



**Fakultät für Mathematik**

**Modulhandbuch**

**für den Bachelorstudiengang**

**Mathematik  
mit den Studienrichtungen**

**Mathematik,  
Computermathematik,  
Technomathematik,  
Wirtschaftsmathematik**

Stand: 3. April 2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Pflichtmodule</b>	<b>2</b>
	Algebra . . . . .	2
	Algorithmische Mathematik I und II . . . . .	3
	Analysis II und III . . . . .	5
	Bachelorarbeit . . . . .	7
	Einführung in die Numerik / Numerik . . . . .	8
	Funktionentheorie . . . . .	10
	Lineare Algebra I und II . . . . .	11
	Proseminar . . . . .	12
	Seminar . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Wahlpflichtmodule</b>	<b>14</b>
2.1	Lehrgebiet: Algebra und Geometrie . . . . .	14
	Algebra . . . . .	14
	Algebraische Topologie . . . . .	15
	Diskrete und Konvexe Geometrie . . . . .	16
	Einführung in die Geometrie . . . . .	17
2.2	Lehrgebiet: Analysis . . . . .	18
	Analytische Zahlentheorie . . . . .	18
	Elementare Differentialgeometrie . . . . .	19
	Funktionentheorie . . . . .	20
	Nichtlineare Funktionalanalysis . . . . .	21
2.3	Lehrgebiet: Numerik . . . . .	22
	Scientific Computing . . . . .	22
2.4	Lehrgebiet: Optimierung . . . . .	23
	Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung . . . . .	23
	Nichtlineare Optimierung . . . . .	24
2.5	Lehrgebiet: Stochastik . . . . .	25
	Statistik mit R . . . . .	25
	Statistische Methoden . . . . .	26
	Stochastische Prozesse . . . . .	27
2.6	Weitere Informationen . . . . .	28
	Anwendungsfach Informatik . . . . .	28
	Anwendungsfach Mechanik . . . . .	29
	Anwendungsfach Physik . . . . .	30
	Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaft . . . . .	31
	Anwendungsfach Elektrotechnik . . . . .	33

# 1 Pflichtmodule

## Algebra

### (Algebra)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Algebra									
<b>Leistungspunkte:</b> 6									
<b>Niveau:</b> Bachelor									
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)									
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jedes Sommersemester									
<b>Arbeitsaufwand:</b> <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übung</td><td>1 SWS / 14h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übung	1 SWS / 14h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übung	1 SWS / 14h								
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> <p>Die Studierenden lernen grundlegende algebraische Methoden und den Umgang mit abstrakten algebraischen Strukturen.</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. In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
<b>Inhalt:</b> <p><i>Gruppen:</i> Operation von Gruppen, Sylowsätze, abelsche Gruppen <i>Ringe:</i> Euklidische Ringe, Hauptidealringe, Polynomringe <i>Körper:</i> Körpererweiterungen, Zerfällungskörper, endliche Körper.</p>									
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> <p>Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor) Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor) Pflichtfach nur für die Studienrichtung Mathematik</p>									
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I und II</p>									
<b>Prüfungsvorleistung:</b> <p>keine</p>									
<b>Prüfungsleistung:</b> <p>unbenotete Übungsleistung, erbracht durch:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben</li><li>• schriftliche Leistungskontrollen</li><li>• Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen</li></ul>									
<b>Modulverantwortliche(r):</b> <p>B. Nill (FMA-IAG)</p>									

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

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Algorithmische Mathematik I und II		
<b>Leistungspunkte:</b> 0		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> zwei Semester (Wintersemester + Sommersemester)		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Algorithmische Mathematik I	2 SWS / 28 h	188 h
Übungen	2 SWS / 28 h	
Algorithmische Mathematik II	2 SWS / 28h	
Übungen	2 SWS / 28 h	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<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>		

