Fakultät für Mathematik

Modulhandbuch

Studiengang Bachelor of Arts (B.A.)
im Rahmen des 2-Fach-Modells mit
Mathematik als einem der beiden Fächer

Anlage zum
Reakkreditierungsantrag
der Ruhr-Universität Bochum

Der Studiengang Bachelor of Arts mit einer Regelstudienzeit von 6 Semestern umfasst das Studium zweier Fächer sowie das Studium des Optionalbereichs mit dem Gesamtumfang von 180 Kreditpunkten (CP). In jedem der beiden Fächer werden 71 CP sowie im Optionalbereich 30 CP absolviert. In einem der beiden Studienfächer nach Wahl der/des Studierenden wird eine Bachelor-Arbeit im Umfang von zusätzlichen 8 CP verfasst.
Die hier vorliegenden Informationen beziehen sich ausschließlich auf das Fachstudium Mathematik. Die Einteilung der 71 (ggf. 79) zu absolvierenden CP in die Module im Mathematikstudium ist in der nachstehenden Tabelle veranschaulicht.

Diese Übersicht gliedert sich wie folgt:

1. Beratungs- und Informationsangebote
2. Studienplan
3. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen
4. Liste der einzelnen Pflicht- und Wahlpflichtmodule

1. Beratungs- und Informationsangebote an der Fakultät für Mathematik:

Bei Fragen im Zusammenhang mit dem 2-Fach-Bachelor Mathematik wenden Sie sich bitte an die Studienfachberatung Mathematik. Diese bietet an vier von fünf Tagen pro Woche regelmäßige Sprechstunden an. Die aktuellen Sprechzeiten und Kontaktdaten von Frau Dr. Eva Glasmachers und Herrn Dr. Mario Lipinski entnehmen Sie bitte der Homepage: https://www.rub.de/ffm/studium/studienberatung/index.html.
Zentrale Informationen zum Mathematikstudium sind in der Erstsemesterbroschüre zusammengestellt: http://www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/pdf/Erstiinfo.pdf

Vor dem Übergang in ein Masterstudium findet eine obligatorische individuelle Beratung durch die Studienfachberatung statt.

Aktuelle Informationen zum Studium werden über den Moodle-Kurs „Mathematikstudium-Info“ kommuniziert. Die Zugangsdaten hierzu erhalten Sie in der Eröffnungsveranstaltung zu Studienbeginn oder auf Rückfrage bei der Studienfachberatung Mathematik. Durch die Auswahl von spezifischen Untergruppen erhalten Sie zudem Informationen zu Angeboten für Auslandsaufenthalte, Praktika, interne und externe Stellenausschreibungen für Studierende und Absolvent/innen.
(https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/course/view.php?id=7753)

Für Studierende im 1. Studienjahr wird für den Studieneinstieg ein Mentorenprogramm angeboten. Hierbei haben Sie die Möglichkeit auszuwählen, ob sie eine(n) Professor(in), eine(n) wissenschaftliche(n) Mitarbeiter(in) oder eine(n) Studierende(n) als Mentor(in) haben möchten.

Die im Fachschaftsrat Mathematik organisierten Studierendenvertreter bieten ergänzende Beratungsangebote sowie die Teilnahme am Studentischen Tutorenprogramm im ersten Studienjahr an.

Alle Lehrenden der Fakultät beraten zudem zu den verschiedenen an der Fakultät angebotenen Spezialisierungsmöglichkeiten und Vertiefungen in den Abschlussarbeiten. Die Bachelor- und Masterarbeiten im Fach Mathematik werden von den Hochschullehrer/nnen direkt betreut.

2. Studienplan:

<table>
<tr><th>Modul</th><th>Beschreibung</th><th>Modulabschluss</th></tr>
<tr><td>Modul 1
18 CP</td><td>Analysis I, II (1. und 2. Studiensemester).</td><td>Benotet, über eine Modulabschlussklausur, Näheres siehe unten</td></tr>
<tr><td>Modul 2
18 CP</td><td>Lineare Algebra und Geometrie I, II (1. und 2. Studiensemester).</td><td>Benotet, über eine Modulabschlussklausur, Näheres siehe unten</td></tr>
<tr><td>Modul 3
9 CP</td><td>Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Math. Statistik (3. Studiensemester).</td><td rowspan="3">Zwei der drei Module 3-5 (nach Wahl) benotet über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; ein Modul unbenotet, studienbegleitend über Übungen und/oder Tests</td></tr>
<tr><td>Modul 4
9 CP</td><td>Eine mittlere Vorlesung aus der Analysis (3., 4., 5. oder 6. Studiensemester).
Z.B. Gewöhnliche Differentialgleichungen, Funktionentheorie I, Analysis III, Einführung in die Numerik etc.</td></tr>
<tr><td>Modul 5
9 CP</td><td>Eine mittlere Vorlesung aus der Algebra/Geometrie (3., 4., 5. oder 6. Studiensemester).
Z.B. Algebra I, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik I, Kurven und Flächen, Differentialgeometrie, Topologie etc.</td></tr>
<tr><td>Modul 6
4 CP</td><td>Proseminar (2., 3. oder 4. Studiensemester).</td><td>Unbenotet, über Seminarvortrag</td></tr>
<tr><td>Modul 7
4 CP</td><td>Seminar (3., 4., 5. oder 6. Studiensemester).</td><td>Benotet, über Seminarvortrag</td></tr>
<tr><td>(Eventuell Modul 8
8 CP)</td><td>Bachelorarbeit</td><td>Benotet, über zwei Gutachten</td></tr>
</table>

3. Modularisierungskonzept und Prüfungsformen:

Alle Module des Mathematikstudiums im Rahmen des 2-Fach-Bachelors werden geprüft:
Ein benoteter Abschluss eines Vorlesungsmoduls erfolgt entweder über eine Modulabschlussklausur oder eine mündliche Modulabschlussprüfung. Die Module 1-3 weren schriftlich geprüft. In Abhängigkeit von der Größe der Hörerschaft in den Wahlpflichtmodulen 4 und 5 werden mündliche oder schriftliche Prüfungen angeboten. Ein unbenoteter Abschluss eines Vorlesungsmoduls erfolgt durch veranstaltungsbegleitend zu

erbringende individuelle Leistungen, in der Regel wöchentliche Hausaufgaben, aktive Teilnahme am Übungsbetrieb und/oder regelmäßige Tests. Die Module 6 und 7 (Proseminar und Seminar) werden durch die erfolgreiche Absolvierung eines Vortrags abgeschlossen. Das Proseminar wird unbenotet, das Proseminar benotet abgeschlossen. Wird die Bachelorarbeit im Fach Mathematik geschrieben, so erfolgt der benotete Modulabschluss über zwei unabhängige Gutachten.
Die Module 1 und 2 des ersten Studienjahres werden jeweils mit einer Modulabschlussklausur nach dem zweiten Fachsemester abgeschlossen. Alternativ zu diesen regulären Modulabschlussklausuren wird für jedes der beiden Module eine studienbegleitende geteilte Prüfung nach den einzelnen Semestern - gewichtet mit 1/3 (nach dem 1. Semester) und 2/3 (nach dem 2. Semester) - angeboten. Dieses gewichtete Gesamtergebnis entscheidet über den erfolgreichen Modulabschluss. Diese Alternative bietet ein frühes Feedback zum Lernstand und ermöglicht, Defizite im zweiten Semester zu kompensieren.
Für die Module 1, 2, 6, 7 und ggf. 8 ist vorgeschrieben, ob sie benotet oder unbenotet abgeschlossen werden. Nach Wahl der Studierenden werden zwei der Module 3-5 benotet und eins unbenotet abgeschlossen.

Die Veranstaltungen in den Modulen 1-3 sind fest vorgegeben. Für die Module 4 und 5 stehen diverse Vorlesungen zur Auswahl. Aus diesem Angebot muss jeweils eine Veranstaltung pro Modul gewählt werden. Die einzelnen Modulalternativen sind in den nachstehenden Modulblättern über Modul 4-Alt1, Modul 4-Alt2 etc. gekennzeichnet. Die Seminare in den Modulen 6 und 7 werden semesterweise mit variierenden Themen angeboten.

Das Studiensemester sowie die Reihenfolge der Module in der Modulübersicht dienen lediglich einer Orientierung. Die Module können auch in anderen Studiensemestern besucht werden, wenn die Teilnahmevoraussetzungen erfüllt sind.

