



Fakultät für Mathematik

Modulhandbuch

für den Bachelorstudiengang

Mathematik

mit den Studienrichtungen

**Mathematik,
Computermathematik,
Technomathematik,
Wirtschaftsmathematik**

Stand vom 9. September 2019

Version 2.0

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzbeschreibung	4
2 Pflichtmodule Mathematik	6
Algebra (nur Studienrichtung Mathematik)	6
Algorithmische Mathematik I und II	7
Analysis I	9
Analysis II und III	10
Funktionentheorie (nur Studienrichtung Mathematik)	12
Lineare Algebra I und II	13
Numerik	14
Optimierung	15
Stochastik	16
3 Wahlpflichtmodule Mathematik	18
Lehrgebiet Algebra/Geometrie	19
Algebra (nicht Studienrichtung Mathematik)	19
Algebra II	19
Anwendbare Algebra	20
Codierungstheorie und Kryptographie	21
Computeralgebra	22
Diskrete Mathematik	23
Diskrete und Konvexe Geometrie	24
Einführung in die Geometrie	25
Elementare Zahlentheorie	26
Lehrgebiet Analysis	27
Analytische Zahlentheorie	27
Differentialgeometrie I	28
Differentialgeometrie II	29
Dynamische Systeme	30
Funktionentheorie (nicht Studienrichtung Mathematik)	31
Lineare Funktionalanalysis	31
Nichtlineare Funktionalanalysis	32
Partielle Differentialgleichungen I	33
Partielle Differentialgleichungen II	34
Lehrgebiet Numerik	35
Advanced Topics of Numerical Linear Algebra	35
Einführung in die Numerische Lineare Algebra	37
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	38
Numerik partieller Differentialgleichungen	39
Wissenschaftliches Rechnen	40
Lehrgebiet Optimierung	41
Einführung in die Scheduling-Theorie	41
Ganzzahlige Lineare Optimierung	42
Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung	43
Kombinatorische Optimierung	44

Nichtlineare Optimierung	45
Lehrgebiet Stochastik	46
Statistik mit R	46
Statistische Methoden	47
Stochastische Prozesse	48
Wahrscheinlichkeitstheorie	49
4 Proseminar	50
5 Seminar	51
6 Bachelorarbeit	52
7 Belegungen im Anwendungsfach - Übersicht	53
Anwendungsfach Elektrotechnik	53
Anwendungsfach Informatik	54
Anwendungsfach Mechanik	55
Anwendungsfach Physik	56
Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft	57

1 Kurzbeschreibung

Der Bachelorstudiengang Mathematik ist ein sechssemestriger Studiengang, der die Studierenden zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss führt und sie befähigt, ein Masterstudium auf dem Gebiet der Mathematik oder einem verwandten Gebiet aufzunehmen.

Ziele des Studiums sind, die Studierenden mit wesentlichen mathematischen Teildisziplinen vertraut zu machen, die Methoden mathematischen Denkens und Arbeitens zu lehren sowie Abstraktionsvermögen und die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu strukturieren, zu schulen. Die entsprechenden Kenntnisse und Fähigkeiten werden innerhalb der im vorliegenden Modulhandbuch beschriebenen Pflicht- und Wahlpflichtmodule vermittelt.

Zur Ergänzung ihrer Fachausbildung wählen die Studierenden ein Anwendungsfach. Zur Auswahl stehen

- Elektrotechnik
- Informatik
- Mechanik
- Physik
- Wirtschaftswissenschaft
- Anwendungsfach auf Antrag.

Zu Beginn des vierten Semesters erfolgt darüber hinaus die Wahl einer Studienrichtung, die es den Studierenden ermöglicht, einen individuellen Studienschwerpunkt zu setzen. Es werden die folgenden vier Studienrichtungen angeboten:

Studienrichtung	Anwendungsfach	CP im Anwendungsfach
Mathematik	nach obiger Auswahl	29
Computermathematik	Informatik	44
Technomathematik	Elektrotechnik oder Mechanik	44
Wirtschaftsmathematik	Wirtschaftswissenschaft	44

Die nachfolgenden Tabellen geben einen idealtypischen Studienverlauf für die Studienrichtungen Mathematik bzw. die Studienrichtungen Computermathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik wieder.

Studienrichtung Mathematik:

1	Analysis I	Lin. Algebra I	Algo. Math. I		Anwendungs- fach
2	Analysis II	Lin. Algebra II	Algo. Math. II		
3	Analysis III	Stochastik	Optimierung		
4	Funkt.theorie	Algebra	Numerik	Proseminar	
5	Wahlpflicht I	Wahlpflicht II	Wahlpflicht III		
6	Wahlpflicht I	Wahlpflicht II	Bachelorarbeit	Seminar	

Studienrichtungen Computer- / Techno- / Wirtschaftsmathematik:

1	Analysis I	Lin. Algebra I	Algo. Math. I		Anwendungs- fach
2	Analysis II	Lin. Algebra II	Algo. Math. II		
3	Analysis III	Stochastik	Optimierung		
4		Wahlpflicht	Numerik	Proseminar	
5	Wahlpflicht I	Wahlpflicht II			
6	Wahlpflicht I	Wahlpflicht II	Bachelorarbeit	Seminar	

Je nach Studienrichtung sind dabei zusätzliche Bedingungen an die Auswahl der Wahlpflichtmodule in der Mathematik zu beachten. Diese Bedingungen sind in der Studien- und Prüfungsordnung aufgelistet. Belegungspläne in allen Studienrichtungen für die Anwendungsfächer finden sich in §7 auf Seite 53.

2 Pflichtmodule Mathematik

Algebra (nur Studienrichtung Mathematik) (Algebra)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Algebra		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algebra	3 SWS / 42 h	124 h
Übung	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden lernen grundlegende algebraische Methoden und den Umgang mit abstrakten algebraischen Strukturen.		
Die Studierenden können schnittstellenbasiert arbeiten (axiomatisches Vorgehen), abstrahieren und selbstständig Problemlösungen erarbeiten. Sie sind in der Lage, mathematische Inhalte darzustellen (zu präsentieren) sowie Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
<i>Gruppen:</i> Operation von Gruppen, Sylowsätze, abelsche Gruppen		
<i>Ringe:</i> Euklidische Ringe, Hauptidealringe, Polynomringe		
<i>Körper:</i> Körpererweiterungen, Zerfällungskörper, endliche Körper.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Pflichtmodul für die Studienrichtung Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I und II		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
unbenotete Übungsleistung, erbracht durch		
<ul style="list-style-type: none">• erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben• schriftliche Leistungskontrollen• Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen		
Modulverantwortliche/r: B. Nill (FMA-IAG), A. Pott (FMA-IAG)		

Algorithmische Mathematik I und II (Algorithmic Mathematics I and II)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Algorithmische Mathematik I und II		
Leistungspunkte: 10		
Dauer des Moduls: zwei Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algorithmische Mathematik I	2 SWS / 28 h	188 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Vorlesung Algorithmische Mathematik II	2 SWS / 28 h	
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden sind in der Lage, Algorithmen für grundlegende mathematische Probleme zu entwerfen und zu analysieren sowie diese in einer modernen Programmiersprache zu implementieren. Sie sind mit Grundzügen der Berechenbarkeits- und Komplexitätstheorie vertraut.</p> <p>Die Studierenden verfügen über Kenntnisse in der Modellierung von algorithmisch zugänglichen Problemen. Sie können strukturelle Erkenntnisse in praktische Verfahren umsetzen und erhalten Lösungen durch den intelligenten Einsatz von Computern und Software.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		

