

# Modulhandbuch

für den Studiengang

1. Staatsprüfung für das Lehramt  
an Gymnasien Mathematik  
(Prüfungsordnungsversion: 20192)

für das Sommersemester 2025

# Inhaltsverzeichnis

Analysis I (65001).....	3
Analysis II (65004).....	5
Lineare Algebra I (65011).....	7
Lineare Algebra II (65013).....	9
Algebra (65311).....	11
Seminar (65332).....	13
Funktionentheorie I (65351).....	15
Fachdidaktik A Mathematik (FDAG) (65510).....	17
Fachdidaktik B Mathematik (FDBG) (65520).....	19
Analysis für Lehramt (65595).....	21
Körpertheorie (65612).....	23
Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik	
Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071).....	25
Seminar Angewandte Mathematik (65069).....	27
Kryptographie für Lehramt (65085).....	28
Numerik partieller Differentialgleichungen (65140).....	30
Nichtlineare Optimierung (65150).....	31
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161).....	33
Robuste Optimierung 1 (65175).....	35
Einführung in die Numerik (65210).....	37
Diskretisierung und numerische Optimierung (65231).....	39
Mathematische Modellierung Theorie (65254).....	41
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....	43
Angewandte Mathematik (65602).....	45
Discrete optimization I (65917).....	46
Kryptographie I (65979).....	47
Operations Research 2 (65991).....	49
Numerics of Partial Differential Equations (65993).....	50
Wahlpflichtbereich Stochastik	
Stochastische Modellbildung (65062).....	53
Wahrscheinlichkeitstheorie (65091).....	55
Wahlpflichtbereich Geometrie	
Curves and surfaces für Lehramtsstudierende (65948).....	58
Mengentheoretische Topologie und elementare Homotopietheorie (65073).....	60
Algebraische Kurven für Bachelor/Lehramt (65074).....	62
Topologie (65080).....	63
Geometrie (65621).....	64
Geometrie von Mannigfaltigkeiten (65976).....	65
Differentialgeometrie (65879).....	67