<p><b>Inhalt:</b>          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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte der Programmierung (iterativ, rekursiv, call by value, call by reference, ...) und Datenstrukturen, am Beispiel des Sortierens und einfacher Algorithmen der Graphentheorie</li> <li>• Laufzeit, Komplexität und Effizienz von Algorithmen, analysiert am Beispiel von Sortierverfahren, einfacher Graphenalgorithmen, Lösungsverfahren linearer Gleichungssysteme und der Nullstellensuche</li> <li>• Grundlagen der Komplexitätstheorie (P, NP und die NP-Vollständigkeit)</li> <li>• Probleme der Gleitkommarechnung</li> <li>• Nullstellensuche</li> <li>• Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme</li> <li>• Interpolation</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Nichtlineare Optimierung</li> <li>• Künstliche neuronale Netze</li> </ul>
<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>          Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Statistik &amp; Datenanalyse (Bachelor)</p>
<p><b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>          keine</p>
<p><b>Prüfungsvorleistung:</b>          Zwei Leistungsnachweise, vergeben für erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Programmieraufgaben sowie einer Klausur</p>
<p><b>Prüfungsleistung:</b>          mündliche Prüfung</p>
<p><b>Bemerkungen:</b>          Mathematik (Bachelor): 10 CP          Statistik &amp; Datenanalyse (Bachelor): 12 CP</p>
<p><b>Modulverantwortliche(r):</b>          T. Richter (FMA-IAN)</p>

## Analysis II und III

### (Analysis II and III)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Analysis II und III		
<b>Leistungspunkte:</b> 18		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> zwei Semester (Sommersemester + Wintersemester)		
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> Jedes Jahr		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	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	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<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>		
<b>Inhalt:</b>		
Analysis II		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlichen</li><li>• Vektoranalysis, parameterabhängige Integrale</li><li>• Grundlagen gewöhnlicher Differentialgleichungen: elementare explizite Lösungsverfahren, Existenz, Eindeutigkeit und stetige Abhängigkeit von Daten bei Anfangswertproblemen, lineare Gleichungen und Systeme, Stabilitätstheorie nichtlinearer autonomer Systeme</li></ul>		
Analysis III		
<ul style="list-style-type: none"><li>• messbare Mengen und Funktionen, Lebesgue-Integral</li><li>• Konvergenzsätze</li><li>• Satz von Riesz-Fischer, Vollständigkeit der <math>L^p</math>-Räume</li><li>• Begriff der Mannigfaltigkeit, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Gaußscher und Stokescher Integralsatz</li></ul>		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Analysis I, Lineare Algebra I		

**Prüfungsvorleistung:**

Zwei Leistungsnachweise, vergeben für:

- erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben
- schriftliche Leistungskontrollen
- Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen

**Prüfungsleistung:**

mündliche Prüfung

**Modulverantwortliche(r):**

K. Deckelnick (FMA-IAN)

## Bachelorarbeit

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Bachelorarbeit		
<b>Leistungspunkte:</b> 12		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Kontaktzeit	Selbststudium
Anfertigen der Bachelorarbeit	30 h	330 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
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.		
<b>Inhalt:</b>		
Nach Vorgabe des Dozenten oder der Dozentin		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematikingenieur/in (Bachelor)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Lehrveranstaltungen der ersten beiden Studienjahre sowie eine weiterführende Vorlesung des dritten Studienjahres; weitere Voraussetzungen nach Angabe des Dozenten oder der Dozentin		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Begutachtung und Verteidigung der Bachelorarbeit		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

**Einführung in die Numerik / Numerik**  
**(Introduction to Numerical Methods)**

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Numerik																		
<b>Leistungspunkte:</b> 9																		
<b>Niveau:</b> Bachelor																		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)																		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <table> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzzeit</th> <th>Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS / 56 h</td> <td>186h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td>2 SWS / 28 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Für Studierende im Studiengang Statistik und Datenanalyse endet die Vorlesung vorzeitig bei reduziertem Aufwand (6 Leistungspunkte)</p> <table> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzzeit</th> <th>Selbststudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS / 42 h</td> <td>124h</td> </tr> <tr> <td>Übungen</td> <td>1 SWS / 14 h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186h	Übungen	2 SWS / 28 h			Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium																
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186h																
Übungen	2 SWS / 28 h																	
	Präsenzzeit	Selbststudium																
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124h																
Übungen	1 SWS / 14 h																	
<p><b>Ziele und Kompetenzen:</b></p> <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>																		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>direkte und iterative Lösungsverfahren, nichtlineare Gleichungssysteme, Interpolation, numerische Quadratur</p> <p>Vertiefung (für Studierende im Studiengang Statistik und Datenanalyse optional): Einschrittverfahren, Runge–Kutta–Verfahren, Fehlerabschätzungen, Stabilität, Steifigkeit</p>																		
<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b></p> <p>Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Statistik &amp; Datenanalyse (Bachelor)</p>																		
<p><b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b></p> <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I und II, Algorithmische Mathematik I und II</p>																		
<p><b>Prüfungsvorleistung:</b></p> <p>Ein Leistungsnachweis, vergeben für</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben</li> <li>• Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen</li> </ul>																		
<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p>mündliche Prüfung</p>																		