Das jeweils aktuelle Veranstaltungsangebot der Fakultät für Mathematik mit spezifischen Beschreibungen wird in dem kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester veröffentlicht. (http://www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/pdf/Broschuere.pdf).

Alle Prüfungen an der Fakultät finden in fest vorgegebenen Prüfungsperioden statt. Die erste Prüfungsperiode liegt am Ende der Vorlesungszeit, die zweite zu Beginn der darauffolgenden Vorlesungszeit.

4. Liste der einzelnen Pflicht- und Wahlpflichtmodule :
(siehe Folgeseiten)

Analysis I,II

Modul 1	**Credits** 18 CP	**Workload** 540 h	**Semester** 1. Sem.	**Turnus** Jährlich, Beginn nur im WiSe	**Dauer** 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 8 SWS Vorlesung 4 SWS Übungen	**Selbststudium** 360 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen die Studierenden die grundlegenden Begriffsbildungen und Techniken der Analysis
- wenden sicherer das ⍰-Kalkül und die Rechentechniken der Differential- und Integralrechnung an
- kennen verschiedene Lösungsverfahren zur exakten oder näherungsweisen Lösung von algebraischen Gleichungen und einfacher Differentialgleichungen
- haben ein Verständnis für abstrakte Sichtweisen der Analysis entwickelt und sind in der Lage die zentralen Sätze in konkreten Situationen anzuwenden
- wählen eigenständig Beweistechniken aus und wenden diese selbstständig zur Darstellung und Herleitung mathematischer Sachverhalte an.

Inhalt
Mengen und Zahlen, reelle Funktionen, Grenzwerte, Folgen, Reihen, stetige und differenzierbare Funktionen, komplexe Zahlen, Potenzreihen, topologische Grundbegriffe in metrischen Räumen, Differentialrechnung für Funktionen im $\mathbf{R}^n$**,** Sätze über die Umkehrfunktion sowie über implizite Funktionen

Lehrformen
Vortrag der Lehrenden in der Vorlesung und Kleingruppenarbeit in den Übungen, Ergänzung der Bearbeitung der Hausaufgaben in Einzel- oder Gruppenarbeit durch digitale Aufgaben

Prüfungsformen
Modulabschlussklausur oder zwei gewichtete Teilklausuren, siehe Übersicht zu Prüfungsformen in der Einleitung des Modulhandbuchs.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestandene Modulabschlussklausur

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik

Stellenwert der Note für die Endnote
1/5 der Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dehling

Sonstige Informationen

nützliche Literatur: z.B.

Otto Forster, Analysis I und II

Harro Heuser, Lehrbuch der Analysis I und II

*Stefan Hildebrandt***,** Analysis I und II**.**

Besonderheiten: Dieses Modul bildet zusammen mit dem Modul Lineare Algebra und Geometrie I+II die Grundlage für das Verständnis fast aller weiterführender Veranstaltungen. Zum Verständnis insbesondere der Analysis II ist es sehr zu empfehlen, parallel zum Modul Analysis I, II an dem Modul Lineare Algebra und Geometrie I, II teilzunehmen.

Lineare Algebra und Geometrie I, II

Modul 2	**Credits** 18 CP	**Workload** 540 h	**Semester** 1. Sem.	**Turnus** Jährlich, Beginn nur im WiSe	**Dauer** 2 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 8 SWS Vorlesung 4 SWS Übungen	**Selbststudium** 360 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: keine
Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen die Studierenden die abstrakten Grundstrukturen der Algebra,
- haben einen sicheren Umgang mit linearen Abbildungen, Matrizen und Determinanten erworben
- wenden sicher Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen an
- kennen spezielle Gruppen wie GL(n) und SL(n), O(n) und SU(n).
- haben ein Verständnis für abstrakte Sichtweisen der Algebra entwickelt und sind in der Lage die zentralen Sätze in konkreten Situationen anzuwenden
- wählen eigenständig Beweistechniken aus und wenden diese selbstständig zur Darstellung und Herleitung mathematischer Sachverhalte an.

Inhalt
Ringe und Körper, Anfänge der Gruppentheorie, Restklassen, Vektorräume, Matrizen, Determinanten, Eigenwerte, Vektorräume mit Skalarprodukt, Bilinearfomen, Jordansche Normalform, Moduln über Hauptidealringen, Elementarteilersatz, Tensoralgebra, Graßmann-Algebra von Vektorräumen.

Lehrformen
Vortrag der Lehrenden in der Vorlesung und Kleingruppenarbeit in den Übungen, Ergänzung der Bearbeitung der Hausaufgaben in Einzel- oder Gruppenarbeit durch digitale Aufgaben.

Prüfungsformen
Modulabschlussklausur oder zwei gewichtete Teilklausuren, siehe Übersicht zu Prüfungsformen in der Einleitung des Modulhandbuchs.

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestandene Modulabschlussklausur

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik

Stellenwert der Note für die Endnote
1/5 der Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dehling

Sonstige Informationen

nützliche Literatur: z.B.

Gerd Fischer **,** Lineare Algebra

Peter Gabriel, Matrizen, Geometrie, Lineare Algebra

Uwe Storch, Hartmut Wiebe, Lehrbuch Mathematik Band 2 (Lineare Algebra)

Besonderheiten: Dieses Modul bildet zusammen mit dem Modul Analysis I+II die Grundlage für das Verständnis fast aller weiterführender Veranstaltungen.

Zum Verständnis und zur Motivation der Inhalte dieses Moduls ist es sehr zu empfehlen, parallel am Modul Analysis I, II teilzunehmen.

AB HIER NOCH IN BEARBEITUNG!!!

Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Modul 3	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Kenntnis der mathematischen Beschreibung von Zufallsphänomenen; Fähigkeit zur Interpretation von Wahrscheinlichkeitsaussagen; sicherer Umgang mit den fundamentalen Grenzwertsätzen für unabhängige Zufallsvariablen; Verständnis statistischer Testverfahren

Inhalt
Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie, Laplace Räume, Urnenmodelle, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Formel von Bayes, Zufallsvariable, wichtige diskrete Verteilungen, Erwartungswert und Varianz, Tschebyscheff-Ungleichung, gemeinsame, marginale und bedingte Verteilungen, Kovarianz, erzeugende Funktionen, dichteverteilte Zufallsvariable, wichtige stetige Verteilungen, Verteilungsfunktionen, Gesetz der großen Zahlen, Poisson-Grenzwertsatz, zentraler Grenzwertsatz, Grundbegriffe der Schätz- und Testtheorie, erwartungstreue Schätzer, Maximum-Likelihood Schätzer, lineare Regression, Fehler erster und zweiter Art, Neyman-Pearson Lemma

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet:

studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dehling

Sonstige Informationen
nützliche Literatur: z.B. *Herold Dehling*, *Beate Haupt*: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Ulrich Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik

Hans-Otto Georgii: Stochastik, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik

Analysis III

Modul 4 Alt1	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Erweiterung und Vertiefung der Kenntnisse der Analysis, sicherer Umgang mit mehrdimensionaler Integration, Erlangen einer höheren Abstraktionsfähigkeit, Verständnis der analytischen Beschreibung höherdimensionaler geometrischer Objekte

Inhalt
Lebesguesche Integrationstheorie in mehreren Veränderlichen, messbare Mengen und Funktionen, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, Satz von Fubini, Transformationsformel, Anwendungen z.B. auf die Gamma-Funktion, Kurven im R^n, Länge und Kurvenintegrale, (eingebettete) Mannigfaltigkeiten, Differentialformen und Integration auf Mannigfaltigkeiten, Sätze von Stokes und Gauß, Anwendungen

Lehrformen

Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen. *z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.*
Prüfungsformen (nach Wahl des Studierenden) benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dehling/Flenner
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *Otto Forster*, Analysis III *Stefan Hildebrandt*: Analysis III **Besonderheiten:** Zum Verständnis weiterführender Vorlesungen in der Analysis wie auch der Stochastik und Numerik ist der Besuch dieser Veranstaltung dringend zu empfehlen.

Kurven und Flächen					
Modul 4-Alt2 Modul 5-Alt1	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Anwendung der Inhalte und Methoden aus Analysis I & II und Lineare Algebra und Geometrie I & II; anschauliche Vorstellung geometrischer Sachverhalte;

vertieftes Verständnis des Krümmungsbegriffs und der Geometrie gekrümmter Räume, Kennenlernen globaler Eigenschaften von Flächen, insbesondere auch anhand von Beispielen.

