frage kommenden Module.</p> <p>Bei entsprechenden Vorkenntnissen können auch beliebige spezialisierte Vorlesungen als Wahlmodule im Optionsbereich absolviert werden!</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar	07LE23MO-2HfB-O-Sem
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	4,0
Empfohlenes Fachsemester	
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Präsenzstudium	ca. 30 Stunden
Selbststudium	ca. 60 Stunden
Workload	180 Stunden

Teilnahmevoraussetzung
Voraussetzung: Zuteilung eines Seminarplatzes bei der Vorbesprechung des konkret gewählten Seminars. 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 Seminar wird ein vertieftes wissenschaftliches Thema der Mathematik durch Lektüre von Fachliteratur erarbeitet und dann in Vorträgen präsentiert. Die konkreten Inhalte des Moduls hängen vom gewählten Seminar ab; die Inhalte der wählbaren Seminare sind im <a href="#">Kommentierten Vorlesungsverzeichnis</a> des Mathematischen Instituts beschrieben.
Qualifikationsziel
Die Studierenden können komplexere 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 in der Regel 90-minütigen Seminarsitzung. Bei Verwendung als Wahlmodul im Optionsbereich: keine
Zu erbringende Studienleistung
Die Anforderungen hängen vom gewählten Seminar ab und werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht; in der Regel regelmäßige Teilnahme am Seminar. Bei Verwendung als Wahlmodul im Optionsbereich ist der Vortrag in Form der Gestaltung einer in der Regel 90-minütigen Seminarsitzung Teil der Studienleistung.

Benotung
Die Modulnote geht mit $6/(N-1)$ in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.
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
Neben einem verpflichtenden Seminar können beliebig viele weitere Seminare als Wahlpflichtmodule absolviert werden.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Pflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021); weitere Seminare können als Wahlpflichtmodule absolviert werden.</p> <p>mit Vortrag als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021)</p> <p>Ein Seminar ist als Bachelor-Seminar Teil des Bachelor-Moduls im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012).</p> <p>Ein Seminar kann für das Modul „Mathematische Ergänzung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) verwendet werden.</p> <p>Zwei Seminare bilden Pflichtmodule im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014); weitere Seminare können als Wahlmodule absolviert werden.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis III	07LE23MO-WM9-0-Ana3
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

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

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Analysis III: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Analysis III: Übung	Übung		7,0	2,0	

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – insbesondere die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren. Sie verstehen die Problematik des naiven Volumenbegriffs und deren Lösung im Rahmen der Maßtheorie und kennen den Zusammenhang zwischen Maß- und Integrationstheorie.</p> <p>Sie kennen und verstehen die verwendete 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 höherdimensionalen Integration mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen. Sie können insbesondere mittels der Transformationsformel und des Satzes von Fubini explizite Volumenberechnungen durchführen, auch für Untermannigfaltigkeiten.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere die Verallgemeinerung und Anwendung bereits bekannter Konzepte aus der Analysis. Sie entdecken die höherdimensionale Integration als eine Verallgemeinerung des eindimensionalen Falls, vertiefen dadurch das Verständnis von Analysis I und II und erkennen den Sinn einer allgemeinen Herangehensweise an eine Fragestellung.</p>