**Modulverantwortliche(r):**  
T. Richter (FMA-IAN)

## Funktionentheorie

### (Complex Analysis)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Funktionentheorie									
<b>Leistungspunkte:</b> 6									
<b>Niveau:</b> Bachelor									
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)									
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jedes Sommersemester									
<b>Arbeitsaufwand:</b> <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> <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>									
<b>Inhalt:</b> <p>Komplex differenzierbare, holomorphe und konforme Abbildungen, Möbius-Transformationen, komplexe Wegintegrale, Cauchysche Integralformel, topologische Grundbegriffe: (einfacher)Zusammenhang, Homotopie, Homologie; Laurentreihen, Residuensatz, Riemannscher Abbildungssatz</p>									
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> <p>Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor)</p> <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor)</p> <p>Pflichtfach nur für die Studienrichtung Mathematik</p>									
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I</p>									
<b>Prüfungsvorleistung:</b> <p>keine</p>									
<b>Prüfungsleistung:</b> <p>unbenotete Übungsleistung, erbracht durch erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen</p>									
<b>Modulverantwortliche(r):</b> <p>H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)</p>									

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

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Lineare Algebra I und II		
<b>Leistungspunkte:</b> 18		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> zwei Semester (Wintersemester + Sommersemester)		
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jährlich		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	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	
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<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>		
<b>Inhalt:</b>		
Lineare Gleichungssysteme, Determinanten, Vektorräume, Eigenwerte und Normalformen, Euklidische Vektorräume, Grundlagen der analytischen Geometrie, Bilinearformen		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
keine		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
Zwei Leistungsnachweise, vergeben für		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben</li> <li>• schriftliche Leistungskontrollen</li> <li>• Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen</li> </ul>		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
T. Kahle (FMA-IAG)		

## Proseminar

<b>Modulzugehörigkeit:</b> *		
<b>Leistungspunkte:</b> 3		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Proseminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot der ganzen FMA	2 SWS / 28 h	62 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
Die Studierenden lernen, sich selbstständig in ein einfaches mathematisches Thema einzuarbeiten. Dies schließt die eigenständige Organisation und Gestaltung mathematischer Materialien ein. Sie sind in der Lage, mathematische Inhalte in geeigneter Form zu präsentieren und können diese mit anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutieren.		
<b>Inhalt:</b>		
Nach Ankündigung der Dozentin oder des Dozenten		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Lehrveranstaltungen der ersten drei Semester		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Vergabe des Proseminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
<b>Bemerkungen:</b>		
*für Bachelor Statistik & Datenanalyse: Stochastische Prozesse		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

## Seminar

<b>Leistungspunkte:</b> 3		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Seminar nach Wahl aus dem vorhandenen Lehrangebot	2 SWS / 28 h	62 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<p>Die Studierenden können sich ein fortgeschrittenes mathematisches Thema selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden erarbeiten. Dies schließt eigenständige Literaturrecherche sowie das Studium – auch englischsprachiger – (Original-)Literatur ein.</p> <p>Sie sind in der Lage, komplexe mathematische Inhalte zu organisieren, didaktisch aufzubereiten und mittels moderner Medien zu präsentieren. Darüber hinaus können sie über die mathematischen Resultate mit anderen Teilnehmern und Teilnehmerinnen diskutieren.</p>		
<b>Inhalt:</b>		
Nach Ankündigung des Dozenten oder der Dozentin		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Je nach Themenwahl werden unterschiedliche Vorkenntnisse aus dem Bachelor- bzw. Master-Studiengang Mathematik vorausgesetzt.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Vergabe des Seminarscheins aufgrund von regelmäßiger Teilnahme, erfolgreichem Vortrag und evtl. schriftlicher Ausarbeitung		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
alle Dozenten und Dozentinnen der Fakultät für Mathematik		