Inhalt:

Analyse von Algorithmen sowie eine praktische Einführung in eine moderne Programmiersprache anhand von grundlegenden Algorithmen aus verschiedenen Bereichen der Mathematik. Dabei werden insbesondere die folgenden Aspekte behandelt:

- Konzepte der Programmierung (iterativ, rekursiv, call by value, call by reference, ...) und Datenstrukturen, am Beispiel des Sortierens und einfacher Algorithmen der Graphentheorie
- Laufzeit, Komplexität und Effizienz von Algorithmen, analysiert am Beispiel von Sortierverfahren, einfacher Graphenalgorithmen, Lösungsverfahren linearer Gleichungssysteme und der Nullstellensuche
- Rechnen mit Gleitkommazahlen, Rundungsfehler und Konditionierung von Algorithmen am Beispiel der LR-Zerlegung zum Lösen linearer Gleichungssysteme
- Konvergenzgeschwindigkeit numerischer Verfahren am Beispiel der Nullstellensuche in 1D
- Grundlagen der Komplexitätstheorie (P, NP und die NP-Vollständigkeit)

Verwendbarkeit des Moduls:

Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik

Voraussetzung für die Teilnahme:

keine

Prüfungsvorleistung:

Zwei Leistungsnachweise, vergeben für erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Programmieraufgaben sowie einer Klausur

Prüfungsleistung:

mündliche Prüfung

Modulverantwortliche/r: G. Averkov (FMA-IMO)/ Th. Richter (FMA-IAN)

Analysis I (Analysis I)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Analysis I		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Analysis I	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden können mit den grundlegenden analytischen Konzepten Vollständigkeit, Konvergenz, Stetigkeit und Differenzierbarkeit sicher umgehen, d. h. Beweise nachvollziehen und die Konzepte in anderen Kontexten anwenden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
<p>Elemente der Logik und der Mengenlehre, natürliche und reelle Zahlen, Konvergenz von Folgen und Reihen, Vollständigkeit, Anordnung, Funktionen, Stetigkeit, Differentialrechnung von Funktionen einer Veränderlichen, Funktionenfolgen, Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen.</p>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
keine		
Prüfungsvorleistung:		
Ein Leistungsnachweis, vergeben für die erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben, schriftliche Leistungskontrollen und die Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen.		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung oder Klausur		
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Simon (FMA-IAN)		

Analysis II und III (Analysis II and III)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Analysis II und III		
Leistungspunkte: 18		
Dauer des Moduls: zwei Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Analysis II	4 SWS / 56 h	372 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Vorlesung Analysis III	4 SWS / 56 h	
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden können mit den grundlegenden analytischen Konzepten Kompaktheit, Inhaltsmessungen und der Konstruktion vollständiger Funktionenräume sicher umgehen. Sie erlernen analytische und geometrische Begriffsbildungen und stellen Bezüge zu Anwendungswissenschaften her. Sie lernen (gewöhnliche) Differentialgleichungen als wichtiges Instrument für Anwendungsmodellierungen kennen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
<i>Analysis II</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlichen • Vektoranalysis, parameterabhängige Integrale • messbare Mengen und Funktionen, Lebesgue-Integral • Konvergenzsätze 		
<i>Analysis III</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • Satz von Riesz-Fischer, Vollständigkeit der L^p-Räume • Begriff der Mannigfaltigkeit, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Gaußscher und Stokescher Integralsatz • Grundlagen gewöhnlicher Differentialgleichungen: elementare explizite Lösungsverfahren, Existenz, Eindeutigkeit und differenzierbare Abhängigkeit von Daten bei Anfangswertproblemen, lineare Gleichungen und Systeme, Stabilitätstheorie nichtlinearer autonomer Systeme 		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		

Voraussetzung für die Teilnahme: Analysis I, Lineare Algebra I
Prüfungsvorleistung: Zwei Leistungsnachweise, vergeben für <ul style="list-style-type: none">• erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben• schriftliche Leistungskontrollen• Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Simon (FMA-IAN)

Funktionentheorie (nur Studienrichtung Mathematik)
(Complex Analysis)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Funktionentheorie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Funktionentheorie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden erlernen typisch analytische und topologische Begriffsbildungen und Beweistechniken und erwerben prototypisch an Hand der Cauchy-Riemann-Gleichungen ein Verständnis für die bei partiellen Differentialgleichungen typische Arbeitsweise.</p> <p>Die Studierenden können schnittstellenbasiert arbeiten (axiomatisches Vorgehen), abstrahieren und selbstständig Problemlösungen erarbeiten. Sie sind in der Lage, mathematische Inhalte darzustellen (zu präsentieren) sowie Literaturrecherche und -studium zu betreiben. Die Studierenden lernen, die Inhalte in einen historischen und fachlichen Kontext einzuordnen.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
<p>Komplex differenzierbare, holomorphe und konforme Abbildungen, Möbius-Transformationen, komplexe Wegintegrale, Cauchysche Integralformel, topologische Grundbegriffe: (einfacher) Zusammenhang, Homotopie, Homologie; Laurentreihen, Residuensatz, Riemannscher Abbildungssatz</p>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
<p>Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik Pflichtmodul für die Studienrichtung Mathematik</p>		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
<p>Analysis I und II, Lineare Algebra I</p>		
Prüfungsvorleistung:		
<p>keine</p>		
Prüfungsleistung:		
<p>unbenotete Übungsleistung, erbracht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> • erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben • Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen 		
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Kunik (FMA-IAN)		

Lineare Algebra I und II (Linear Algebra I and II)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Lineare Algebra I und II		
Leistungspunkte: 18		
Dauer des Moduls: zwei Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Lineare Algebra I	4 SWS / 56 h	372 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Vorlesung Lineare Algebra II	4 SWS / 56 h	
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden erlernen grundlegende Fertigkeiten aus linearer Algebra und analytischer Geometrie. Sie werden in grundlegende algebraische Techniken eingeführt. Sie erwerben Kenntnisse über Computeralgebrasysteme.</p> <p>Die Studierenden analysieren die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen linearer Algebra und erlernen einen kritischen Umgang mit Computeralgebrasystemen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
Lineare Gleichungssysteme, Determinanten, Vektorräume, Eigenwerte und Normalformen, Euklidische Vektorräume, Grundlagen der analytischen Geometrie, Bilinearformen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
keine		
Prüfungsvorleistung:		
Zwei Leistungsnachweise, vergeben für		
<ul style="list-style-type: none"> • erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben • schriftliche Leistungskontrollen • Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen 		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: Th. Kahle (FMA-IAG), P. Schwer (FMA-IAG), A. Pott (FMA-IAG)		