Sie nutzen im Laufe ihres Studiums Funktionen und analytische Methoden zur Bearbeitung von Problemen verschiedener mathematischer Gebiete, insbesondere zur Modellierung realer Phänomene.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Ein- bis dreistündige Klausur.
Zu erbringende Studienleistung
Bestehen der Übungen zu Analysis III: 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.
Benotung
Im B.Sc.-Studiengang Mathematik 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 Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
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; erneute Nachbereitung der Veranstaltung im Gesamtzusammenhang bei der Vorbereitung der mündlichen Prüfung (Selbststudium mit der Möglichkeit, sich mit Fragen an Dozent/in bzw. Assistent/in zu wenden)
Verwendbarkeit der Veranstaltung
Pflichtmodul im B.Sc. Mathematik (PO 2021) mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul im Optionsbereich des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) mit mündlicher Prüfung statt Klausur: mögliche Wahl für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.E.d.-Studiengang Mathematik (PO 2018) mit mündlicher Prüfung statt Klausur: mögliche Wahl für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.E.d.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis III	07LE23MO-WM9-0-Ana3
<b>Veranstaltung</b>	
Analysis III: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-0-Ana3
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Empfohlenes Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Grundlagen der Maßtheorie: Maße, Fortsetzungssatz, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, Satz von Fubini; Integration im $\mathbb{R}^n$ : Lebesgue-Maß, Transformationssatz, Untermannigfaltigkeiten und Oberflächenintegrale, Satz von Gauß.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
H. Bauer: <i>Wahrscheinlichkeitstheorie und Grundzüge der Maßtheorie</i> . 3. Auflage, de Gruyter 1978. J. Elstrodt: <i>Maß- und Integrationstheorie</i> . Springer 2007. H. Amann, J. Escher: <i>Analysis III</i> . Birkhäuser 2001. W. H. Fleming: <i>Functions of several variables</i> . Springer 1977. H.W. Alt: <i>Lineare Funktionalanalysis</i> . Springer 2002. Hierin die Kapitel über die Lebesgue-Räume
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Analysis I und II, Lineare Algebra I

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Analysis III	07LE23MO-WM9-0-Ana3
<b>Veranstaltung</b>	
Analysis III: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-0-Ana3
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	7,0
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
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
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie	07LE23MO-WM9-1-Komma
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Kebekus	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

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

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie: 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 Kommutativen Algebra 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 Kommutativen Algebra mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der Linearen Algebra, die sie dadurch vertiefen.</p> <p>Sie verstehen die Entsprechung zwischen dem geometrischen Konzept eines Raums und dem algebraischen Konzept eines Rings und sind in der Lage, geometrische Sachverhalte algebraisch zu beweisen.</p>



Zu erbringende Prüfungsleistung
Ein- bis dreistündige Klausur. Bei Verwendung als Wahlmodul: keine
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 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.
Benotung
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. Als Wahlmodul im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
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.
Studiengangschwerpunkte
Algebra
Verwendbarkeit der Veranstaltung
Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“, zählt zur Reinen Mathematik. Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) oder im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Vorlesung und Übung sind verwendbar für die Module „Reine Mathematik“, „Mathematik“ und das Vertiefungsmodul im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie	07LE23MO-WM9-1-Komma
<b>Veranstaltung</b>	
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-1-Komma
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

<b>Inhalt</b>
<p>Noether'sche Ringe und Moduln, Polynomringe in mehreren Variablen, Restklassenringe und Lokalisierung; affine Varietäten, Hilbert'scher Nullstellensatz, Primideale und irreduzible Varietäten, Funktionenkörper, reguläre Funktionen; Krull-Dimension, Noether-Normalisierung, ganzer Abschluss</p> <p>Weiterführende Themen, zum Beispiel:          Regularitätstheorie, Hilbert-Samuel-Polynom, Differentiale          projektive Varietäten und Satz von Bezout          effektive algebraische Geometrie, Gröbner-Basen</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>D. Eisenbud: <i>Commutative algebra, with a view toward algebraic geometry</i>. GTM 150, Nachdruck, Springer 2004.</p> <p>W. Fulton: <i>Algebraic Curves: An Introduction to Algebraic Geometry</i>. Benjamin 1969. (Auch als kostenloses e-Book verfügbar.)</p> <p>B. Hassett: <i>Introduction to Algebraic Geometry</i>. Cambridge University Press 2007.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Nützliche Vorkenntnisse: Algebra und Zahlentheorie
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie“.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie	07LE23MO-WM9-1-Komma
<b>Veranstaltung</b>	
Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-1-Komma
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 „Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionentheorie	07LE23MO-WM9-3-FunkTh
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Stefan Kebekus	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