## 2 Wahlpflichtmodule

### 2.1 Lehrgebiet: Algebra und Geometrie

#### Algebra

#### (Algebra)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Algebra									
<b>Leistungspunkte:</b> 6									
<b>Niveau:</b> Bachelor									
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)									
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jedes Sommersemester									
<b>Arbeitsaufwand:</b> <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übung</td><td>1 SWS / 14h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übung	1 SWS / 14h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übung	1 SWS / 14h								
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> <p>Die Studierenden lernen grundlegende algebraische Methoden und den Umgang mit abstrakten algebraischen Strukturen.</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. In den Übungen wird durch die Diskussion und Präsentation der Lösungen von ausgewählten Übungsaufgaben die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden gefördert.</p>									
<b>Inhalt:</b> <p><i>Gruppen:</i> Operation von Gruppen, Sylowsätze, abelsche Gruppen <i>Ringe:</i> Euklidische Ringe, Hauptidealringe, Polynomringe <i>Körper:</i> Körpererweiterungen, Zerfällungskörper, endliche Körper.</p>									
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> <p>Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor) Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor) Pflichtfach nur für die Studienrichtung Mathematik</p>									
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I und II</p>									
<b>Prüfungsvorleistung:</b> <p>keine</p>									
<b>Prüfungsleistung:</b> <p>unbenotete Übungsleistung, erbracht durch:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben</li><li>• schriftliche Leistungskontrollen</li><li>• Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen</li></ul>									
<b>Modulverantwortliche(r):</b> <p>B. Nill (FMA-IAG)</p>									

**Algebraische Topologie**  
**(Algebraic Topology)**

<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)
<b>Arbeitsaufwand:</b>
Präsenzzeit      Selbststudium
Vorlesung    3 SWS / 42 h              124 h
Übungen    1 SWS / 14 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>
Die Studierenden lernen fortgeschrittene algebraische Methoden und ihre Anwendungen in der Topologie.
Die Studierenden sind in der Lage über in Anwendungen auftretende algebraische Strukturen abstrakt zu argumentieren und selbstständig Fachliteratur zu recherchieren um Problemlösungen zu erarbeiten.
<b>Inhalt:</b>
Sätze und Methoden der algebraischen Topologie wie Homologie, Zellkomplexe, die Fundamentalgruppe, simpliziale und singuläre Homologie, exakte Folgen, Kohomologie, Künneth-Formel.
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
Lineare Algebra, Algebra
<b>Prüfungsvorleistung:</b>
keine
<b>Prüfungsleistung:</b>
mündliche Prüfung
<b>Modulverantwortliche(r):</b>
T. Kahle (FMA-IAG)

**Diskrete und Konvexe Geometrie**  
**(Discrete and Convex Geometry)**

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Diskrete und Konvexe Geometrie
<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Niveau:</b> Bachelor
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)
<b>Arbeitsaufwand:</b>
Präsenzzeit    Selbststudium
Vorlesung    3 SWS / 42 h            124 h
Übungen    1 SWS / 14 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>
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.
<b>Inhalt:</b>
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)
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
Lineare Algebra I und II; Analysis I und II
<b>Prüfungsvorleistung:</b>
keine
<b>Prüfungsleistung:</b>
mündliche Prüfung
<b>Modulverantwortliche(r):</b>
B. Nill (FMA-IAG)

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

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Einführung in die Geometrie
<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Niveau:</b> Bachelor
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)
<b>Arbeitsaufwand:</b>
Präsenzzeit    Selbststudium
Vorlesung    2 SWS / 28 h            94 h
Übungen    2 SWS / 28 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>
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: Erkennen und Beschreiben von geometrischen Strukturen und Zusammenhängen, Beweisführung für geometrische Sachverhalte, Beweise mittels Bilder, Entwicklung geometrischer Intuition sowie geometrischer Abstraktionsfähigkeiten Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffes und der Stärkung der Problemlösungskompetenz auch der Förderung der Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten der Studierenden.
<b>Inhalt:</b>
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.
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Lehramt an allgemeinbildenden Schulen (Bachelor)
Nicht verwendbar für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
Lineare Algebra I
<b>Prüfungsvorleistung:</b>
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.
<b>Prüfungsleistung:</b>
mündliche Prüfung
<b>Modulverantwortliche(r):</b>
P. Schwer (FMA-IAG)