Inhalt
Länge und Krümmung von Kurven; Ebene Kurventheorie; Tangentendrehzahl, Hopfscher Umlaufsatz, Kurventheorie im $\mathbf{R}^n$, Frenetsches n-Bein, Frenet-Gleichungen, Hauptsatz der Kurventheorie, Hyperflächen im $\mathbf{R}^n$, Tangentialraum und Normalraum, Krümmung von Flächen (Gaußkrümmung, mittlere Krümmung, Normalkrümmung, Hauptkrümmung), Gaußabbildung, Weingartenabbildung, Theorema egregium, Geodätische, Satz von Clairaut für Rotationsflächen, kovariante Ableitung, Christoffelsymbole, hyperbolische Ebene, lokaler und globaler Satz von Gauß-Bonnet, Eulercharakteristik.

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Knieper

Sonstige Informationen
nützliche Literatur: z.B. *M. do Carmo*: Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice-Hall.

C. Bär: Elementare Differentialgeometrie, Walter de Gruyter.

Einführung in die Numerik					
Modul 4–Alt3	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Verständnis zentraler Problemstellungen der Numerischen Mathematik; Fähigkeit zur Beurteilung die Kondition eines Problems und der Stabilität eines Verfahrens; Erfahrungen mit der Analyse numerischer Algorithmen zur Lösung linearer Gleichungssysteme

Inhalt
Interpolation, numerische Integration, Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme, direkte und iterative Verfahren zum Lösen linearer Gleichungssysteme, numerische Verfahren zur Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Verfürth

Sonstige Informationen
nützliche Literatur: z.B. Skriptum;

P. Deuflhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik;

W. Gautschi: Numerical Analysis;

G. Haemmerlin, K.-H. Hoffmann: Numerische Mathematik;

J. Stoer, R. Bulirsch: Numerische Mathematik I, II

Besonderheiten: Die Veranstaltung ist die Basis für alle weiterführenden Veranstaltungen in der numerischen Mathematik.

Gewöhnliche Differenzialgleichungen

Modul 4–Alt4	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	3. Sem.	Jährlich	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung b) Übung	4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	180 h	Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Am Beispiel der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen soll die mathematische Behandlung anwendungsbezogener Fragestellungen vermittelt werden. Zudem werden die in den Grundvorlesungen erlernten Konzepte vertieft und weiter entwickelt. In den Übungen sollen darüber hinaus einschlägige Beweistechniken, sowie die Lösung komplexer Aufgaben eingeübt werden.

Inhalt
Einführung in die Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, Abhängigkeit der Lösung von Parametern und Anfangswerten, Theorie linearer Differentialgleichungen (insbesondere mit konstanten und periodischen Koeffizienten), lokale Theorie nichtlinearer Differentialgleichungen, Stabilität von Lösungen, spezielle Typen gewöhnlicher Differentialgleichungen.

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Knieper
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *O.Junge, L.Grüne*: Gewöhnliche Differentialgleichungen *Harro Heuser*, Gewöhnliche Differentialgleichungen *Bernd Aulbach*: Gewöhnliche Differentialgleichungen

Funktionentheorie					
Modul 4-Alt5	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Kenntnis der grundlegenden Eigenschaften holomorpher Funktionen; sicheres Beherrschen der Verfahren zur Berechnung von komplexen Wegintegralen, Verständnis der grundlegenden Beweismethoden der Funktionentheorie					
Inhalt Komplexe Zahlen, Begriff der holomorphen Funktion, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Potenzreihenentwicklung, Integration längs Wegen, Stammfunktionen holomorpher Funktionen, Cauchysche Integralformel und Integralsatz, Maximumsprinzip und Gebietstreue, isolierte Singularitäten und Laurententwicklung, Umlaufszahl und Residuensatz, Anwendungen auf die Berechnung von Integralen, unendliche Produkte holomorpher Funktionen, Reihen meromorpher Funktionen, konforme Abbildungen.					
Lehrformen Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen. *z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.*					

Prüfungsformen (nach Wahl des Studierenden) benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dehling/Flenner
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *E. Freitag, R. Busam*: Funktionentheorie *Klaus Jänich*: Funktionentheorie *R. Remmert*: Funktionentheorie

Funktionalanalysis					
Modul 4-Alt6	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Analysis I, II, III und Lineare Algebra und Geometrie I, II **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Erweiterung der in den Grundvorlesungen erworbenen Kenntnisse auf unendlich-dimensionale normierte Räume; Kennenlernen der wichtigsten Funktionenräume und ihrer Eigenschaften.					
Inhalt Normierte Räume, Dualräume, L^P-Räume, Satz von Hahn-Banach, reflexive Räume, schwache Konvergenz, Bairescher Kategoriensatz, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen, Hilbertraumtheorie, Fouriertransformation, Sobolevräume, Spektraltheorie kompakter Operatoren.					
Lehrformen					

Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen. *z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.*
Prüfungsformen (nach Wahl des Studierenden) benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dehling/Flenner
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *Dirk Werner*: Funktionalanalysis, *Friedrich Hirzebruch/Winfried Scharlau*: Einführung in die Funktionalanalysis **Besonderheiten**: Für das Verständnis weiterführender Vorlesungen in der Analysis ist der Besuch dieser Veranstaltung nützlich.

Wahrscheinlichkeitstheorie I					
Modul 4-Alt7	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II, III und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Kenntnisse weiterführender Prinzipien der Wahrscheinlichkeitstheorie und ihrer Anwendungen, Wissen um die Fragestellungen, die zur Maßtheorie hinführen; systematisches Verständnis der Maßtheorie; Fähigkeit zur Anwendung der maßtheoretischen Ergebnisse in der Wahrscheinlichkeitstheorie

Inhalt
Maßräume und Maße, Maßerweiterungen nach Caratheodory, messbare Abbildungen, Integrale, Konvergenzsätze für Integrale, Konvergenzbegriffe für Funktionenfolgen, Produkträume, Satz von Fubini, Zufallsvariablen, Erwartungswert, Unabhängigkeit, Null-Eins Gesetze, Gesetz der großen Zahlen, Satz von Radon-Nikodym, bedingte Erwartung, schwache Konvergenz, Zentraler Grenzwertsatz.

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dehling

Sonstige Informationen
nützliche Literatur: z.B. *Heinz Bauer*: Wahrscheinlichkeitstheorie, De Gruyter Verlag.

Patrick Billingsley: Probability and Measure, Wiley New York.

Algebra I

Modul 5-Alt2	**Credits**	**Workload**	**Semester**	**Turnus**	**Dauer**
	9 CP	270 h	3. Sem.	Jährlich im WS	1 Semester

Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung	**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Erwerb der Grundkenntnisse für alle weiterführenden Veranstaltungen in der Algebra; vertieftes Verständnis algebraischer Strukturen wie Gruppen, Ringe, Moduln, Körper, Verständnis für das Zusammenwirken algebraischer Begriffsbildungen, Kennenlernen des Bezug der Algebra zu anderen Disziplinen

Inhalt
endliche Gruppen und Sylowsätze, euklidische Ringe und Hauptidealringe, chinesischer Restesatz, prime Restklassengruppe, Polynomringe, Primfaktorzerlegung in Ringen, endliche Körper, algebraische Körpererweiterungen, Anfangsgründe der Galoistheorie, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Auflösbarkeit von Gleichungen

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dehling/Flenner

Sonstige Informationen
nützliche Literatur: z.B. *Ernst Kunz*, Algebra

Michael Artin, Algebra

Hans-Jörg Reiffen, Günter Scheja, Udo Vetter, Algebra

Besonderheiten : Wegen der Behandlung klassischer Probleme der Geometrie ist die Veranstaltung in besonderem Maße für angehende Lehrer/innen zu empfehlen.

Topologie

Modul 5-Alt3	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	9 CP	270 h	3. Sem.	Jährlich im SS	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Vorlesung b) Übung	4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	180 h	Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Kenntnis der wichtigsten Fragestellungen der mengentheoretischen Topologie; sicherer Umgang mit topologischen Grundbegriffen und deren Anwendung; Verständnis von ersten Begriffen der algebraischen Topologie

Inhalt
Grundbegriffe der Topologie, Teilräume, Quotientenräume, Zusammenhang, Kompaktheit (Tychonoffscher Produktsatz), Trennungseigenschaften (Satz von Urysohn-Tietze), elementare Homotopietheorie, Fundamentalgruppe (Satz von Seifert-van Kampen), elementare Überlagerungstheorie.