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

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Funktionentheorie: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Funktionentheorie: 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 Funktionentheorie 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 Funktionentheorie mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der Analysis, die sie dadurch vertiefen. Sie verstehen, wie mit komplex-analytischen Methoden die Lösungen von Problemen der reellen Analysis ermöglicht werden und können dies in konkreten Situationen durchführen.</p> <p>Sie kennen ausgewählte Anwendungen der Funktionentheorie, welche Verbindungen zu anderen Gebieten wie Algebra, Geometrie oder Zahlentheorie schlagen.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ein- bis dreistündige Klausur.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: keine</p>

Zu erbringende Studienleistung
<p>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.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: zusätzlich Bestehen der Klausur.</p>
Benotung
<p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>9/(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>9/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.</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>
Studiengangschwerpunkte
Algebra; Geometrie und Topologie.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“, zählt zur Reinen Mathematik.</p> <p>Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) oder im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionentheorie	07LE23MO-WM9-3-FunkTh
<b>Veranstaltung</b>	
Funktionentheorie: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-3-FunkTh
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>
reelle und komplexe Differenzierbarkeit, holomorphe Funktionen Cauchy'scher Integralsatz und Cauchy'sche Integralformel, Kurvenintegrale, Potenzreihenentwicklung, Identitätssatz, Gebietstreue, Maximumprinzip Isolierte Singularitäten, elementare holomorphe Funktionen, meromorphe Funktionen, Laurent-Reihen Residuensatz und Anwendungen, Fundamentalsatz der Algebra Weitere ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, z.B. Satz von Montel, Möbius-Transformationen, Riemann'scher Abbildungssatz
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
R. Remmert, G. Schumacher: <i>Funktionentheorie 1</i> , 5. Auflage, Springer 2002. R. Remmert, G. Schumacher: <i>Funktionentheorie 2</i> , 3. Auflage, Springer 2007. E. Freitag, R. Busam: <i>Funktionentheorie 1</i> , 4. Auflage, Springer 2006. E. Freitag: <i>Funktionentheorie 2</i> , 2. Auflage, Springer Spektrum 2014.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, Analysis I, II
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Funktionentheorie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionentheorie	07LE23MO-WM9-3-FunkTh
<b>Veranstaltung</b>	
Funktionentheorie: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-3-FunkTh
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 „Funktionentheorie“.

↑



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionalanalysis	07LE23MO-WM9-2-FunkAna
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Michael Ruzicka	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II, Analysis I–III

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

Qualifikationsziel
<p>Die Studierenden kennen die Inhalte der Vorlesung – die vermittelten Problemstellungen, Konzepte, Begriffe, Definitionen, Sätze, Beweise, Beweistechniken und Berechnungsverfahren – insbesondere unendlich-dimensionale Banach-Räume, Abbildungen dazwischen und Konvergenzbegriffe darauf. Sie kennen und verstehen die mathematische Fach- und Formelsprache der Funktionalanalysis 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 Funktionalanalysis mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der Analysis, die sie dadurch vertiefen.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ein- bis dreistündige Klausur.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: keine</p>

<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
<p>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.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: zusätzlich Bestehen der Klausur.</p>
<b>Benotung</b>
<p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>9/(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>9/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.</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>Studiengangschwerpunkte</b>
Analysis, Angewandte Analysis und Numerik
<b>Verwendbarkeit der Veranstaltung</b>
<p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“, zählt im Sinne der Prüfungsordnung zur Reinen Mathematik.</p> <p>Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) oder im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für die Module „Reine Mathematik“ und „Angewandte Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionalanalysis	07LE23MO-WM9-2-FunkAna
<b>Veranstaltung</b>	
Funktionalanalysis: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-2-FunkAna
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