Numerik - Einführung in die Numerik (Introduction to Numerical Methods)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Teil-Modul: Numerik		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerik	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden erlernen die für das Studium der numerischen Mathematik typischen Begriffsbildungen und Beweistechniken. Sie sind mit für Problemstellungen aus Analysis und linearer Algebra grundlegenden Algorithmen vertraut, können diese auf dem Computer umsetzen und die Resultate kritisch bewerten. Wissen aus den Vorlesungen Analysis und Lineare Algebra wird durch Anwendungen von Begriffen und Sätzen gefestigt.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
Rechnerarithmetik, Gleitkommarechnung, Lösen linearer Gleichungssysteme, direkte und iterative Lösungsverfahren, nichtlineare Gleichungssysteme, Einführung in die Approximationstheorie, Interpolation, numerische Quadratur.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I und II, Algorithmische Mathematik I und II		
Prüfungsvorleistung:		
Ein Leistungsnachweis, vergeben für		
<ul style="list-style-type: none"> • erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben • Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen 		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: G. Warnecke (FMA-IAN), Th. Richter (FMA-IAN)		

Optimierung - Einführung in die Mathematische Optimierung (Introduction to Mathematical Optimization)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Teil-Modul: Optimierung (Einführung in die Mathematische Optimierung)		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Optimierung	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Das Modul vermittelt strukturelle und algorithmische Grundlagen der Optimierung von Zielfunktionen endlich vieler reeller Variablen unter Nebenbedingungen, sowohl im Hinblick auf Anwendungen als auch als Basis für mathematische Vertiefungen (z.B. in Richtung Diskrete oder Nichtlineare Optimierung).</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, strukturelle Erkenntnisse in praktische Rechenverfahren umzusetzen und sind mit der Modellierung von Optimierungsproblemen vertraut. Sie können die mathematisch-algorithmische Zugänglichkeit von Modellen einschätzen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.</p> <p>In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
Strukturelle Grundlagen der kontinuierlichen konvexen (insbesondere der linearen) Optimierung, wie z.B. Konvexgeometrie, Dualitätstheorie, Polyedertheorie; Algorithmen für konvexe und lineare Optimierungsprobleme, wie z.B. Innere-Punkte-Verfahren, Ellipsoidalgorithmus, Simplexalgorithmus; Ausblick auf Vertiefungen in der Optimierung		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I und II		
Prüfungsvorleistung:		
Ein Leistungsnachweis, vergeben für		
<ul style="list-style-type: none"> • erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben • schriftliche Leistungskontrollen • Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen 		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: V. Kaibel (FMA-IMO), S. Sager (FMA-IMO)		

Stochastik - Einführung in die Stochastik (Introduction to Stochastics)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Stochastik (Einführung in die Stochastik)		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einführung in die Stochastik	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden erwerben die für das Studium von Fragestellungen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik erforderlichen Grundlagenkenntnisse und Fertigkeiten. Sie sind mit typischen stochastischen Begriffsbildungen und Beweistechniken vertraut und entwickeln ein Verständnis für mathematische Modellierung von Zufallsphänomenen und statistische Denkweisen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, problembezogen zu arbeiten, Fragestellungen zu abstrahieren, Lösungen selbstständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und wieder in praktische Ergebnisse umzusetzen.</p> <p>In den Übungen wird durch Diskussion und Präsentation von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>		
Inhalt:		
<i>Fundamentale Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie:</i>		
Wahrscheinlichkeitsraum, Zufallsvariable, Wahrscheinlichkeitsverteilung, stochastische Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten. Insbesondere wird auf den Modellierungsaspekt zufallsbeeinflusster, realer Vorgänge eingegangen.		
<i>Verteilungen reellwertiger Zufallsvariablen:</i>		
Verteilungsfunktion, Dichtefunktion, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation.		
<i>Konvergenz reellwertiger Zufallsvariablen, fundamentale Grenzwertsätze:</i>		
Gesetz der Großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz.		
<i>Grundprinzipien der Statistik:</i>		
Parameterschätzungen, Konfidenzbereiche, Testen statistischer Hypothesen.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I und II		

Prüfungsvorleistung:

Ein Leistungsnachweis, vergeben für die erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben einschließlich Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen.

Prüfungsleistung:

mündliche Prüfung

Modulverantwortliche/r: A. Carpentier (FMA-IMST), C. Kirch (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)

3 Wahlpflichtmodule Mathematik (Required elective Modules in Mathematics)

Die nachfolgenden (Teil-)Module im Umfang von 9 LP bzw. 6 LP können miteinander kombiniert werden, um die geforderten Wahlpflichtmodule Vertiefung I und Vertiefung II im Umfang von 15 LP zu erzeugen. Dabei sind gewisse Einschränkungen, die sich aus der gewählten Studienrichtung ergeben und in der Prüfungs- bzw. Studienordnung aufgelistet sind, zu beachten.

Lehrgebiet Algebra/Geometrie

Algebra (nicht Studienrichtung Mathematik) (Algebra)

siehe Modulbeschreibung Seite [6](#)

Algebra II (Algebra II)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Algebra II		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Algebra II	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Methoden aus dem Gebiet Algebra. Sie können dazu selbstständig und in Gruppenarbeit Übungsaufgaben lösen und die angegebene Fachliteratur benutzen. Sie sind in der Lage, Lösungen in den Übungsgruppen zu präsentieren und zu diskutieren.		
Inhalt: Fortgeschrittene Gruppentheorie, Anwendungen der Galoistheorie, Moduln und Algebren.		
Verwendbarkeit des Moduls: Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme: Lineare Algebra I und II; Analysis I und II		
Prüfungsvorleistung: keine		
Prüfungsleistung: mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: Th. Kahle (FMA-IAG)		

**Anwendbare Algebra
(Applicable Algebra)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Anwendbare Algebra		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Anwendbare Algebra	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden lernen fortgeschrittene algebraische Methoden und Anwendungsbeispiele in der Mathematik und den Naturwissenschaften kennen.		
Die Studierenden sind in der Lage über in Anwendungen auftretende algebraische Strukturen abstrakt zu argumentieren und selbstständig Fachliteratur zu recherchieren um Problemlösungen zu erarbeiten.		
Inhalt:		
Methoden der algebraischen Statistik und Biologie, Torische Geometrie in dynamischen Systemen, Gröbnerdeformationen, Resultanten und Diskriminanten.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortlicher: Th. Kahle (FMA-IAG)		

**Codierungstheorie und Kryptographie
(Coding Theory and Cryptography)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Codierungstheorie und Kryptographie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Codierungstheorie und Kryptographie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden verfügen über Kenntnisse darüber, wie man Daten gegenüber <ul style="list-style-type: none"> • zufälligen Fehlern, • unerlaubter Manipulation sichert.		
Die Studierenden lernen, wie man Methoden der Reinen Mathematik zur Lösung von Problemen aus der Praxis einsetzen kann. Sie sind in der Lage, die Güte unterschiedlicher Verfahren einzuschätzen.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
<i>Codierungstheorie:</i> Lineare Codes, Schranken, Decodierverfahren		
<i>Kryptographie:</i> Public Key Verfahren, Secret Key Verfahren, Signaturen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: A. Pott (FMA-IAG)		