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Laures

Sonstige Informationen

nützliche Literatur: z.B. *Klaus Jänich*: Topologie

Williams Massey: A basic course in algebraic topology

Besonderheiten: Diese Veranstaltung gibt eine Einführung in die Probleme und Lösungsmethoden der Topologie, einem Zweig moderner Geometrie. Sie ist geeignet für angehende Lehrer/innen, kann aber auch als Basis für weiterführende Veranstaltungen in Algebraischer Topologie dienen.

Zahlentheorie

Modul 5-Alt4	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
Kenntnis berühmter Fragestellungen aus der Zahlentheorie; sicheres Beherrschen von Methoden und Beweistechniken aus dem Bereich der Algebraischen Zahlentheorie.

Inhalt
Kongruenzen, Primfaktorzerlegung, Quadratische Zahlbereiche, euklidische Ringe und Hauptidealringe, Prime Restklassengruppe, Quadratisches Reziprozitätsgesetz, Kettenbrüche, Pellsche Gleichung, algebraische und transzendente Zahlen, klassische Probleme der elementaren Zahlentheorie wie Summen von Quadraten und spezielle diophantische Gleichungen

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
(nach Wahl des Studierenden)

benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung;

unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung

xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Flenner
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *P. Bundschuh*: Einführung in die Zahlentheorie *Gerhard Frey*: Elementare Zahlentheorie **Besonderheiten:** Wegen der Vielzahl der vorkommenden klassischen Probleme ist die Vorlesung in besonderem Maße auch für angehende Lehrer/innen zu empfehlen.

Kommutative Algebra					
Modul 5-Alt5	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** ca. alle 2 Jahre	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Die grundlegenden Konzepte der kommutativen Algebra, wie sie in der algebraischen Geometrie, der komplexen Analysis wie auch der Zahlentheorie benötigt werden, sollen in dieser Vorlesung systematisch behandelt werden.					
Inhalt In der Vorlesung soll eine erste Einführung in die kommutative Algebra mit einem Ausblick auf die algebraische Geometrie gegeben werden. Inhalte der Vorlesung sind. Lokalisierung, Primärzerlegung, ganze Ringerwerweiterungen, noethersche und artinsche Ringe, Dimensionstheorie und Multiplizitäten, affine Varietäten und Hilbertscher Nullstellensatz, reguläre Sequenzen.					
Lehrformen Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen. *z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.*					
Prüfungsformen (nach Wahl des Studierenden) benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests					

Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier <u>alle</u> Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik sowie Wahlbereich anderer Fächer
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Flenner
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *Atiyah-Macdonald*: Introduction to commutative algebra; *D. Eisenbud*: Introduction to commutative algebra with a view towards algebraic geometry.

Differentialgeometrie I					
Modul 4-Alt8 Modul 5-Alt6	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe
Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** Analysis I, II, III und Lineare Algebra und Geometrie I, II, **Vorbereitung:** keine					
Lernziele (learning outcomes) Ein wichtiges Lernziel besteht darin, die Studierenden mit den geometrischen und analytischen Methoden zur Unterstützung differenzierbarer Mannigfaltigkeiten vertraut zu machen. Zunächst sollen fundamentale Begriffe erlernt und anhand vielfältiger Beispiele studiert werden. Im weiteren Teil der Veranstaltung sollen die Studierenden an globale Fragestellungen herangeführt werden. Außerdem sollen sie anhand von wichtigen Sätzen den Einfluss der Krümmung auf die globale Gestalt der Mannigfaltigkeiten kennen und verstehen lernen.					
Inhalt Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel und Vektorfelder, Riemannsche Metrik, kovariante Ableitung, Levi-Civita-Zusammenhang, Riemannsche Mannigfaltigkeiten und Gruppenoperationen, Geodätische, Exponentialabbildung, Satz von Hopf-Rinow, Krümmungstensor, Geodätische und Variationsformeln, die Sätze von Bonnet-Myers und Synge, Jacobifeder, konjugierte Punkte					
Lehrformen					

Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen. *z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.*
Prüfungsformen (nach Wahl des Studierenden) benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik sowie Wahlbereich anderer Fächer
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Knieper
Sonstige Informationen **nützliche Literatur: z.B.** *Gallot, Hulin, Lafontaine*: Riemannian Geometry *Do Carmo*: Riemannian Geometry *Gromoll; Klingenberg, Meyer*: Riemannsche Geometrie im Grossen *Sakai:* Riemannian Geometry **Nützliche Vorkenntnisse:** Als Einführung zu dieser Vorlesungsreihe ist die 1-semestrige Vorlesung über Kurven und Flächen zu empfehlen. Für die globalen Fragestellungen sind Grundkonzepte aus der algebraischen Topologie (Fundamentalgruppe, Überlagerung) hilfreich, die allerdings auch in dieser Vorlesungsreihe kurz zusammengestellt werden. Elementare Grundkenntnisse aus der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen sind ebenfalls nützlich.

Diskrete Mathematik I					
Modul 5-Alt7	**Credits** 9 CP	**Workload** 270 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			**Kontaktzeit** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Selbststudium** 180 h	**Gruppengröße** Vorlesung: Unbegrenzt Übung: 25 pro Gruppe

Teilnahmevoraussetzungen **Formal:** keine **Inhaltlich:** keine **Vorbereitung:** keine
Lernziele (learning outcomes) Sicherer Umgang mit abstrakten, diskreten Strukturen; Fähigkeit, konkrete Problemstellungen mit solchen Strukturen zu modellieren; Verständnis für grundlegende algorithmische Techniken und die Analyse von Algorithmen; Kenntnis der grundlegenden Konzepte in Kombinatorik, Graphtheorie, elementarer Zahlentheorie und elementarer Wahrscheinlichkeitstheorie; Fähigkeit, logische Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Konzepten zu erkennen.
Inhalt Kombinatorik, Abzählprobleme; Graphtheorie: Graphexploration und weitere ausgesuchte Graphprobleme; Grundkenntnisse in elementarer Zahlentheorie, Ausblick auf kryptographische Anwendungen, Designtechniken für effiziente Algorithmen, Aufstellen und Lösen von Rekursionsgleichungen, Wahrscheinlichkeitstheorie mit Schwergewicht auf diskreten Wahrscheinlichkeits-räumen.
Lehrformen Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen. *z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.*
Prüfungsformen (nach Wahl des Studierenden) benotet: über Modulabschlussklausur oder mündliche Modulabschlussprüfung; unbenotet: studienbegleitend über Übungen und/oder Tests Näheres siehe Übersicht zu Prüfungsmodalitäten auf Seite 4
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung. *Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen*
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Bachelor Angewandte Informatik, Sicherheit in der Informationstechnik, B.Sc.Mathematik, M.Ed. Mathematik
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Simon
Sonstige Informationen **Nützliche Vorkenntnisse:** Grundvorlesungen Analysis, Grundvorlesungen Lineare Algebra und Geometrie, Einführung in die Programmierung (Optionalbereich) **Nützliche Literatur:** *Angelika Steger*: Diskrete Strukturen, Band 1, Springer 2001 *Thomas Schickinger und Angelika Steger*: Diskrete Strukturen, Band 2, Springer 2001

Proseminar Mathematik					
Modul 6	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen			**Kontaktzeit** 2 SWS	**Selbststudium** 80 h	**Gruppengröße**

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: keine

Lernziele (learning outcomes)
In diesem Modul sollen die in den Grundvorlesungen erlernten Theorien und Techniken angewandt und weiter vertieft werden. Zudem sollen die Studierenden lernen, mathematische Sachverhalte anhand eines Textes selbständig zu erarbeiten und in einem größeren Zusammenhang fachgerecht in Form eines Vortrags darzustellen.