<b>Inhalt</b>
<p>Hilbert-Raum: Projektionssatz, Riesz'scher Darstellungssatz, adjungierte Operatoren, Orthogonalsysteme, kompakte Operatoren, Spektraltheorie, Lemma von Lax-Milgram.</p> <p>Banach-Raum: Dualraum, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Satz von Hahn-Banach, schwache Konvergenz, Reflexivität, adjungierte Operatoren, kompakte Operatoren, Fredholm'sche Alternative.</p> <p>Metrische Räume, Funktionenräume, Dualitätstheorie, Lebesgue- und Sobolev-Räume.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
<p>H.W. Alt: <i>Lineare Funktionalanalysis</i>. 6. Auflage, Springer 2012.</p> <p>H. Brézis: <i>Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations</i>. Universitext, Springer, New York 2011.</p> <p>Frz. Original: H. Brézis: <i>Analyse Fonctionnelle</i>. Masson 1987</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II, Analysis I–III
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Funktionalanalysis“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionalanalysis	07LE23MO-WM9-2-FunkAna
<b>Veranstaltung</b>	
Funktionalanalysis: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-2-FunkAna
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 „Funktionalanalysis“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Kurven und Flächen	07LE23MO-WM9-3-KuF
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Ernst Kuwert	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II, Analysis I, II sowie Kenntnisse höherdimensionaler Integration aus Analysis III oder Erweiterung der Analysis

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Kurven und Flächen: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Kurven und Flächen: 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 elementaren Differentialgeometrie 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 Differentialgeometrie mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie können Krümmungen von Kurven und Flächen definieren, geometrisch veranschaulichen und in konkreten Fällen berechnen. Sie können zwischen lokalen und globalen Aussagen und zwischen Phänomenen der äußeren und der inneren Geometrie von Flächen unterscheiden.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik. Sie verstehen, wie Analysis und lineare Algebra zum Studium gekrümmter Kurven und Flächen eingesetzt werden und vertiefen so ihre Kenntnisse aus den Grundvorlesungen in geometrischer Richtung. Sie kennen Beziehungen der Differentialgeometrie zu anderen mathematischen Gebieten (Variationsrechnung, Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Topologie) und Anwendungen der Differentialgeometrie außerhalb der Mathematik (Kartographie, Optik, CAGD).</p>

Zu erbringende Prüfungsleistung
Ein- bis dreistündige Klausur. Bei Verwendung als Wahlmodul: keine
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 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.
Benotung
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. Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
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.
Studiengangschwerpunkte
Geometrie und Topologie; Analysis
Bemerkung / Empfehlung
Das Modul hieß früher „Elementare Differentialgeometrie“.
Verwendbarkeit der Veranstaltung
Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“, zählt zur Reinen Mathematik. Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) oder im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Kurven und Flächen	07LE23MO-WM9-3-KuF
<b>Veranstaltung</b>	
Kurven und Flächen: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-3-KuF
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

<b>Inhalt</b>
Kurventheorie in der Ebene und im Raum, globale Ergebnisse über Kurven, 1. und 2. Fundamentalform von Flächen, Theorema Egregium, innere Geometrie, Geodätische, Satz von Gauss-Bonnet
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
M. P. do Carmo: <i>Differential Geometry of Curves and Surfaces</i> . Prentice-Hall 1976. C. Bär: <i>Elementare Differentialgeometrie</i> . 2. Auflage, de Gruyter 2010. S. Montiel and A. Ros: <i>Curves and Surfaces</i> . American Mathematical Society 2005.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II, Analysis I, II sowie Analysis III oder Erweiterung der Analysis
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Nützliche Vorkenntnisse: Topologie
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Kurven und Flächen“. Die Vorlesung hieß früher „Elementare Differentialgeometrie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Kurven und Flächen	07LE23MO-WM9-3-KuF
<b>Veranstaltung</b>	
Kurven und Flächen: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-3-KuF
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
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 „Kurven und Flächen“.

↑



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Topologie	07LE23MO-WM9-3-Top
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Sebastian Goette	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

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

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Topologie: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Topologie: 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 Topologie 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 allgemeinen und algebraischen Topologie 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 erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der Analysis, die sie dadurch vertiefen, und können topologische Methoden in anderen Gebieten der Mathematik wie zum Beispiel Algebra, Analysis oder Geometrie anwenden.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ein- bis dreistündige Klausur.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: keine</p>

Zu erbringende Studienleistung
<p>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.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: zusätzlich Bestehen der Klausur.</p>
Benotung
<p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>9/(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>9/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.</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>
Studiengangschwerpunkte
Geometrie und Topologie
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“, zählt zur Reinen Mathematik.</p> <p>Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) und im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Topologie	07LE23MO-WM9-3-Top
<b>Veranstaltung</b>	
Topologie: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-3-Top
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