## 2.2 Lehrgebiet: Analysis

### Analytische Zahlentheorie

#### (Analytical Number Theory)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Analytische Zahlentheorie									
<b>Leistungspunkte:</b> 9									
<b>Niveau:</b> Bachelor									
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Wintersemester)									
<b>Arbeitsaufwand:</b> <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>4 SWS / 56 h</td><td>186 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>2 SWS / 28 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h	Übungen	2 SWS / 28 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	4 SWS / 56 h	186 h							
Übungen	2 SWS / 28 h								
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> <p>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.</p> <p>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.</p>									
<b>Inhalt:</b> <p>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</p> <p>Literatur: Tom M. Apostol. Introduction to analytic number theory. Springer-Verlag, New York, 2000.</p>									
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor)</p> <p>Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)</p>									
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> <p>Analysis I und II, Lineare Algebra</p>									
<b>Prüfungsvorleistung:</b> <p>keine</p>									
<b>Prüfungsleistung:</b> <p>mündliche Prüfung</p>									
<b>Modulverantwortliche(r):</b> <p>M. Kunik (FMA-IAN)</p>									

## Elementare Differentialgeometrie

(Elementary differential geometry)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Differentialgeometrie
<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Niveau:</b> Bachelor Mathematik und Bachelor Lehramt
<b>Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> Jährlich
<b>Arbeitsaufwand:</b> 180 h, davon 56 h Anwesenheit, 124 h Selbststudium
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> 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.
<b>Inhalt:</b> Kurven in der euklidischen Ebene und im Raum, Bogenlänge, Krümmung, Torsion, Umlaufzahl, Flächen im euklidischen Raum, Tangentialebenen, erste und zweite Fundamentalform, Krümmungen, kovariante Differentiation von Vektorfeldern, Gaußkrümmung als isometrische Invariante
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematikingenieur/in (Bachelor); Lehramt an allgemeinbildenden Schulen (Bachelor)
<b>Modulverantwortliche(r):</b> H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)

## Funktionentheorie

### (Complex Analysis)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Funktionentheorie									
<b>Leistungspunkte:</b> 6									
<b>Niveau:</b> Bachelor									
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)									
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jedes Sommersemester									
<b>Arbeitsaufwand:</b> <table><thead><tr><th></th><th>Präsenzzeit</th><th>Selbststudium</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vorlesung</td><td>3 SWS / 42 h</td><td>124 h</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>1 SWS / 14 h</td><td></td></tr></tbody></table>		Präsenzzeit	Selbststudium	Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h	Übungen	1 SWS / 14 h	
	Präsenzzeit	Selbststudium							
Vorlesung	3 SWS / 42 h	124 h							
Übungen	1 SWS / 14 h								
<b>Ziele und Kompetenzen:</b> <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>									
<b>Inhalt:</b> <p>Komplex differenzierbare, holomorphe und konforme Abbildungen, Möbius-Transformationen, komplexe Wegintegrale, Cauchysche Integralformel, topologische Grundbegriffe: (einfacher)Zusammenhang, Homotopie, Homologie; Laurentreihen, Residuensatz, Riemannscher Abbildungssatz</p>									
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> <p>Pflichtfach für: Mathematik (Bachelor)</p> <p>Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor)</p> <p>Pflichtfach nur für die Studienrichtung Mathematik</p>									
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> <p>Analysis I und II, Lineare Algebra I</p>									
<b>Prüfungsvorleistung:</b> <p>keine</p>									
<b>Prüfungsleistung:</b> <p>unbenotete Übungsleistung, erbracht durch erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie Präsentation eigener Lösungswege in den Übungen</p>									
<b>Modulverantwortliche(r):</b> <p>H.-Ch. Grunau (FMA-IAN)</p>									