Inhalt
Dieses Modul ist thematisch nicht eindeutig festgelegt. Um die Ziele des Moduls zu erreichen, können einerseits Themen behandelt werden, die den Vorlesungsstoff aus dem Modul Analysis I, II oder dem Modul Lineare Algebra I, II ergänzen und abrunden. Andererseits können einführende Themen aus weiterführenden Gebieten wie etwa gewöhnliche Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Differentialgeometrie, Topologie, etc. vergeben werden

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
Vortrag im Proseminar

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc.Mathematik,

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Röhrle

Sonstige Informationen

Seminar Mathematik					
Modul 7	**Credits** 4 CP	**Workload** 120 h	**Semester** 3. Sem.	**Turnus** Jedes Semester	**Dauer** 1 Semester
Lehrveranstaltungen			**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Gruppengröße**

	2 SWS	80 h	

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Vorbereitung: in der Regel baut das Seminar auf dem Besuch einer Vorlesung zu Modul 3,4 oder 5 auf

Lernziele (learning outcomes)
In diesem Modul sollen die in einer weiterführenden Vorlesung erlernten Theorien und Techniken angewandt und weiter vertieft werden. Zudem sollen die Studierenden lernen, mit mathematischer (auch englischsprachiger) Fachliteratur umzugehen und mathematische Sachverhalte in einem größeren Zusammenhang fachgerecht darzustellen.

Inhalt
Dieses Modul ist thematisch nicht eindeutig festgelegt. Es schließt in aller Regel an eine Vorlesung aus Modul 3,4 oder 5 an und vertieft die dort behandelten Themen.

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
Vortrag im Seminar

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
B.Sc.Mathematik,

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Röhrle

Sonstige Informationen

Bachelor-Arbeit

Modul 8	**Credits**	**Workload**	**Semester**	**Turnus**	**Dauer**
	8 CP	240 h	3. Sem.	Jedes Semester	6 Wochen
Lehrveranstaltungen			**Kontaktzeit**	**Selbststudium**	**Gruppengröße**
			2 SWS	240 h	

Teilnahmevoraussetzungen
Formal: keine
Inhaltlich: Analysis I, II, Lineare Algebra und Geometrie I, II, Seminar aus Modul 7 sowie benoteter Abschluss eines Modules aus den Modulen 3-5. Zusätzlich müssen mind. 20 CP im Optionalbereich vorliegen.

Vorbereitung:

Lernziele (learning outcomes)
In diesem Modul soll die Fähigkeit zum Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit nachgewiesen werden. Die Studierenden sollen die im Modul 7 erlernten Kompetenzen im selbständigen Umgang mit mathematischer (auch englischsprachiger) Fachliteratur ausbauen und mathematische Sachverhalte in einem größeren Zusammenhang fachgerecht und mit angemessener Vollständigkeit darzustellen.

Inhalt
Die Themen der Bachelorarbeiten sind individuell und können aus allen Themenbereichen der Mathematik stammen. In der Regel schließen sie sich an die Inhalte des im Modul 7 gewählten Seminars an und vertiefen diese.

Lehrformen
Bitte benennen Sie die in den verschiedenen Lehrveranstaltungen des Moduls konkret genutzten Lehrformen.
z.B. seminaristischer Unterricht, Projektarbeiten, Gruppenarbeiten, Planspiel, digitale Lehrformate etc.

Prüfungsformen
Bewertung der Bachelor-Arbeit durch zwei unabhängige Gutachter/innen

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Führen Sie hier alle Leistungen auf, die für den Modulabschluss erforderlich sind, und nicht nur die Modulabschlussprüfung.
Bestandene Modulklausur sowie erfolgreiches Referat / Thesenpapier / Vortrag etc. in Veranstaltung xy / Anwesenheit in mindestens xx von xx Terminen

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
keine

Stellenwert der Note für die Endnote

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Röhrle

Sonstige Informationen

Modul 1		**Analysis I, II**		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 18	**Student workload:** 540h (180h Präsenzzeit +360 Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 8 SWS Vorlesung 4 SWS Übungen	**Modus:** Pflichtmodul	**Turnus:** Jährlich, Beginn im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Analysis I mit Übungen, Analysis II mit Übungen

Inhalte: Mengen und Zahlen, reelle Funktionen, Grenzwerte, Folgen, Reihen, stetige und differenzierbare Funktionen, komplexe Zahlen, Potenzreihen, topologische Grundbegriffe in metrischen Räumen, Differentialrechnung für Funktionen im $\mathbf{R}^n$, Sätze über die Umkehrfunktion sowie über implizite Funktionen

Lernziele: Kenntnis der grundlegenden Begriffsbildungen und Techniken der Analysis; sicherer Umgang mit dem ε-Kalkül und den Rechentechniken der Differential- und Integralrechnung; Kenntnis verschiedener Lösungsverfahren zur exakten oder näherungsweisen Lösung von algebraischen Gleichungen und einfacher Differentialgleichungen.
Im zweiten Teil des Moduls sollen die Studierenden verstärkt ein Verständnis für abstrakte Sichtweisen der Analysis entwickeln und die wichtigsten Sätze in konkreten Situationen anwenden können.
In den Übungen sollen darüber hinaus Beweistechniken eingeübt werden, um die Studierenden zu befähigen, selbstständig mathematische Sachverhalte darzustellen.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse: keine

Nützliche Vorkenntnisse: Vorkurs Mathematik in den Wochen vor Studienbeginn

nützliche Literatur: z.B. *Otto Forster*, Analysis I und II
Harro Heuser, Lehrbuch der Analysis I und II
Stefan Hildebrandt, Analysis I und II.

Besonderheiten: Dieses Modul bildet zusammen mit dem Modul Lineare Algebra und Geometrie die Grundlage für das Verständnis fast aller weiterführender Veranstaltungen.
Zum Verständnis insbesondere der Analysis II ist es sehr zu empfehlen, parallel zum Modul Analysis I, II an dem Modul Lineare Algebra und Geometrie I, II teilzunehmen.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Teilklausuren nach jeder der Vorlesungen bzw. Modulabschlussklausur
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik

Autor/in: Dehling/Flenner

Modul 2		**Lineare Algebra und Geometrie I, II**		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 18	**Student workload:** 540h (180h Präsenzzeit +360 Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 8 SWS Vorlesung 4 SWS Übungen	**Modus:** Pflichtmodul	**Turnus:** Jährlich, Beginn im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Lineare Algebra und Geometrie I mit Übungen
Lineare Algebra und Geometrie II mit Übungen

Inhalte: Ringe und Körper, Anfänge der Gruppentheorie, Restklassen, Vektorräume, Matrizen, Determinanten, Eigenwerte, Vektorräume mit Skalarprodukt, Bilinearfomen, Jordansche Normalform, Moduln über Hauptidealringen, Elementarteilersatz, Tensoralgebra, Graßmann-Algebra von Vektorräumen.

Lernziele: Kennenlernen der abstrakten Grundstrukturen der Algebra, sicherer Umgang mit linearen Abbildungen, Matrizen und Determinanten, Fähigkeit zur Lösung von linearen Gleichungssystemen, Kenntnis spezieller Gruppen wie GL(n) und SL(n), O(n) und SU(n).
In den Übungen sollen darüber hinaus Beweistechniken eingeübt werden, um die Studierenden zu befähigen, selbstständig mathematische Sachverhalte darzustellen.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Nützliche Vorkenntnisse: Vorkurs Mathematik in den Wochen vor Studienbeginn

nützliche Literatur: z.B. *Gerd Fischer* **,** Lineare Algebra
Peter Gabriel, Matrizen, Geometrie, Lineare Algebra
Uwe Storch, Hartmut Wiebe, Lehrbuch Mathematik Band 2 (Lineare Algebra)

Besonderheiten: Dieses Modul bildet zusammen mit dem Modul Analysis I,II die Grundlage für das Verständnis fast aller weiterführender Veranstaltungen.
Zum Verständnis und zur Motivation der Inhalte dieses Moduls ist es sehr zu empfehlen, parallel am Modul Analysis I, II teilzunehmen.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Teilklausuren nach jeder der Vorlesungen bzw. Modulabschlussklausur.