<b>Inhalt</b>
<p>Topologische Grundbegriffe (Hausdorffräume, Lemmata von Urysohn und Tietze, Abzählbarkeitsaxiome, Kompaktheit, Zusammenhang)</p> <p>Konstruktion von Topologien (Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten)</p> <p>Homotopien, Fundamentalgruppe, Satz von Seifert-van Kampen</p> <p>Überlagerungen, Liftungssätze, universelle Überlagerung</p> <p>Kategorien, Funktoren, universelle Eigenschaften</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
<p>Notwendige Vorkenntnisse:</p> <p>Lineare Algebra I, Analysis I, II</p>
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Topologie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Topologie	07LE23MO-WM9-3-Top
<b>Veranstaltung</b>	
Topologie: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-3-Top
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
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 „Topologie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematische Logik	07LE23MO-WM9-4-Logik
Verantwortliche/r	
PD Dr. Markus Junker	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: grundlegende mathematische Arbeitsweisen aus einer der Grundvorlesungen Analysis I oder Lineare Algebra I.
Empfohlene Voraussetzung
Lineare Algebra I, Analysis I

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Mathematische Logik: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Mathematische Logik: 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 Mathematischen Logik 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 Mathematischen Logik mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie können über die Grundlagen und die Methoden der Mathematik reflektieren.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ein- bis dreistündige Klausur.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: keine</p>

Zu erbringende Studienleistung
<p>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.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: zusätzlich Bestehen der Klausur.</p>
Benotung
<p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>9/(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>9/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.</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>
Studiengangschwerpunkte
Logik
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“, zählt zur Reinen Mathematik.</p> <p>Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) und im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematische Logik	07LE23MO-WM9-4-Logik
<b>Veranstaltung</b>	
Mathematische Logik: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-4-Logik
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

<b>Inhalt</b>
Die Vorlesung führt über das Studium der Logik der ersten Stufe, des Prädikatenkalküls, zu einer Diskussion von Grundlagenfragen: Was ist ein mathematischer Beweis? Wie lassen sich Beweise rechtfertigen? Kann man jeden wahren Satz beweisen? Kann man das Beweisen Computern überlassen?
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
M. Ziegler: <i>Mathematische Logik</i> . Birkhäuser 2010.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Eine Grundvorlesung in Mathematik (Lineare Algebra I oder Analysis I)
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Nützliche Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, Analysis I
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Mathematische Logik“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mathematische Logik	07LE23MO-WM9-4-Logik
<b>Veranstaltung</b>	
Mathematische Logik: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-4-Logik
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 „Mathematische Logik“.

↑



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	07LE23MO-WM9-5-PDE0a
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Sören Bartels	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II, Analysis I, II und Kenntnisse höherdimensionale Integration aus Analysis III oder Erweiterung der Analysis
Empfohlene Voraussetzung
Nützliche Vorkenntnisse: Numerik für Differentialgleichungen, Funktionalanalysis

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	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 verwendete 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 Vorlesung 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 sind in der Lage, prototypische partielle Differentialgleichungen zu diskretisieren, numerisch zu lösen und den Diskretisierungsfehler abzuschätzen. Sie beherrschen die Untersuchung der Interpolationseigenschaften von Finite-Elemente-Methoden. Kritische Aspekte wie die Konditionierung von Systemmatrizen können von ihnen eingeschätzt und für Modellbeispiele analysiert werden.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der Analysis, die sie dadurch vertiefen.</p>