**Computeralgebra
(Computer Algebra)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Computeralgebra		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Computeralgebra	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden lernen Theorie kennen, auf der forschungsorientierte Softwarepakete in der Algebra basieren, und üben deren Einsatz für eigene Experimente.		
Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise von Computeralgebrasystemen zu verstehen und diese zu nutzen und durch eigene Module zu erweitern. Weiterhin sind sie in der Lage, Anwendungsprobleme in denen polynomielle Gleichungssysteme auftreten zu bearbeiten.		
Inhalt:		
Multivariate Polynomringe, Monom- und Binomideale, Termordnungen, initiale Ideale, Gröbnerbasen, Elimination, Lösbarkeit von Polynomgleichungssystemen, Primärzerlegung, Polynomgleichungen in Anwendungen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortlicher: Th. Kahle (FMA-IAG)		

**Diskrete Mathematik
(Diskrete Mathematics)**

Studiengang: Mathematikingenieur (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Diskrete Mathematik		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Diskrete Mathematik	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Den Studierenden werden grundlegende Methoden, Beweistechniken, Objekte und Anwendungen der diskreten Mathematik vermittelt. Die Studierenden entwickeln ihre Problemlösungsfähigkeiten und ihr Verständnis für logisches und systematisches Argumentieren.</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikationsfähigkeiten der Studierenden.</p>		
Inhalt:		
Abzählen von Mengen, Partitionen, Rekursionen, Erzeugende Funktionen, Geordnete Mengen, Grundlagen der Graphentheorie, beispielhafte Anwendungen in Algebra und Geometrie (z. B. kombinatorisches Abzählen in Inzidenzgeometrie oder Kodierungstheorie).		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II; Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortlicher: B. Nill (FMA-IAG)		

Diskrete und Konvexe Geometrie
(Discrete and Convex Geometry)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Diskrete und Konvexe Geometrie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Diskrete und Konvexe Geometrie	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mathematische Fragestellungen und Probleme, wie sie z.B. in der Kombinatorik, Optimierung oder Zahlentheorie vorkommen, geometrisch zu betrachten und zu lösen.		
Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für strukturierte Problemlösung und logisches und systematisches Argumentieren.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Grundlagen der Konvexgeometrie (Brunn-Minkowski-Satz, Helly-Sätze);		
Grundlagen der Geometrie der Zahlen (Verallgemeinerungen vom Gitterpunktsatz von Minkowski);		
Grundlagen der Gitterpolytop-Theorie (Ehrhartpolynome und Anwendungen)		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II; Analysis I und II		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: B. Nill (FMA-IAG)		

**Einführung in die Geometrie
(Introduction to Geometry)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Einführung in die Geometrie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einführung in die Geometrie	2 SWS / 28 h	94 h
Übungen zur Einführung in die Geometrie	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Den Studierenden werden grundlegende Methoden, Beweistechniken, Objekte und Anwendungen der Geometrie vermittelt. Die Studierenden erwerben Kenntnisse über verschiedene Formen von Geometrie und deren Einordnung in den mathematischen Kontext. Insbesondere werden folgende Themen behandelt:</p> <p>Erkennen und Beschreiben von geometrischen Strukturen und Zusammenhängen, Beweisführung für geometrische Sachverhalte, Beweise mittels Bilder, Entwicklung geometrischer Intuition sowie geometrischer Abstraktionsfähigkeiten</p> <p>Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten der Studierenden.</p>		
Inhalt:		
<p>Inhalt der Veranstaltung sind beispielsweise folgende ausgewählte Themen der Geometrie: Geometrie der Ebene und des Raumes, Geometrische Abbildungen, Euklidische und nicht-euklidische Geometrie, Kurven und Flächen im Raum (Elementare Differentialgeometrie), Inzidenzgeometrie, Symmetrien.</p>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
<p>Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, nicht verwendbar für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
<p>Lineare Algebra 1</p>		
Prüfungsvorleistung: Die Prüfungsvorleistung wird am Anfang des Semesters bekanntgegeben. Im Vergleich zum Modul Einführung in die Geometrie für den Studiengang Lehramt an allgemeinbildenden Schulen ist eine Zusatzleistung zu erbringen. Über das genaue Format wird ebenfalls zu Beginn des Semesters informiert		
Prüfung: mündliche Prüfung		
Modulverantwortlicher: P. Schwer		

Elementare Zahlentheorie
(Elementary Number Theory)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Elementare Zahlentheorie		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Elementare Zahlentheorie	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Vermittlung und Analyse von Basiswissen der klassischen Zahlentheorie und Aufzeigen von Querverbindungen zur Algebra, Analysis, Geometrie und Kombinatorik.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Kongruenzen und Restklassen, erweiterter Euklidischer Algorithmus, wichtige zahlentheoretische Funktionen, quadratische Reste und Formen, Fareybrüche, Kettenbruchentwicklung quadratischer Irrationalzahlen und deren Bezug zur Reduktion der indefiniten Formen. Unterstützend kann auf Wunsch in der Übung eine Einführung zur hilfreichen Verwendung von Mathematica in der elementaren Zahlentheorie mit Programmbeispielen gegeben werden.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II; Analysis I und II		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: M. Kunik (FMA-IAN)		

Lehrgebiet Analysis

Analytische Zahlentheorie (Analytical Number Theory)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Analytische Zahlentheorie		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Analytische Zahlentheorie	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten auf dem Gebiet der Analytischen Zahlentheorie. Sie trainieren analytisches Denken und das Anwenden mathematischer Methoden aus der Analysis auf Fragen, die mit der Struktur der natürlichen Zahlen zusammenhängen.		
Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Methoden der Analysis sicher anzuwenden, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Inhalt:		
Primzahlen, Fundamentalsatz der Arithmetik, arithmetische Funktionen, das Dirichlet-Produkt, Eulersche Summenformel, Aussagen zur Primzahlverteilung, Kongruenzen, quadratische Reste, Reziprozitätsgesetz, Dirichlet-Reihen, Euler-Produkte, die Zeta-Funktion, der Primzahlsatz		
Literatur: Tom M. Apostol. Introduction to analytic number theory. Springer-Verlag, New York, 2000.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: M. Kunik (FMA-IAN), G. Warnecke (FMA-IAN)		

Differentialgeometrie I
(Differential Geometry I)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Differentialgeometrie I		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Differentialgeometrie I	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben differentialgeometrische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten. Sie trainieren geometrisches Denken und das mathematische Modellieren geometrischer Sachverhalte.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, anschaulich-geometrische Probleme mathematisch zu modellieren, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Inhalt:		
Kurventheorie: Krümmung, Torsion, Frenetsche Gleichungen, Umlaufzahl, Sätze von Fenchel und Farý-Milnor		
Flächentheorie: Erste und zweite Fundamentalform, Weingartenabbildung, Krümmungen, Minimalflächen, Vektorfelder, kovariante Ableitungen, Riemannscher Krümmungstensor, Theorema Egregium		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Simon (FMA-IAN)		

Differentialgeometrie II
(Differential Geometry II)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Differentialgeometrie II		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Differentialgeometrie II	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben differentialgeometrische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten. Sie trainieren geometrisches Denken und das mathematische Modellieren geometrischer Sachverhalte.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, anschaulich-geometrische Probleme mathematisch zu modellieren und in einem abstrakten Kontext zu behandeln, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Inhalt:		
Innere und Riemannsche Geometrie: Riemannsche Fläche / Mannigfaltigkeit, Riemannscher Krümmungstensor, kovariante Ableitungen, Geodäten, Paralleltransport, Exponentialabbildung, Jacobifelder, Gaußscher Satz auf Flächen, Totalkümmung, Euler-Poincaré-Charakteristik, Triangulierungen, Satz von Gauß-Bonnet		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I, Differentialgeometrie I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Simon (FMA-IAN)		