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik

Autor/in: Dehling/Flenner

Modul 3 **Modul 4**	**Analysis III**	**Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik**		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Pflichtmodul	**Turnus:** Jährlich im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik mit Übungen

Inhalt des Moduls: Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie, Laplace Räume, Urnenmodelle, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Formel von Bayes, Zufallsvariable, wichtige diskrete Verteilungen, Erwartungswert und Varianz, Tschebyscheff-Ungleichung, gemeinsame, marginale und bedingte Verteilungen, Kovarianz, erzeugende Funktionen, dichteverteilte Zufallsvariable, wichtige stetige Verteilungen, Verteilungsfunktionen, Gesetz der großen Zahlen, Poisson-Grenzwertsatz, zentraler Grenzwertsatz, Grundbegriffe der Schätz- und Testtheorie, erwartungstreue Schätzer, Maximum-Likelihood Schätzer, lineare Regression, Fehler erster und zweiter Art, Neyman-Pearson Lemma

Lernziele: Kenntnis der mathematischen Beschreibung von Zufallsphänomenen; Fähigkeit zur Interpretation von Wahrscheinlichkeitsaussagen; sicherer Umgang mit den fundamentalen Grenzwertsätzen für unabhängige Zufallsvariablen; Verständnis statistischer Testverfahren

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I

Nützliche Vorkenntnisse: Analysis III

nützliche Literatur: z.B. *Herold Dehling*, *Beate Haupt*: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
Ulrich Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik
Hans-Otto Georgii: Stochastik, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik

Besonderheiten:

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik

Autor/in: Dehling

		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflichtmodul	**Turnus:** Jährlich im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Analysis III mit Übungen

Inhalt des Moduls: Lebesguesche Integrationstheorie in mehreren Veränderlichen, messbare Mengen und Funktionen, Lebesgue-Integral, Konvergenzsätze, Satz von Fubini, Transformationsformel, Anwendungen z.B. auf die Gamma-Funktion, Kurven im R^n, Länge und Kurvenintegrale, (eingebettete) Mannigfaltigkeiten, Differentialformen und Integration auf Mannigfaltigkeiten, Sätze von Stokes und Gauß, Anwendungen

Lernziele: Erweiterung und Vertiefung der Kenntnisse der Analysis, sicherer Umgang mit mehrdimensionaler Integration, Erlangen einer höheren Abstraktionsfähigkeit, Verständnis der analytischen Beschreibung höherdimensionaler geometrischer Objekte

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse: --

nützliche Literatur: z.B. *Otto Forster*, Analysis III
Stefan Hildebrandt: Analysis III

Besonderheiten: Zum Verständnis weiterführender Vorlesungen in der Analysis wie auch der Stochastik und Numerik ist der Besuch dieser Veranstaltung dringend zu empfehlen.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik

Autor/in: Dehling/Flenner

Modul 4 oder 5		**Kurven und Flächen**		
Modul 4		**Einführung in die Numerik**		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen		**Turnus:** Jährlich im SS

Veranstaltungen in dem Modul: Kurven und Flächen mit Übungen

Inhalt des Moduls: Länge und Krümmung von Kurven; Ebene Kurventheorie; Tangentendrehzahl, Hopfscher Umlaufsatz, Kurventheorie im $\mathbf{R}^n$, Frenetsches n-Bein, Frenet-Gleichungen, Hauptsatz der Kurventheorie, Hyperflächen im $\mathbf{R}^n$, Tangentialraum und Normalraum, Krümmung von Flächen (Gaußkrümmung, mittlere Krümmung, Normalkrümmung, Hauptkrümmung), Gaußabbildung, Weingartenabbildung, Theorema egregium, Geodätische, Satz von Clairaut für Rotationsflächen, kovariante Ableitung, Christoffelsymbole, hyperbolische Ebene, lokaler und globaler Satz von Gauß-Bonnet, Eulercharakteristik.

Lernziele: Anwendung der Inhalte und Methoden aus Analysis I & II und Lineare Algebra und Geometrie I & II; anschauliche Vorstellung geometrischer Sachverhalte;
vertieftes Verständnis des Krümmungsbegriffs und der Geometrie gekrümmter Räume, Kennenlernen globaler Eigenschaften von Flächen, insbesondere auch anhand von Beispielen.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse: Analysis III

nützliche Literatur: z.B. *M. do Carmo*: Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice-Hall.
C. Bär: Elementare Differentialgeometrie, Walter de Gruyter**.**

Besonderheiten:

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Knieper

		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im SS

Veranstaltungen in dem Modul: Einführung in die Numerik mit Übungen

Inhalt des Moduls: Interpolation, numerische Integration, Lösen nichtlinearer Gleichungssysteme, direkte und iterative Verfahren zum Lösen linearer Gleichungssysteme, numerische Verfahren zur Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren

Lernziele: Verständnis zentraler Problemstellungen der Numerischen Mathematik; Fähigkeit zur Beurteilung die Kondition eines Problems und der Stabilität eines Verfahrens; Erfahrungen mit der Analyse numerischer Algorithmen zur Lösung linearer Gleichungssysteme

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse: Analysis III; Kenntnisse einer höheren Programmiersprache (wie Pascal, C, C++ oder Java), wie sie z.B. in der Vorlesung Einführung in die Programmierung vermittelt werden

nützliche Literatur: z.B. Skriptum;
P. Deuflhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik;
W. Gautschi: Numerical Analysis;
G. Haemmerlin, K.-H. Hoffmann: Numerische Mathematik;
J. Stoer, R. Bulirsch: Numerische Mathematik I, II

Besonderheiten: Die Veranstaltung ist die Basis für alle weiterführenden Veranstaltungen in der numerischen Mathematik.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Verfürth

<table>
<tr><td colspan="2">Modul 4</td><td colspan="3">Gewöhnliche Differentialgleichungen</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen</td></tr>
<tr><td>Anzahl der CP: 9</td><td>Student workload:
270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)</td><td>Anzahl der SWS:
4 SWS Vorlesung
2 SWS Übungen</td><td>Modus:
Wahlpflicht-modul</td><td>Turnus:
Jährlich</td></tr>
<tr><td colspan="5">Veranstaltungen in dem Modul: Gewöhnliche Differentialgleichungen mit Übungen

Inhalt des Moduls: Einführung in die Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, Abhängigkeit der Lösung von Parametern und Anfangswerten, Theorie linearer Differentialgleichungen (insbesondere mit konstanten und periodischen Koeffizienten), lokale Theorie nichtlinearer Differentialgleichungen, Stabilität von Lösungen, spezielle Typen gewöhnlicher Differentialgleichungen.

Lernziele: Am Beispiel der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen soll die mathematische Behandlung anwendungsbezogener Fragestellungen vermittelt werden. Zudem werden die in den Grundvorlesungen erlernten Konzepte vertieft und weiter entwickelt. In den Übungen sollen darüber hinaus einschlägige Beweistechniken, sowie die Lösung komplexer Aufgaben eingeübt werden.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse:

nützliche Literatur: z.B. O.Junge, L.Grüne: Gewöhnliche Differentialgleichungen
Harro Heuser, Gewöhnliche Differentialgleichungen
Bernd Aulbach: Gewöhnliche Differentialgleichungen
Besonderheiten:</td></tr>
<tr><td colspan="5">Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer</td></tr>
<tr><td colspan="5">Autor/in: Knieper</td></tr>
</table>

Modul 4		Funktionentheorie		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im SS

Veranstaltungen in dem Modul: Funktionentheorie mit Übungen

Inhalt des Moduls: Komplexe Zahlen, Begriff der holomorphen Funktion, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Potenzreihenentwicklung, Integration längs Wegen, Stammfunktionen holomorpher Funktionen, Cauchysche Integralformel und Integralsatz, Maximumsprinzip und Gebietstreue, isolierte Singularitäten und Laurententwicklung, Umlaufszahl und Residuensatz, Anwendungen auf die Berechnung von Integralen, unendliche Produkte holomorpher Funktionen, Reihen meromorpher Funktionen, konforme Abbildungen.

Lernziele: Kenntnis der grundlegenden Eigenschaften holomorpher Funktionen; sicheres Beherrschen der Verfahren zur Berechnung von komplexen Wegintegralen, Verständnis der grundlegenden Beweismethoden der Funktionentheorie

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse:

nützliche Literatur: z.B. *E. Freitag, R. Busam*: Funktionentheorie
Klaus Jänich: Funktionentheorie
R. Remmert: Funktionentheorie
Besonderheiten:

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Dehling/Flenner

<table>
<tr><td colspan="2">Modul 4</td><td colspan="3">Funktionalanalysis</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Veranstaltungstyp: Vorlesungen mit Übungen</td></tr>
<tr><td>Anzahl der CP: 9</td><td>Student workload:
270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)</td><td>Anzahl der SWS:
4 SWS Vorlesung
2 SWS Übungen</td><td>Modus:
Wahlpflicht-modul</td><td>Turnus:
jährlich</td></tr>
<tr><td colspan="5">Veranstaltungen in dem Modul: Funktionalanalysis mit Übungen

Inhalt des Moduls: Normierte Räume, Dualräume, L^P-Räume, Satz von Hahn-Banach, reflexive Räume, schwache Konvergenz, Bairescher Kategoriensatz, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen, Hilbertraumtheorie, Fouriertransformation, Sobolevräume, Spektraltheorie kompakter Operatoren.