Zu erbringende Prüfungsleistung
Ein- bis dreistündige Klausur. Bei Verwendung als Wahlmodul: keine
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 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.
Benotung
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. Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studien- und Prüfungsleistungen.
Lehrmethoden
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.
Studiengangschwerpunkte
Numerik
Verwendbarkeit der Veranstaltung
Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“. Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) und im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Vorlesung und Übung sind verwendbar für die Module „Angewandte Mathematik“, „Mathematik“ und das Vertiefungsmodul im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014). Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	07LE23MO-WM9-5-PDE0a
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-5-PDE0a
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>
Modellierung, Klassifizierung von Differentialgleichungen 2. Ordnung, klassische Lösungen der Poisson-Gleichung Sobolev-Räume, Sobolevsche Einbettungssätze, Existenz und Regularität schwacher Lösungen Finite Elemente, Ritz-Galerkin-Verfahren, Implementierung, Interpolation und Fehlerabschätzung, Rand-Approximation, Kondition der Steifigkeitsmatrix
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
S. Bartels: <i>Numerical Approximation of Partial Differential Equations</i> , Springer 2016. D. Braess: <i>Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie</i> . Springer 1992. S. C. Brenner, L. R. Scott: <i>The mathematical theory of finite element methods</i> . Springer 1995. G. Dziuk: <i>Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen</i> . De Gruyter 2010.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, II, Analysis I, II sowie Analysis III oder Erweiterung der Analysis
<b>Empfohlene Voraussetzung</b>
Nützliche Vorkenntnisse: Numerik für Differentialgleichungen, Funktionalanalysis
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	07LE23MO-WM9-5-PDE0a
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-5-PDE0a
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 „Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wahrscheinlichkeitstheorie	07LE23MO-WM9-6-WT
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

Teilnahmevoraussetzung
Keine formale Voraussetzung. Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, Analysis I–III, Stochastik I. Aus Analysis III werden Grundlagen der Maßtheorie benötigt, die in der Vorlesung kurz wiederholt werden und auch im Selbststudium angeeignet werden können.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Wahrscheinlichkeitstheorie: Vorlesung	Vorlesung			4,0	
Wahrscheinlichkeitstheorie: 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 Wahrscheinlichkeitstheorie 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 Wahrscheinlichkeitstheorie mit Hilfe der erlernten Konzepte analysieren, Lösungsstrategien entwickeln, Vermutungen überprüfen, mathematisch exakte Beweise führen, vorgelegte Beweisideen auf Korrektheit prüfen und typische Übungsaufgaben selbstständig lösen.</p> <p>Sie sind mit grundlegenden stochastischen Modellen und wahrscheinlichkeitstheoretischen Fragestellungen auf maßtheoretischer Grundlage vertraut, kennen Herleitungen der klassischen Grenzwertaussagen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und können mit den Grundbegriffen der Wahrscheinlichkeitstheorie umgehen.</p> <p>Sie erkennen die Zusammenhänge mit anderen Vorlesungen aus der Mathematik, insbesondere mit den Grundlagen aus der Stochastik, die sie dadurch vertiefen.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ein- bis dreistündige Klausur.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: keine</p>

Zu erbringende Studienleistung
<p>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.</p> <p>Bei Verwendung als Wahlmodul: zusätzlich Bestehen der Klausur.</p>
Benotung
<p>Im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021) geht die Modulnote mit <math>9/(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>9/N</math> in die Gesamtnote ein, wobei N die Summe der ECTS-Punkte aller mit Prüfungsleistungen absolvierten Module ist.</p> <p>Als Wahlmodul im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik und im M.Sc.-Studiengang Mathematik ist das Modul unbenotet.</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>
Studiengangschwerpunkte
Stochastik
Verwendbarkeit der Veranstaltung
<p>Wahlpflichtmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021); geeignet für „Vorlesung mit Übung A–D“ bzw. „A–C“.</p> <p>Mit Klausur als Teil der Studienleistung: Wahlmodul in der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) und im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Angewandte Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2014).</p> <p>Vorlesung und Übung sind verwendbar für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) und im M.Ed.-Studiengang „Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021).</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wahrscheinlichkeitstheorie	07LE23MO-WM9-6-WT
<b>Veranstaltung</b>	
Wahrscheinlichkeitstheorie: Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	07LE23V-6-WT
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

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

<b>Inhalt</b>
Allgemeiner Wahrscheinlichkeitsraum, Produkträume, Zufallsvariable, 0-1-Gesetze, Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz, schwache Konvergenz, charakteristische Funktionen, bedingte Erwartungen.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
L. Breiman: Probability. Addison-Wesley 1968. A. Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie. Springer 2006. A. N. Shiryaev: Probability. 2. Auflage, Springer 1996. J. Wengenroth: Wahrscheinlichkeitstheorie. De Gruyter 2008.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I, Analysis I–III, Stochastik
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die Vorlesung ist ein Pflichtbestandteil des Moduls „Wahrscheinlichkeitstheorie“.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wahrscheinlichkeitstheorie	07LE23MO-WM9-6-WT
<b>Veranstaltung</b>	
Wahrscheinlichkeitstheorie: Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23Ü-6-WT
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 „Wahrscheinlichkeitstheorie“.