**Nichtlineare Funktionalanalysis**  
**(Nonlinear Functional Analysis)**

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Nichtlineare Funktionalanalysis
<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Niveau:</b> Bachelor
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)
<b>Arbeitsaufwand:</b>
Präsenzzeit    Selbststudium
Vorlesung    3 SWS / 42 h            124 h
Übungen    1 SWS / 14 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>
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.
<b>Inhalt:</b>
Analysis in Banachräumen, Abbildungsgradtheorie, Fixpunktsätze, Elemente der Variationsrechnung, Anwendungen auf volkswirtschaftliche und naturwissenschaftliche Fragen
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
Analysis I - III, Lineare Algebra I, Lineare Funktionalanalysis (nach Möglichkeit)
<b>Prüfungsvorleistung:</b>
keine
<b>Prüfungsleistung:</b>
mündliche Prüfung
<b>Modulverantwortliche(r):</b>
K. Deckelnick (FMA-IAN)

## 2.3 Lehrgebiet: Numerik

### Scientific Computing

#### (Scientific Computing)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Wissenschaftliches Rechnen (Scientific Computing)		
<b>Leistungspunkte:</b> 15		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> zwei Semester (Wintersemester + Sommersemester)		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung + Übung Wissenschaftliches Rechnen I	4+2 SWS / 84 h	186 h
Vorlesung + Übung Wissenschaftliches Rechnen II	3+1 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
<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>		
<b>Inhalt:</b>		
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		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master); Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel) und Master-Studiengang Computational Methods in Engineering		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Grundlagen Lineare Algebra und Programmierung, wünschenswert: Numerik, Numerische Lineare Algebra		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
J. Saak (FMA-IAN)		

## 2.4 Lehrgebiet: Optimierung

### Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung

#### (Mixed-Integer Nonlinear Programming)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
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.		
<b>Inhalt:</b>		
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.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung, Nichtlineare Optimierung		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
S. Sager (FMA-IMO)		

**Nichtlineare Optimierung**  
**(Nonlinear Programming)**

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Nichtlineare Optimierung
<b>Leistungspunkte:</b> 9
<b>Niveau:</b> Bachelor
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Wintersemester)
<b>Arbeitsaufwand:</b>
Präsenzzeit    Selbststudium
Vorlesung    4 SWS / 56 h            186 h
Übungen    2 SWS / 28 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>
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. In begleitenden Übungen vertiefen Studierende ihr diesbezügliches Verständnis und erlernen dabei, Algorithmen effizient auf dem Computer zu implementieren.
<b>Inhalt:</b>
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.
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>
Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>
Mathematische Grundvorlesungen, Einführung in die Optimierung
<b>Prüfungsvorleistung:</b>
keine
<b>Prüfungsleistung:</b>
mündliche Prüfung
<b>Modulverantwortliche(r):</b>
S. Sager (FMA-IMO)

## 2.5 Lehrgebiet: Stochastik

### Statistik mit R

#### (Statistics with R)

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Statistik mit R		
<b>Leistungspunkte:</b> 3		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung Statistik mit R (mit integrierter Übung)	2 SWS / 28 h	62 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
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.		
<b>Inhalt:</b>		
Konzepte der Programmierung mit R, Datenaufbereitung, -auswertung und -visualisierung mit R, numerische Analyse statistischer Verfahren mit R		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel), für Statistik Master: Wahlpflichtmodul Spezialisierung		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Kenntnisse im Umfang der Vorlesung Statistische Methoden sind sinnvoll, die Vorlesung kann aber parallel besucht werden.		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
Regelmäßige Teilnahme sowie erfolgreiche Bearbeitung und Präsentation (mündlich oder schriftlich) von Programmieraufgaben.		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
C. Kirch (FMA-IMST)		

**Statistische Methoden**  
**(Statistical Methods)**

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Statistische Methoden		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)		
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jedes Sommersemester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
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.		
<b>Inhalt:</b>		
Deskriptive Statistik, grundlegende Konzepte und Verfahren des statistischen Schätzens und Testens, Konfidenzintervalle, Maximum-Likelihood-Schätzung und Momentenmethode. Ein- und Zwei-Stichproben-Tests bei normalverteilten Daten, Binomialtest, Chi-Quadrat-Tests, Methode der Kleinsten Quadrate, lineare Regression, einfaktorielle Varianzanalyse. 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.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor); Mathematikingenieur/in (Bachelor) Wahlpflichtfach für: Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master) Auch für den Master-Studiengang Mathematik (30 CP-Regel)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Einführung in die Stochastik		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
H. Großmann (FMA-IMST)		