Lernziele: Erweiterung der in den Grundvorlesungen erworbenen Kenntnisse auf unendlich-dimensionale normierte Räume; Kennenlernen der wichtigsten Funktionenräume und ihrer Eigenschaften.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

nützliche Literatur: z.B. Dirk Werner: Funktionalanalysis,
Friedrich Hirzebruch/Winfried Scharlau: Einführung in die Funktionalanalysis

Besonderheiten: Für das Verständnis weiterführender Vorlesungen in der Analysis ist der Besuch dieser Veranstaltung nützlich.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer</td></tr>
<tr><td colspan="5">Autor/in: Dehling/Flenner</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Modul 4</td><td colspan="3">Wahrscheinlichkeitstheorie I</td></tr>
<tr><td>Anzahl der CP: 9</td><td>Student workload:
270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)</td><td>Anzahl der SWS:
4 SWS Vorlesung
2 SWS Übungen</td><td>Modus:
Wahlpflicht-modul</td><td>Turnus:
Jährlich im WS</td></tr>
</table>

Veranstaltungen in dem Modul: Wahrscheinlichkeitstheorie I mit Übungen

Inhalt des Moduls: Maßräume und Maße, Maßerweiterungen nach Caratheodory, messbare Abbildungen, Integrale, Konvergenzsätze für Integrale, Konvergenzbegriffe für Funktionenfolgen, Produkträume, Satz von Fubini, Zufallsvariablen, Erwartungswert, Unabhängigkeit, Null-Eins Gesetze, Gesetz der großen Zahlen, Satz von Radon-Nikodym, bedingte Erwartung, schwache Konvergenz, Zentraler Grenzwertsatz.
Lernziele: Kenntnisse weiterführender Prinzipien der Wahrscheinlichkeitstheorie und ihrer Anwendungen, Wissen um die Fragestellungen, die zur Maßtheorie hinführen; systematisches Verständnis der Maßtheorie; Fähigkeit zur Anwendung der maßtheoretischen Ergebnisse in der Wahrscheinlichkeitstheorie

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Anfängervorlesungen sowie Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

nützliche Literatur:
Heinz Bauer: Wahrscheinlichkeitstheorie, De Gruyter Verlag.
Patrick Billingsley: Probability and Measure, Wiley New York.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor: Dehling

Modul 5		Algebra I		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Algebra I mit Übungen

Inhalt des Moduls: endliche Gruppen und Sylowsätze, euklidische Ringe und Hauptidealringe, chinesischer Restesatz, prime Restklassengruppe, Polynomringe, Primfaktorzerlegung in Ringen, endliche Körper, algebraische Körpererweiterungen, Anfangsgründe der Galoistheorie, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Auflösbarkeit von Gleichungen

Lernziele: Erwerb der Grundkenntnisse für alle weiterführenden Veranstaltungen in der Algebra; vertieftes Verständnis algebraischer Strukturen wie Gruppen, Ringe, Moduln, Körper, Verständnis für das Zusammenwirken algebraischer Begriffsbildungen, Kennenlernen des Bezug der Algebra zu anderen Disziplinen

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse: --

nützliche Literatur: z.B. *Ernst Kunz*, Algebra
Michael Artin, Algebra
Hans-Jörg Reiffen, Günter Scheja, Udo Vetter, Algebra

Besonderheiten : Wegen der Behandlung klassischer Probleme der Geometrie ist die Veranstaltung in besonderem Maße für angehende Lehrer/innen zu empfehlen.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Dehling/Flenner

Modul 5		**Topologie**		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im SS

Veranstaltungen in dem Modul: Topologie mit Übungen

Inhalt des Moduls: Grundbegriffe der Topologie, Teilräume, Quotientenräume, Zusammenhang, Kompaktheit (Tychonoffscher Produktsatz), Trennungseigenschaften (Satz von Urysohn-Tietze), elementare Homotopietheorie, Fundamentalgruppe (Satz von Seifert-van Kampen), elementare Überlagerungstheorie.

Lernziele: Kenntnis der wichtigsten Fragestellungen der mengentheoretischen Topologie; sicherer Umgang mit topologischen Grundbegriffen und deren Anwendung; Verständnis von ersten Begriffen der algebraischen Topologie

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Literatur: z.B. z. B. *Klaus Jänich*: Topologie
Williams Massey: A basic course in algebraic topology

Besonderheiten: Diese Veranstaltung gibt eine Einführung in die Probleme und Lösungsmethoden der Topologie, einem Zweig moderner Geometrie. Sie ist geeignet für angehende Lehrer/innen, kann aber auch als Basis für weiterführende Veranstaltungen in Algebraischer Topologie dienen.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Laures

Modul 5		Zahlentheorie		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im SS

Veranstaltungen in dem Modul: Zahlentheorie mit Übungen

Inhalt des Moduls: Kongruenzen, Primfaktorzerlegung, Quadratische Zahlbereiche, euklidische Ringe und Hauptidealringe, Prime Restklassengruppe, Quadratisches Reziprozitätsgesetz, Kettenbrüche, Pellsche Gleichung, algebraische und transzendente Zahlen, klassische Probleme der elementaren Zahlentheorie wie Summen von Quadraten und spezielle diophantische Gleichungen

Lernziele: Kenntnis berühmter Fragestellungen aus der Zahlentheorie;sicheres Beherrschen von Methoden und Beweistechniken aus dem Bereich der Algebraischen Zahlentheorie.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse:

nützliche Literatur: *P. Bundschuh*: Einführung in die Zahlentheorie
Gerhard Frey: Elementare Zahlentheorie

Besonderheiten: Wegen der Vielzahl der vorkommenden klassischen Probleme ist die Vorlesung in besonderem Maße auch für angehende Lehrer/innen zu empfehlen.

Prüfungsmodalitäten: Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Flenner

<table>
<tr><td colspan="2">Modul 5</td><td colspan="3">Kommutative Algebra</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen</td></tr>
<tr><td>Anzahl der CP: 9</td><td>Student workload:
270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)</td><td>Anzahl der SWS:
4 SWS Vorlesung
2 SWS Übungen</td><td>Modus:
Wahlpflicht-modul</td><td>Turnus:
ca. alle 2 Jahre</td></tr>
</table>

Veranstaltungen in dem Modul: Kommutative Algebra mit Übungen

Inhalt des Moduls:
In der Vorlesung soll eine erste Einführung in die kommutative Algebra mit einem Ausblick auf die algebraische Geometrie gegeben werden. Inhalte der Vorlesung sind. Lokalisierung, Primärzerlegung, ganze Ringerwerweiterungen, noethersche und artinsche Ringe, Dimensionstheorie und Multiplizitäten, affine Varietäten und Hilbertscher Nullstellensatz, reguläre Sequenzen.

Lernziele: Die grundlegenden Konzepte der kommutativen Algebra, wie sie in der algebraischen Geometrie, der komplexen Analysis wie auch der Zahlentheorie benötigt werden, sollen in dieser Vorlesung systematisch behandelt werden.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse:

Nützliche Vorkenntnisse: Algebra 1

nützliche Literatur: z.B. *Atiyah-Macdonald*: Introduction to commutative algebra;
D. Eisenbud: Introduction to commutative algebra with a view towards algebraic geometry.