↑



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik: Praktische Übung	07LE23MO-WM3-5-PÜ_Num
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Sören Bartels	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	3,0
Empfohlenes Fachsemester	
Moduldauer	zwei Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Workload	90 Stunden

Teilnahmevoraussetzung
keine formale Voraussetzung Numerik I und II ist inhaltliche Voraussetzung und sollte entweder bereits absolviert sein oder gleichzeitig gehört werden.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Numerik: Praktische Übung (erster Teil der zweisemestrigen Veranstaltung)	Übung			1,0	
Numerik: Praktische Übung (zweiter Teil der zweisemestrigen Veranstaltung)	Übung			1,0	

Qualifikationsziel
Die Studierenden sind in der Lage, die in den Vorlesungen Numerik I und II erlernten Algorithmen zu implementieren und an praxisrelevanten Beispielen zu testen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
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 Programmieraufgaben vergebenen Punkte.
Benotung
unbenotet
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller geforderten Studienleistungen.

---

Verwendbarkeit der Veranstaltung
----------------------------------

Die Praktische Übung Numerik ist Teil des Pflichtmoduls „Numerik“ im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021)
--

Die Praktische Übung Numerik kann für das Modul „Praktische Übung“ im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) und in den M.Ed.-Studiengängen „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90“ bzw. „mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021) im B.Sc. Mathematik (PO 2021) und für das Modul „Mathematische Ergänzung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) verwendet werden.
--



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik: Praktische Übung	07LE23MO-WM3-5-PÜ_Num
<b>Veranstaltung</b>	
Numerik: Praktische Übung (erster Teil der zweisemestrigen Veranstaltung)	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23PÜ1-5-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 Praktische Übung begleitet die Vorlesung mit Programmieraufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Analysis I, II, Lineare Algebra I, II die Vorlesung Numerik sollte gleichzeitig gehört werden (oder schon gehört worden sein) Programmierkenntnisse z.B. aus dem Kurs "Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften"
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
Die zweisemestrige Praktische Übung ist Pflichtbestandteil des Moduls "Numerik" im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021). Sie kann im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) und in den M.Ed.-Studiengängen „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90“ bzw. „mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021) für das Modul „Praktische Übung“ und im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) für das Modul „Mathematische Ergänzung“ gewählt werden.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerik: Praktische Übung	07LE23MO-WM3-5-PÜ_Num
<b>Veranstaltung</b>	
Numerik: Praktische Übung (zweiter Teil der zweisemestrigen Veranstaltung)	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23PÜ1-5-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

<b>Inhalt</b>
Die Praktische Übung begleitet die Vorlesung mit Programmieraufgaben zum Vorlesungsstoff.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Teilnahme am ersten Teil der Praktischen Übung (notwendige Vorkenntnisse siehe dort). Der zweite Teil der Vorlesung Numerik sollte gleichzeitig gehört werden (oder schon gehört worden sein).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik: Praktische Übung	07LE23MO-WM3-6-PÜ_Sto
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	3,0
Empfohlenes Fachsemester	
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Workload	90 Stunden

Teilnahmevoraussetzung
keine formale Voraussetzung Stochastik I ist inhaltliche Voraussetzung, Stochastik II sollte entweder bereits absolviert worden sein oder gleichzeitig gehört werden.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Stochastik: Praktische Übung	Übung			2,0	