**Stochastische Prozesse**  
**(Stochastic Processes)**

<b>Modulzugehörigkeit:</b> Stochastische Prozesse		
<b>Leistungspunkte:</b> 6		
<b>Niveau:</b> Bachelor		
<b>Dauer des Moduls:</b> ein Semester (Sommersemester)		
<b>Häufigkeit des Angebots (Turnus):</b> jedes Sommersemester		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
	Präsenzzeit	Selbststudium
Vorlesung (mit integrierten Übungen)	4 SWS / 56 h	124 h
<b>Ziele und Kompetenzen:</b>		
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.		
<b>Inhalt:</b>		
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) und daraus abgeleitete Prozesse.		
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>		
Pflichtfach für: Statistik & Datenanalyse (Bachelor)		
Wahlpflichtfach für: Statistik (Master); Mathematik (Bachelor); Mathematik (Master)		
Empfohlen für die Studienrichtung Wirtschaftsmathematik, auch für die Master-Studiengänge Mathematik und Statistik (30 CP-Regel)		
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b>		
Einführung in die Stochastik		
<b>Prüfungsvorleistung:</b>		
keine		
<b>Prüfungsleistung:</b>		
mündliche Prüfung		
<b>Modulverantwortliche(r):</b>		
A. Janßen (FMA-IMST)		

## 2.6 Weitere Informationen

### 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
	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
	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](#)<sup>1</sup>.

Weitere Belegungen sind auf Antrag möglich.

---

<sup>1</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2414-p-114.html](https://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	Allgemeine Elektrotechnik I	2+1	5
2	Technische Mechanik I	2+4	5
3	Technische Mechanik II	2+4	5
4	Technische Mechanik III	2+4	5
5	Strömungsmechanik	2+2	5
6	Thermodynamik	2+2	5
	Summe		30

*Studienrichtung Technomathematik:*

Sem.	Modul	SWS	CP
1	Allgemeine Elektrotechnik I	2+1	5
2	Technische Mechanik I	2+4	5
	Allgemeine Elektrotechnik II	2+1	5
3	Technische Mechanik II	2+4	5
4	Technische Mechanik III	2+4	5
5	Strömungsmechanik	2+2	5
	Werkstoffe 1	2+2+1	5
	Technische Thermodynamik 1		5
6	Technische Thermodynamik 2		5
	Summe		45

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Maschinenbau<sup>2</sup>](#).

---

<sup>2</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2430-p-114.html](https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html)

## Anwendungsfach Physik (Physics)

Modulbelegung für das Anwendungsfach Physik

*Studienrichtung Mathematik:*

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*<sup>3</sup>.

3. bis 5. Semester: Lehrveranstaltungen gemeinsam mit Physikstudenten.

Die Modulbeschreibungen finden Sie im *Modulhandbuch Physik*<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2430-p-114.html](https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2430-p-114.html)

<sup>4</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2442-p-114.html](https://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	<b><i>eine der Lehrveranstaltungen:</i></b>		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<sup>5</sup>](#).

---

<sup>5</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2402-p-114.html](https://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	<b>zwei der Lehrveranstaltungen: (2*5CP)</b>		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 BWL](#)<sup>6</sup> und im [Modulhandbuch VWL](#)<sup>7</sup>.

Weitere Belegungen sind auf Antrag möglich.

<sup>6</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2402-p-114.html](https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2402-p-114.html)

<sup>7</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2456-p-114.html](https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2456-p-114.html)

## 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	<b>eine der Lehrveranstaltungen:</b> Digitale Signalverarbeitung Einführung in die Mikrosystemtechnik Computer Tomographie – Theorie und Anwendung	3	4
	Summe		44

Die Modulbeschreibungen finden Sie im [Modulhandbuch Elektrotechnik und Informationstechnik](#)<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>[https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media\\_id-2410-p-114.html](https://www.bekanntmachungen.ovgu.de/-media_id-2410-p-114.html)