Besonderheiten:

Prüfungsmodalitäten : Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik sowie Wahlbereich anderer Fächer

Autor: Flenner

Modul 4 oder 5		**Differentialgeometrie I**		
		Veranstaltungstyp: Vorlesung mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Differentialgeometrie mit Übungen

Inhalt des Moduls: Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel und Vektorfelder, Riemannsche Metrik, kovariante Ableitung, Levi-Civita-Zusammenhang, Riemannsche Mannigfaltigkeiten und Gruppenoperationen, Geodätische, Exponentialabbildung, Satz von Hopf-Rinow, Krümmungstensor, Geodätische und Variationsformeln, die Sätze von Bonnet-Myers und Synge, Jacobifeder, konjugierte Punkte

Lernziele: Ein wichtiges Lernziel besteht darin, die Studierenden mit den geometrischen und analytischen Methoden zur Unterstützung differenzierbarer Mannigfaltigkeiten vertraut zu machen. Zunächst sollen fundamentale Begriffe erlernt und anhand vielfältiger Beispiele studiert werden. Im weiteren Teil der Veranstaltung sollen die Studierenden an globale Fragestellungen herangeführt werden. Außerdem sollen sie anhand von wichtigen Sätzen den Einfluss der Krümmung auf die globale Gestalt der Mannigfaltigkeiten kennen und verstehen lernen.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II, III und Lineare Algebra und Geometrie I, II,

Nützliche Vorkenntnisse: Als Einführung zu dieser Vorlesungsreihe ist die 1-semestrige Vorlesung über Kurven und Flächen zu empfehlen. Für die globalen Fragestellungen sind Grundkonzepte aus der algebraischen Topologie (Fundamentalgruppe, Überlagerung) hilfreich, die allerdings auch in dieser Vorlesungsreihe kurz zusammengestellt werden. Elementare Grundkenntnisse aus der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen sind ebenfalls nützlich.
Nützliche Literatur: z. B. *Gallot, Hulin, Lafontaine*: Riemannian Geometry
Do Carmo: Riemannian Geometry
Gromoll; Klingenberg, Meyer: Riemannsche Geometrie im Grossen
Sakai: Riemannian Geometry

Prüfungsmodalitäten : Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Ed. Mathematik, Wahlbereich anderer Fächer

Autor/in: Knieper

Modul 5	**Diskrete Mathematik I**

		Veranstaltungstyp: Vorlesungen mit Übungen		
Anzahl der CP: 9	**Student workload:** 270h (90h Präsenz + 180h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen	**Modus:** Wahlpflicht-modul	**Turnus:** Jährlich im WS

Veranstaltungen in dem Modul: Diskrete Mathematik I mit Übungen

Inhalt des Moduls: Kombinatorik, Abzählprobleme; Graphtheorie: Graphexploration und weitere ausgesuchte Graphprobleme; Grundkenntnisse in elementarer Zahlentheorie, Ausblick auf kryptographische Anwendungen, Designtechniken für effiziente Algorithmen, Aufstellen und Lösen von Rekursionsgleichungen, Wahrscheinlichkeitstheorie mit Schwergewicht auf diskreten Wahrscheinlichkeits-räumen.

Lernziele: Sicherer Umgang mit abstrakten, diskreten Strukturen; Fähigkeit, konkrete Problemstellungen mit solchen Strukturen zu modellieren; Verständnis für grundlegende algorithmische Techniken und die Analyse von Algorithmen; Kenntnis der grundlegenden Konzepte in Kombinatorik, Graphtheorie, elementarer Zahlentheorie und elementarer Wahrscheinlichkeitstheorie; Fähigkeit, logische Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Konzepten zu erkennen.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse:

Nützliche Vorkenntnisse: Grundvorlesungen Analysis, Grundvorlesungen Lineare Algebra und Geometrie, Einführung in die Programmierung (Optionalbereich)

Nützliche Literatur: *Angelika Steger*: Diskrete Strukturen, Band 1, Springer 2001
Thomas Schickinger und Angelika Steger: Diskrete Strukturen, Band 2, Springer 2001

Besonderheiten:

Prüfungsmodalitäten : Studienbegleitend durch Übungen und/oder Tests sowie Klausuren oder mündliche Prüfungen (siehe Prüfungsordnung)

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: Bachelor Angewandte Informatik, Sicherheit in der Informationstechnik, B.Sc.Mathematik, M.Ed. Mathematik

Autor: Simon

Modul 6	**Proseminar Mathematik**

	Veranstaltungstyp: Proseminar			
Anzahl der CP: 4	**Student workload:** 120h (40h Präsenz + 80h Selbststudium)	**Anzahl der SWS:** 2 SWS	**Modus:** Pflichtmodul	**Turnus:** Jährlich

Veranstaltungen in dem Modul: Proseminar Mathematik

Inhalt des Moduls: Dieses Modul ist thematisch nicht eindeutig festgelegt. Um die Ziele des Moduls zu erreichen, können einerseits Themen behandelt werden, die den Vorlesungsstoff aus dem Modul Analysis I, II oder dem Modul Lineare Algebra I, II ergänzen und abrunden. Andererseits können einführende Themen aus weiterführenden Gebieten wie etwa gewöhnliche Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Differentialgeometrie, Topologie, etc. vergeben werden.

Lernziele: In diesem Modul sollen die in den Grundvorlesungen erlernten Theorien und Techniken angewandt und weiter vertieft werden. Zudem sollen die Studierenden lernen, mathematische Sachverhalte anhand eines Textes selbständig zu erarbeiten und in einem größeren Zusammenhang fachgerecht in Form eines Vortrags darzustellen.

Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse: hängen vom gewählten Gebiet ab

nützliche Literatur: hängt vom gewählten Gebiet ab

Besonderheiten:

Prüfungsmodalitäten: Vortrag

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik

Autor/in: Röhrle

<table>
<tr><td colspan="2">Modul 7</td><td colspan="3">Seminar Mathematik</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Veranstaltungstyp: Seminar</td></tr>
<tr><td>Anzahl der CP: 4</td><td>Student workload:
120h (40h Präsenz + 80h Selbststudium)</td><td>Anzahl der SWS:
2 SWS</td><td>Modus:
Pflichtmodul</td><td>Turnus:
Jedes Semester</td></tr>
<tr><td colspan="5">Veranstaltungen in dem Modul: Seminar Mathematik

Inhalt des Moduls: Dieses Modul ist thematisch nicht eindeutig festgelegt. Es schließt in aller Regel an eine Vorlesung aus Modul 3, 4 oder 5 an und vertieft die dort behandelten Themen.

Lernziele: In diesem Modul sollen die in einer weiterführenden Vorlesung erlernten Theorien und Techniken angewandt und weiter vertieft werden. Zudem sollen die Studierenden lernen, mit mathematischer (auch englischsprachiger) Fachliteratur umzugehen und mathematische Sachverhalte in einem größeren Zusammenhang fachgerecht darzustellen.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

in der Regel baut das Seminar auf dem Besuch einer Vorlesung zu Modul 3,4 oder 5 auf

Erforderlich: Analysis I, II und Lineare Algebra und Geometrie I, II

Nützliche Vorkenntnisse: hängen vom gewählten Gebiet ab

nützliche Literatur: hängt vom gewählten Gebiet ab

Besonderheiten:</td></tr>
<tr><td colspan="5">Prüfungsmodalitäten: Vortrag

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik</td></tr>
<tr><td colspan="5">Autor/in: Röhrle</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Modul 8</td><td colspan="3">Bachelor-Arbeit</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Veranstaltungstyp: Bachelor-Arbeit</td></tr>
<tr><td>Anzahl der CP: 8</td><td>Student workload:
240h größtenteils selbständiges Arbeiten</td><td>Dauer:
6 Wochen</td><td>Modus:
Pflichtmodul in einem der beiden Fächer</td><td>Turnus:
Jedes Semester</td></tr>
<tr><td colspan="5">Veranstaltungen in dem Modul: Selbständige Anfertigung einer Bachelorarbeit mit individueller Betreuung

Inhalt des Moduls: Die Themen der Bachelorarbeiten sind individuell und können aus allen Themenbereichen der Mathematik stammen. In der Regel schließen sie sich an die Inhalte des im Modul 7 gewählten Seminars an und vertiefen diese.

Lernziele: In diesem Modul soll die Fähigkeit zum Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit nachgewiesen werden. Die Studierenden sollen die im Modul 7 erlernten Kompetenzen im selbständigen Umgang mit mathematischer (auch englischsprachiger) Fachliteratur ausbauen und mathematische Sachverhalte in einem größeren Zusammenhang fachgerecht und mit angemessener Vollständigkeit darzustellen.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Teilnahmevoraussetzungen und Vorkenntnisse

Erforderlich: Analysis I, II, Lineare Algebra und Geometrie I, II, Seminar aus Modul 7 sowie benoteter Abschluss eines Modules aus den Modulen 3-5. Zusätzlich müssen mind. 20 CP im Optionalbereich vorliegen.

Nützliche Vorkenntnisse: hängen vom gewählten Gebiet ab

nützliche Literatur: hängt vom gewählten Gebiet ab

Besonderheiten:</td></tr>
<tr><td colspan="5">Prüfungsmodalitäten: Bewertung der Bachelor-Arbeit durch zwei unabhängige Gutachter/innen

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen: keine</td></tr>
<tr><td colspan="5">Autor/in: Röhrle</td></tr>
</table>