Qualifikationsziel
Die Studierenden können das Statistik-Programm R anwenden und damit einfache statistische Anwendungen durchführen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
Die genauen Anforderungen dafür werden semesterweise in den <a href="#">aktuellen Ergänzungen der Modulhandbücher Mathematik</a> veröffentlicht; in der Regel Bestehen der Abschlussklausur.
Benotung
unbenotet
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller geforderten Studienleistungen.
Studiengangschwerpunkte
Stochastik

---

Verwendbarkeit der Veranstaltung
----------------------------------

Wahlmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2021)
---

Die Praktische Übung Stochastik ist Teil des Pflichtmoduls „Stochastik“ im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012)
---

Die Praktische Übung Stochastik kann für das Modul „Praktische Übung“ im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang Mathematik (PO 2021) und in den M.Ed.-Studiengängen „Mathematik als Erweiterungsfach mit 90“ bzw. „mit 120 ECTS-Punkten“ (PO 2021) im B.Sc. Mathematik (PO 2021) und für das Modul „Mathematische Ergänzung“ im M.Ed.-Studiengang Mathematik (PO 2018) verwendet werden.
---



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Stochastik: Praktische Übung	07LE23MO-WM3-6-PÜ_Sto
<b>Veranstaltung</b>	
Stochastik: Praktische Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	07LE23PÜ-6-Sto
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Empfohlenes Fachsemester	4
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
Elementarer Umgang mit dem Statistik-Paket R, Erstellen eigener Funktionen in R, Datentypen, diskrete Verteilungen und Verteilungen mit Dichten, Simulation von Zufallsvariablen, Illustration wichtiger Sätze aus der Vorlesung "Stochastik", grafische Darstellungsmöglichkeiten, praktische Erprobung von Schätzmethoden und Tests.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
keine
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
[siehe beim Modul]
<b>Literatur</b>
Dokumentation von R auf der offiziellen Homepage: <a href="http://www.r-project.org">http://www.r-project.org</a> J. Braun, D. J. Murdoch: <i>A first course in statistical programming with R</i> . Cambridge University Press, 2007.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Notwendige Vorkenntnisse: Die Vorlesung Stochastik sollte bereits gehört worden sein, wobei der zweite Teil gleichzeitig mit der Praktischen Übung gehört werden kann.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lernen durch Lehren	07LE23MO-BSc-WM3-0-LdL
Verantwortliche/r	
Dr. Susanne Knies	
Fachbereich / Fakultät	
Mathematisches Institut-VB	

ECTS-Punkte	3,0
Empfohlenes Fachsemester	
Moduldauer	ein Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Workload	90 Stunden

Teilnahmevoraussetzung
Übernahme eines zweistündigen Tutorats oder zweier einstündiger Tutorate zu Mathematikvorlesungen des Mathematischen Instituts im gleichen Semester.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload

Inhalt
Reflexion über Inhalt und Methoden der zu mathematischen Vorlesungen angebotenen Übungsgruppen im Zuge eines selbst gehaltenen Tutorats.
Qualifikationsziel
Die Studierenden können ein Tutorat leiten und mathematische Inhalte darin präsentieren. Sie können die verwendeten Methoden reflektieren und sich darüber austauschen Sie intensivieren ihre im behandelten mathematischen Gebiet erworbenen Kompetenzen.
Zu erbringende Prüfungsleistung
keine
Zu erbringende Studienleistung
Teilnahme am begleitenden Workshop regelmäßige Teilnahme an den Tutorenbesprechungen zwei gegenseitige Tutoratsbesuche mit anderen Modulteilnehmern, Reflexion und Austausch über die Tutorate
Benotung
unbenotet
Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
Bestehen aller vorgesehenen Studienleistungen.
Lehrmethoden
Workshop mit Fallstudien und gegenseitigem Austausch gegenseitige Tutoratsbesuche mit anschließendem Austausch



---

Verwendbarkeit der Veranstaltung
----------------------------------

Wahlmodul im B.Sc.-Studiengang Mathematik (PO 2012, PO 2021) Wahlmodul der Option „Individuelle Studiengestaltung“ des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs Mathematik (PO 2021) Wahlmodul im M.Sc. Mathematik-Studiengang Mathematik (PO 2014)
---