**Dynamische Systeme
(Dynamical Systems)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Dynamische Systeme		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Dynamische Systeme	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben verteilte Kenntnisse und Fertigkeiten in der Modellierung und mathematischen Analyse dynamischer Prozesse.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren, dynamische Probleme aus den Naturwissenschaften mathematisch zu modellieren und in einem abstrakten Kontext zu behandeln, Problemlösungen selbständig zu erarbeiten, mathematische Inhalte darzustellen und Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Inhalt:		
Lineare Prototypen, Volterra-Lotka-System, Fitzhugh-Nagumo-System, van der Pol-Oszillator, Prinzip der linearisierten Stabilität, Limesmengen, Lyapunovfunktionen, invariante Mannigfaltigkeiten, ebene Flüsse, Satz von Poincaré-Bendixson		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I – III, Lineare Algebra I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Kunik (FMA-IAN), G. Warnecke (FMA-IAN)		

**Funktionentheorie (nicht Studienrichtung Mathematik)
(Complex Analysis)**

siehe Modulbeschreibung Seite [12](#)

**Lineare Funktionalanalysis
(Linear Functional Analysis)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Lineare Funktionalanalysis		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Lineare Funktionalanalysis	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden sind mit typischen funktionalanalytischen Begriffsbildungen und Beweistechniken vertraut.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und konkrete Modelle in einen wirkungsvollen abstrakten Rahmen einordnen.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Modellierung, normierte Räume, Banach- und Hilberträume, Lineare Operatoren und Funktionale, Hahn-Banach-Sätze, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit und Folgerungen, Einführung in die Spektraltheorie linearer Operatoren		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I, II und III, Funktionentheorie (nach Möglichkeit), Lineare Algebra I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

**Nichtlineare Funktionalanalysis
(Nonlinear Functional Analysis)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Nichtlineare Funktionalanalysis		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Nichtlineare Funktionalanalysis	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse funktionalanalytischer Begriffsbildungen und Beweistechniken, insbesondere solcher, die das Studium nichtlinearer Phänomene ermöglichen.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und Bezüge zwischen verschiedenen Fachwissenschaften erkennen und formulieren.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Analysis in Banachräumen, Abbildungsgradtheorie, Fixpunktsätze, Elemente der Variationsrechnung, Anwendungen auf volkswirtschaftliche und naturwissenschaftliche Fragen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I,II und III, Lineare Algebra I, Funktionentheorie (nach Möglichkeit), Lineare Funktionalanalysis		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)		

Partielle Differentialgleichungen I
(Partial Differential Equations I)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Partielle Differentialgleichungen I		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen I	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erlernen typische analytische Begriffsbildungen und Beweistechniken und die bei Differentialgleichungen typische Arbeitsweise. Sie verfügen über Kenntnisse in der Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und Bezüge zwischen verschiedenen Fachwissenschaften erkennen und formulieren.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Modellierung, Grundtypen partieller Differentialgleichungen, grundlegende Resultate für lineare elliptische, parabolische und hyperbolische Probleme, Integraldarstellungen, Sobolevräume, schwache Lösungen, funktionalanalytische Lösungsverfahren		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I, II und III, Funktionentheorie (nach Möglichkeit), Lineare Algebra I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Simon (FMA-IAN)		

Partielle Differentialgleichungen II
(Partial Differential Equations II)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Partielle Differentialgleichungen II		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen II	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in der bei Differentialgleichungen typischen Arbeitsweise, insbesondere solcher, die das Studium nichtlinearer Phänomene ermöglichen.		
Die Studierenden sind in der Lage, schnittstellenbasiert zu arbeiten (axiomatisches Vorgehen), zu abstrahieren und selbstständig Problemlösungen zu erarbeiten. Sie können mathematische Inhalte darstellen (präsentieren) und Bezüge zwischen verschiedenen Fachwissenschaften erkennen und formulieren.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Nichtlineare elliptische, parabolische und hyperbolische Probleme, z.B.: Minimalflächengleichung, Reaktions- Diffusionsgleichungen, Erhaltungsgleichungen, funktional-analytische Konzepte, Spektraltheorie, Kompaktheit in Funktionenräumen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I,II und III, Lineare Algebra I, Funktionentheorie (nach Möglichkeit), Partielle Differentialgleichungen I		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: K. Deckelnick (FMA-IAN), H.-Ch. Grunau (FMA-IAN), M. Simon (FMA-IAN)		

Lehrgebiet Numerik

Advanced Topics of Numerical Linear Algebra (Advanced Topics of Numerical Linear Algebra)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Advanced Topics of Numerical Linear Algebra (ATNLA)		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Advanced Topics of Numerical Linear Algebra (ATNLA)	3 SWS / 42 h	124h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden werden in weiterführende Themen der numerischen linearen und multilinearen Algebra eingeführt.		
Die Studierenden sind in der Lage, gegebene Probleme zu analysieren und spezifische Lösungsstrategien zu erarbeiten. Dazu sollen mathematische Inhalte dargestellt, Literaturrecherche betrieben und Algorithmen entwickelt und in mathematischer Software implementiert werden.		
Inhalt:		
<ul style="list-style-type: none">• Review of important concepts from (numerical) linear algebra, especially regarding linear systems of equations and linear eigenvalue problems.• <i>Matrix equations:</i> Theory and applications; methods for small / dense linear and quadratic equations.• <i>Matrix functions:</i> Theory and applications; computing functions of small, dense matrices; algorithms for applying matrix functions to a vector.• <i>Randomized algorithms:</i> Basic concepts for randomized QR and SVD decomposition.• <i>Tensor techniques:</i> brief introduction to multilinear (numerical) algebra; higher-order SVD; applications in data analysis.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra, Einführung in die Numerische Lineare Algebra; empfohlen: Numerik)		

Prüfungsvorleistung:

keine

Prüfungsleistung:

mündliche Prüfung

Modulverantwortliche/r: P. Benner (FMA-IAN)

**Einführung in die Numerische Lineare Algebra
(Introduction to Numerical Linear Algebra)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Einführung in die Numerische Lineare Algebra		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einf. in die Numerische Lin. Algebra	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden werden zuerst mit dem numerischen Lösen von großen linearen Gleichungssystemen vertraut gemacht. Außerdem erlernen sie algorithmische und theoretische Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten zur Lösung von Eigenwertproblemen.		
Die Studierenden sind in der Lage, gegebene Probleme zu analysieren und spezifische numerische Lösungsstrategien zu erarbeiten. Dazu sollen mathematische Inhalte dargestellt, Literaturrecherche betrieben und mathematische Software entwickelt werden.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Lineare Gleichungssysteme: Motivierende Beispiele, direkte Löser, einfache iterative Verfahren, Krylov-Unterraum-Verfahren (CG, MINRES, GMRES,...), Vorkonditionierer, Multigrid. Eigenwertprobleme: Beispiele & Herkunft verschiedener Eigenwertprobleme, QR Algorithmus für unsymmetrische EWPe, spezielle Verfahren für symmetrische EWPe, verallgemeinerte Eigenwertprobleme und die Singulärwertzerlegung, Krylov-Unterraum & Jacobi-Davidson-Verfahren für große, dünnbesetzte Eigenwertprobleme.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel) sowie für Doktoranten der OvGU.		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lineare Algebra I und II, Numerik Grundvorlesung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: P. Benner (FMA-IAN)		

Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen
(Numerical Methods for Ordinary Differential Equations)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerik gew. Differentialgleichungen	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden sind mit wichtigen numerischen Verfahren zur Lösung von Problemen, welche sich mit Hilfe gewöhnlicher Differentialgleichungen beschreiben lassen, vertraut. Sie sind in der Lage, diese Verfahren auf dem Computer umzusetzen und können die Resultate kritisch bewerten.		
Inhalt:		
Numerisches Differenzieren, Runge–Kutta–Verfahren, Fehlerabschätzungen, Ein– und Mehrschrittverfahren, Stabilität, Steifigkeit, Finite–Elemente–Verfahren für 2–Punkt Randwertaufgaben.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I, Numerik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: Th. Richter (FMA-IAN), G. Warnecke (FMA-IAN)		

Numerik partieller Differentialgleichungen
(Numerical Methods for Partial Differential Equations)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Numerik partieller Differentialgleichungen		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Numerik part. DGLen	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden sind mit klassischen und modernen numerischen Verfahren zur Lösung linearer elliptischer, parabolischer und hyperbolischer partieller Differentialgleichungen vertraut. Sie sind in der Lage, diese Verfahren auf dem Computer umzusetzen und können die Resultate kritisch bewerten.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Grundlagen von elliptischen, hyperbolischen und parabolischen partiellen Differentialgleichungen, Differenzenverfahren und Finite-Elemente-Methode, Konvergenz, Stabilität, Fehlerschätzung, Lösen der linearen Gleichungssysteme		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Analysis I und II, Lineare Algebra I, Numerik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: Th. Richter (FMA-IAN), G. Warnecke (FMA-IAN)		

**Wissenschaftliches Rechnen
(Scientific Computing)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Wissenschaftliches Rechnen (Scientific Computing)		
Leistungspunkte: 9+6		
Dauer des Moduls: zwei Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Wissenschaftliches Rechnen I+II	4+2 SWS / 84 h	186+124 h
Übungen	3+1 SWS / 56 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden werden am Beispiel des numerischen Lösens linearer Gleichungssysteme mit der Implementierung numerischer Verfahren auf modernen Desktop PCs und Hochleistungsrechnern vertraut gemacht. Dabei wird im Schwerpunkt auf geeignete Programmiersprachen, Entwicklungsumgebungen und Softwarebibliotheken, sowie deren Verwendung und Auswahl eingegangen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage gegebene Problemstellungen zu analysieren und spezifische Implementierungen zu erarbeiten. Dazu sollen mathematische Inhalte dargestellt, Literaturrecherche betrieben und mathematische Software entwickelt werden. Die Softwareentwicklung beinhaltet insbesondere eine geeignete Auswahl existierender Softwarepakete zur effizienten Umsetzung, sowie die Entscheidung für plattformangepasste Methodiken bei der Parallelisierung.</p>		
Inhalt:		
Linux/Unix OS und Entwicklungstools, Grundlagen Computerarithmetik, Lineare Algebra Grundoperationen und relevante Softwareprojekte, Sequentielle Löser für Lineare Gleichungssysteme, Parallelität und Nebenläufigkeit, gemeinsamer und verteilter Speicher / Hybridtechniken, Parallele und nebenläufige Löser für Lineare Gleichungssysteme		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundlagen Lineare Algebra und Programmierung, wünschenswert: Numerik, Numerische Lineare Algebra		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: P. Benner (FMA-IAN)		

Lehrgebiet Optimierung

Einführung in die Scheduling-Theorie (Introduction to Scheduling Theory)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Einführung in die Scheduling-Theorie		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Einführung in die Scheduling-Theorie	4 SWS / 56 h	84 h
Übungen	3 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten über die exakte und approximative Lösung von Scheduling-Problemen. Sie erlernen typische Beweistechniken.		
Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Reihenfolgeprobleme zu modellieren und selbständig Problemlösungen zu erarbeiten sowie Literaturrecherche und -studium zu betreiben.		
Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.		
Inhalt:		
Klassifikation und Komplexität von Scheduling-Problemen, Basisalgorithmen zur exakten und approximativen Lösung, Einstufige Scheduling-Probleme, Mehrstufige Scheduling-Probleme, Problemerkweiterungen		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Master-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse in Kombinatorischer Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: F. Werner (FMA-IMO)		

**Ganzzahlige Lineare Optimierung
(Integer Linear Programming)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Ganzzahlige Optimierung		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Ganzzahlige Optimierung	3 SWS / 42 h	124 h
Übungen	1 SWS / 14 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Das Modul vermittelt für Theorie und Praxis der allgemeinen ganzzahligen linearen Optimierung relevante algebraische und geometrische Strukturresultate und erläutert deren algorithmische Umsetzung.		
Die Studierenden sind in der Lage, Bezüge zwischen Algebra, Geometrie und Optimierung herzustellen. Sie können strukturelle Erkenntnisse in praktische Rechenverfahren umsetzen.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Algebraische und geometrische Strukturen wie z.B. Gitter, Hilbertbasen, total-dualganzzahlige Systeme; Theorie und Praxis von Schnittebenen; algorithmische Ansätze für die allgemeine ganzzahlige lineare Optimierung im Hinblick auf Praxis (z.B. branch-and-cut) und Theorie (z.B. polynomiale Verfahren in fester Dimension).		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Einführung in die Mathematische Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: V. Kaibel (FMA-IMO)		

**Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung
(Mixed-Integer Nonlinear Programming)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Gemischt-ganzzahlige nichtlin. Opt. (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich der Lösung von nichtlinearen Optimierungsproblemen mit kontinuierlichen und ganzzahligen Variablen. Eine rigorose Herleitung und Untersuchung unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung.		
In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren.		
Inhalt:		
Behandelt wird die beschränkte Optimierung mit endlich vielen reell- und diskretwertigen Unbekannten. Verschiedene Algorithmen um Lösungen deterministisch numerisch zu bestimmen werden erläutert. Hierbei spielen die Themen der Rechenzeit und der beweisbaren Terminierung eine wichtige Rolle. Im letzten Teil der Vorlesung werden spezielle Strukturen, wie sie bei der Optimierung mit unterliegenden Differentialgleichungssystemen auftreten, diskutiert und moderne Verfahren vorgestellt, diese auszunutzen. Stichpunkte sind Branch and Bound, Schnittebenen, Outer Approximation, Benders Decomposition, Sum Up Rounding.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Nichtlineare Optimierung.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: S. Sager (FMA-IMO)		

**Kombinatorische Optimierung
(Combinatorial Optimization)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Kombinatorische Optimierung		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Kombinatorische Optimierung	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
Das Modul vermittelt Prinzipien der Diskreten Optimierung mit besonderem Augenmerk auf in Graphen und anderen kombinatorischen Strukturen definierte Probleme.		
Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für den Transfer zwischen kontinuierlicher und diskreter Mathematik und können strukturelle Erkenntnisse in praktische Rechenverfahren umsetzen. Sie sind mit der Modellierung von Optimierungsproblemen vertraut sowie in der Lage, die mathematisch-algorithmische Zugänglichkeit von Modellen einzuschätzen.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Polynomial lösbare Kernprobleme der Diskreten Optimierung (wie z.B. Fluss-, Matching- oder Matroidprobleme) im Hinblick auf polyedrische Kombinatorik, kombinatorische Dualität und effiziente Algorithmen; strukturelle und algorithmische Ansätze für NP-schwere diskrete Optimierungsprobleme (wie z.B. das Traveling-Salesman Problem)		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Einführung in die Mathematische Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: V. Kaibel (FMA-IMO)		

**Nichtlineare Optimierung
(Nonlinear Programming)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Nichtlineare Optimierung		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Nichtlineare Optimierung	4 SWS / 56 h	186 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden erwerben fachliche Kompetenzen bezüglich Optimalitätsbedingungen und Algorithmen für die nichtlineare, ableitungsbasierte Optimierung. Eine rigorose Untersuchung von Konvergenzeigenschaften und Implementierungsaspekten unterschiedlicher Verfahren zieht sich dabei durch die Vorlesung.</p> <p>In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren.</p>		
Inhalt:		
<p>Behandelt wird die lokale Optimierung mit endlich vielen reellwertigen Unbekannten und Nebenbedingungen. Die notwendigen und hinreichenden Optimalitätsbedingungen werden genauso erläutert, wie Anwendungen und unterschiedliche Algorithmen um Kandidaten für lokale Optima numerisch zu bestimmen. Hierbei spielen die Themen der globalen Konvergenz genauso wie Konvergenzraten eine wichtige Rolle. Stichpunkte sind Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen, allgemeine Abstiegsverfahren, Newton-artige Verfahren, sequentielle quadratische Optimierung und Innere Punkte Verfahren.</p>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: S. Sager (FMA-IMO)		

Lehrgebiet Stochastik

Statistik mit R (Statistics with R)

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Statistik mit R		
Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Statistik mit R (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden sind mit den wichtigsten Möglichkeiten vertraut, eine statistische Datenanalyse mit R durchzuführen, und können diese einsetzen. Sie sind in der Lage, kleinere Simulationsstudien für statistische Fragestellungen zu entwerfen sowie diese in R umzusetzen und zu interpretieren. Durch eine Zusammenarbeit der Studierenden in den Übungen wird die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Konzepte der Programmierung mit R, Datenaufbereitung, -auswertung und -visualisierung mit R, numerische Analyse statistischer Verfahren mit R		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Kenntnisse im Umfang der Vorlesung Statistische Methoden sind sinnvoll, die Vorlesung kann aber parallel besucht werden.		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
Regelmäßige Teilnahme sowie erfolgreiche Bearbeitung und Präsentation (mündlich oder schriftlich) von Programmieraufgaben.		
Modulverantwortliche/r: A. Carpentier (FMA-IMST), H. Großmann (FMA-IMST), C. Kirch (FMA-IMST)		

**Statistische Methoden
(Statistical Methods)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Statistische Methoden		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Statistische Methoden (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben vertiefte Fähigkeiten zur statistischen Analyse von Daten unterschiedlichster Herkunft und Struktur und deren Validierung.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Grundlegende statistische Schätz- und Testverfahren bei normalverteilten Daten, einfache Varianzanalyse, Regressions- und Korrelationsanalyse, Chi-Quadrat-Tests, Methode der Kleinsten Quadrate, Maximum-Likelihood und Bayes-Verfahren, Multiples Testen und multiple Konfidenzbereiche. Die verschiedenen Verfahren und Methoden werden anhand realer Datensätze aus Biologie, Medizin und Wirtschaft illustriert, die mit Hilfe von Statistik-Software unter Computer-Einsatz ausgewertet werden.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Einführung in die Stochastik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: A. Carpentier (FMA-IMST), H. Großmann (FMA-IMST), C. Kirch (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Stochastische Prozesse
(Stochastic Processes)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
(Teil-)Modul: Stochastische Prozesse		
Leistungspunkte: 6		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Stochastische Prozesse (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden erwerben Fähigkeiten zur Modellierung zufallsabhängiger Vorgänge, die zeitabhängig sind.		
In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.		
Inhalt:		
Die Vorlesung behandelt die einfachsten, aber für die Anwendungen in Naturwissenschaften, Wirtschaft und Technik durchaus wichtigen Klassen von stochastischen Prozessen: diskrete Markovketten, Erneuerungsprozesse insbesondere Zählprozesse, stetige Markovketten.		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik, empfohlen für die Studienrichtung Wirtschaftsmathematik, auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Einführung in die Stochastik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: A. Carpentier (FMA-IMST), C. Kirch (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

**Wahrscheinlichkeitstheorie
(Probability Theory)**

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Wahrscheinlichkeitstheorie		
Leistungspunkte: 9		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie	4 SWS / 56 h	186 h
Übung	2 SWS / 28 h	
Ziele und Kompetenzen:		
<p>Erwerb vertiefter Fähigkeiten in der Mathematischen Statistik, die die Modellierung komplexer zufälliger Vorgänge ermöglichen, sowie das Verständnis und die Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorbereiten sollen. Die Studierenden kennen allgemeine Maße, sowie die dazugehörigen Intervalle. Sie sind mit wichtigen Grenzwertsätzen vertraut und können deren Beweise skizzieren.</p> <p>Die Übungen und das Seminar dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeiten und Präsentationskompetenzen.</p>		
Inhalt:		
<p>Maß- und Integrationstheorie: allgemeine Maßräume, Maßfortsetzung, Maßintegrale, Konvergenz, L^p-Räume, Bildmaße, Maße mit Dichten, maßtheoriebasierte Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie: bedingte Erwartungen und bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Produkträume und Unabhängigkeit, charakteristische Funktionen, Konvergenzsätze</p>		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Grundkenntnisse der Stochastik		
Prüfungsvorleistung:		
keine		
Prüfungsleistung:		
mündliche Prüfung		
Modulverantwortliche/r: A. Carpentier (FMA-IMST), C. Kirch (FMA-IMST), R. Schwabe (FMA-IMST)		

4 Proseminar

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Teil-Modul: Proseminar		
Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
Proseminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot	Präsenzzeit 2 SWS / 28 h	Selbststudium 62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden lernen, sich selbstständig in ein einfaches mathematisches Thema einzuarbeiten. Dies schließt die eigenständige Organisation und Gestaltung mathematischen Materials ein.		
Sie sind in der Lage, mathematische Inhalte in geeigneter Form zu präsentieren und können diese mit anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutieren.		
Inhalt:		
Nach Ankündigung des Dozenten oder der Dozentin		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lehrveranstaltungen der ersten drei Semester		
Prüfungsvorleistung / Prüfung:		
Vergabe des Proseminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

5 Seminar

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Teil-Modul: Seminar		
Leistungspunkte: 3		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Seminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot	2 SWS / 28 h	62 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden lernen, sich selbstständig in ein fortgeschrittenes mathematisches Thema einzuarbeiten.		
Dies schliesst die eigenständige Literaturrecherche, das Studium – auch englischsprachiger – Literatur sowie die Auswahl und Organisation mathematischen Materials ein.		
Die Studierenden sind in der Lage, mathematische Inhalte in geeigneter Form zu präsentieren und diese mit anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern zu diskutieren.		
Inhalt:		
Nach Ankündigung des Dozenten oder der Dozentin		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Wahlpflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lehrveranstaltungen der ersten beiden Studienjahre, weitere Voraussetzungen nach Angabe des Dozenten oder der Dozentin		
Prüfungsvorleistung / Prüfung:		
Vergabe des Seminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

6 Bachelorarbeit

Studiengang: Mathematik (Bachelor)		
Modul: Bachelorarbeit		
Leistungspunkte: 12		
Dauer des Moduls: ein Semester		
Arbeitsaufwand:		
Anfertigen der Bachelorarbeit	Kontaktzeit ca. 30 h	Selbststudium ca. 330 h
Ziele und Kompetenzen:		
Die Studierenden lernen, eine umfangreiche mathematische Aufgabe innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.		
Dies schließt die selbstständige Einarbeitung in die – auch englischsprachige – Literatur, die Anwendung vertiefter mathematischer Methoden und das eigenständige Erarbeiten mathematischer Sachverhalte und Erkenntnisse ein.		
Die Studierenden sind in der Lage, das von ihnen zusammengestellte Material zu ordnen und zu gliedern sowie es in schriftlicher Form zu präsentieren.		
Inhalt:		
Nach Vorgabe des Dozenten oder der Dozentin		
Verwendbarkeit des Moduls:		
Pflichtmodul für den Bachelor-Studiengang Mathematik		
Voraussetzung für die Teilnahme:		
Lehrveranstaltungen der ersten beiden Studienjahre sowie eine weiterführende Vorlesung des dritten Studienjahres; weitere Voraussetzungen nach Angabe des Dozenten oder der Dozentin		
Prüfungsvorleistung / Prüfung:		
Begutachtung der Bachelorarbeit		
Modulverantwortliche/r: alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

7 Belegungen im Anwendungsfach - Übersicht

Anwendungsfach Elektrotechnik (Electrical Engineering)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Elektrotechnik

Studienrichtung Mathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1/2	Grundlagen der Elektrotechnik 1,2	5+4	11
3/4	Grundlagen der Elektrotechnik 3 und Labor	5+2	10
4/5	Theoretische Elektrotechnik	3+3	8
	Summe		29

Studienrichtung Technomathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1/2	Grundlagen der Elektrotechnik 1,2	5+4	11
3/4	Grundlagen der Elektrotechnik 3 und Labor	5+2	10
4/5	Theoretische Elektrotechnik	3+3	8
5	Signale und Systeme	3	4
	Regelungs- und Steuerungstechnik	5	7
6	eine der Lehrveranstaltungen: Digitale Signalverarbeitung Einführung in die Mikrosystemtechnik Computer Tomographie – Theorie und Anwendung	3	4
	Summe		44

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Elektrotechnik und Informationstechnik](#).¹

¹http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2410-p-114.html

Anwendungsfach Informatik (Computer Science)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Informatik

Studienrichtung Mathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Einführung in die Informatik	6	8
2	Algorithmen und Datenstrukturen	5	7
3/5	Datenbanken	4	5
4	Modellierung	3	4
4	Programmierparadigmen	4	5
	Summe		29

Studienrichtung Computermathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Einführung in die Informatik	6	8
2	Algorithmen und Datenstrukturen	5	7
3/5	Datenbanken	4	5
4	Modellierung	3	4
4	Programmierparadigmen	4	5
5/3	Grundlagen der Theoretischen Informatik	5	5
6/4	Grundlagen der Theoretischen Informatik II oder WPF	5	5
6	Wahlpflicht (WPF)	4	5
	Summe		44

Die Wahlpflichtveranstaltung(en) (WPF) sind aus dem Lehrangebot des Bachelor Informatik (Wahlpflichtbereich) zu wählen.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Informatik](#).²

Weitere Belegungen sind auf Antrag möglich.

²http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2414-p-114.html

Anwendungsfach Mechanik (Mechanics)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Mechanik

Studienrichtung Mathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Technische Mechanik I	3+3	7
2/3	Technische Mechanik II	4+4	10
4	Technische Thermodynamik	2+2	6
5	Strömungsmechanik	2+2	6
	Summe		29

Studienrichtung Technomathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Technische Mechanik I	3+3	7
2/3	Technische Mechanik II	4+4	10
4	Technische Thermodynamik	2+2	6
4/5	Werkstofftechnik	4+2	8
5	Strömungsmechanik	2+2	5
5/6	Allgemeine Elektrotechnik	4+2	8
	Summe		44

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Maschinenbau](#).³

³http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html

Anwendungsfach Physik (Physics)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Physik

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Physik I	2+1Ü	4
2	Physik II	2+1P	4
3	Mechanik und Elektrodynamik I	4+2Ü	7
4	Mechanik und Elektrodynamik II	4+2Ü	7
5	Quantenmechanik	4+2Ü	7
	Summe		29

Anmerkung:

1. und 2. Semester: Lehrveranstaltungen gemeinsam mit Ingenieurstudenten.
Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Maschinenbau*.⁴

3. bis 5. Semester: Lehrveranstaltungen gemeinsam mit Physikstudenten.
Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Physik*.⁵

⁴http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html

⁵http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2442-p-114.html

**Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft
(Management and Economics)**

Modulbelegung für das Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft

Studienrichtung Mathematik:

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Einführung in die BWL	2+2	5
	Betriebliches Rechnungswesen	2+1	4
2	Internes Rechnungswesen	2+2	5
3	Einführung in die VWL	2+2	5
4	Investition und Finanzierung	2+1	5
4/5/6	<i>eine der Lehrveranstaltungen:</i>		5
	Rechnungslegung und Publizität	2+2	
	Marketing	2+2	
	Produktion, Logistik und Operations Research	2+1	
	Entscheidungstheorie	2+2	
	Spieltheorie	2+1	
	Summe		29

Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch BWL*.⁶

⁶http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2402-p-114.html

Studienrichtung Wirtschaftsmathematik: Ausrichtung BWL

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Einführung in die BWL	2+2	5
	Betriebliches Rechnungswesen	2+1	4
2	Internes Rechnungswesen	2+2	5
3	Einführung in die VWL	2+2	5
4	Investition und Finanzierung	2+1	5
	Mikroökonomik	4+2	10
4/5/6	<i>zwei der Lehrveranstaltungen: (2*5CP)</i>		5+5
	Rechnungslegung und Publizität	2+2	
	Marketing	2+2	
	Produktion, Logistik und Operations Research	2+1	
	Entscheidungstheorie	2+2	
	Spieltheorie	2+1	
	Summe		44

Studienrichtung Wirtschaftsmathematik: Ausrichtung VWL

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Einführung in die BWL	2+2	5
	Betriebliches Rechnungswesen	2+1	4
2	Internes Rechnungswesen	2+2	5
3	Einführung in die VWL	2+2	5
4	Investition und Finanzierung	2+1	5
	Mikroökonomik	4+2	10
5	Makroökonomik	4+2	10
	Summe		44

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch BWL⁷](#) und im [Modulhandbuch VWL⁸](#).

Weitere Belegungen sind auf Antrag möglich.

⁷http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2402-p-114.html

⁸http://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2456-p-114.html