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65001	<b>Analysis I</b> Calculus I	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Emil Wiedemann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naive Mengenlehre und Logik</li> <li>• Grundeigenschaften der natürlichen, rationalen und reellen Zahlen: Vollständige Induktion, Körper- und Anordnungsaxiome, Vollständigkeit, untere / obere Grenzen, Dichtheit von <math>\mathbb{Q}</math> in <math>\mathbb{R}</math>, abzählbare und überabzählbare Mengen</li> <li>• Komplexe Zahlen: Rechenregeln und ihre geometrische Interpretation, quadratische Gleichungen</li> <li>• Konvergenz, Cauchy-Folgen, Vollständigkeit</li> <li>• Zahlenfolgen und Reihen: Konvergenzkriterien und Rechenregeln, absolute Konvergenz, Potenzreihen, unendliche Produkte</li> <li>• Elementare Funktionen, rationale Funktionen, Potenzen mit reellen Exponenten, Exponentialfunktion, Hyperbelfunktionen, trigonometrische Funktionen,</li> <li>• Monotonie und Umkehrfunktion, Logarithmus</li> <li>• Stetige reellwertige Funktionen: Zwischenwertsatz, Existenz von Minimum und Maximum auf kompakten Mengen, stetige Bilder von Intervallen und Umkehrbarkeit, gleichmäßige Stetigkeit, gleichmäßige Konvergenz</li> <li>• Differential- und Integralrechnung in einer reellen Veränderlichen</li> <li>• Rechenregeln für Differentiation, Mittelwertsatz der Differentialrechnung, Taylorformel, Extremwerte und Kurvendiskussion, Definition des Integrals und Rechenregeln, gliedweise Differentiation, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Mittelwertsatz der Integralrechnung.</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren und erklären elementare Grundbegriffe der Analysis;</li> <li>• wenden das Basiswissen der Analysis an und reproduzieren grundlegende Prinzipien;</li> <li>• wenden grundlegende und einfache Techniken der Analysis an;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen elementare Zusammenhänge.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (120 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (bestanden/nicht bestanden)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskripte zu diesem Modul</li> <li>• O. Forster: Analysis I, II; Vieweg</li> <li>• V. Zorich: Analysis I, II; Springer</li> <li>• S. Hildebrandt: Analysis I,II, Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65004	<b>Analysis II</b> Calculus II	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analysis II (4 SWS)	6 ECTS
		Übung: TAFELÜBUNG (2 SWS)	2 ECTS
		Übung: Übungen zur Analysis II (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Emil Wiedemann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourier-Reihen</li> <li>• Metrische Räume: Topologie metrischer Räume, stetige Abbildungen zwischen metrischen Räumen, Kompaktheit, Vollständigkeit, Fixpunktsatz von Banach, Satz von Arzela-Ascoli</li> <li>• Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen: Partielle Ableitung und Jacobi-Matrix, Satz von Schwarz, totale Ableitung und Linearisierung, lineare Differentialoperatoren (Gradient, Divergenz, Rotation), Lipschitz-Stetigkeit und Schrankensatz, Extremwerte, Extrema mit Nebenbedingungen, Taylorformel, Sätze über implizite und inverse Funktionen, Untermannigfaltigkeiten</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erweitern ihr Spektrum an Grundbegriffen der Analysis und erklären diese;</li> <li>• wenden das Grundwissen der Analysis an, reproduzieren und vertiefen grundlegende Prinzipien und ordnen diese ein;</li> <li>• wenden Grundtechniken der Analysis an;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module Analysis I</li> <li>• Lineare Algebra I</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskripte zu diesem Modul</li> <li>• O. Forster: Analysis I, II; Vieweg</li> <li>• V. Zorich: Analysis I, II; Springer</li> <li>• S. Hildebrandt: Analysis I, II; Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65011	<b>Lineare Algebra I</b> Linear algebra I	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppen und Körper</li> <li>• Vektorräume</li> <li>• Lineare Abbildungen</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Basen und Dimension</li> <li>• Koordinatentransformation</li> <li>• Determinante</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren</li> <li>• Diagonalisierung</li> <li>• Jordan Normalform</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen lineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ;</li> <li>• erläutern und verwenden den Gauß-Algorithmus zum Lösen linearer Gleichungssysteme;</li> <li>• verwenden die abstrakten Strukturen Körper und Vektorraum;</li> <li>• übersetzen zwischen linearen Abbildungen und zugehörigen Matrizen und berechnen so charakteristische Daten linearer Abbildungen;</li> <li>• beherrschen den Determinantenkalkül</li> <li>• erkennen und verwenden spezielle Eigenschaften linearer Abbildungen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Übungsleistung Klausur (120 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (bestanden/nicht bestanden)</p>	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Strang: Lineare Algebra; Springer</li> <li>• B. Huppert, W. Willems: Lineare Algebra; Vieweg</li> <li>• G. Fischer: Lineare Algebra; Vieweg</li> <li>• W. Greub: Lineare Algebra; Springer</li> <li>• H. J. Kowalsky, G. Micheler: Lineare Algebra; de Gruyter</li> <li>• F. Lorenz: Lineare Algebra I, II; Spektrum</li> <li>• P. Knabner, W. Barth: Lineare Algebra Grundlagen und Anwendungen; Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65013	<b>Lineare Algebra II</b> Linear algebra II	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Großübung (2 SWS)	2 ECTS
		Übung: Intensivierungsübung (2 SWS)	2 ECTS
		Übung: Übungen zur Linearen Algebra II (2 SWS)	2 ECTS
		Vorlesung: Lineare Algebra II (4 SWS)	6 ECTS
		Übung: Tafelübungen zu Lineare Algebra II (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Creutzig	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jordan'sche Normalform</li> <li>• Anwendung der JNF: Matrixpotenzen und lineare Differentialgleichungssysteme</li> <li>• Quotientenvektorraum, Dualraum</li> <li>• Bilinearformen, hermitesche Formen</li> <li>• Adjungierte und normale Operatoren, Singulärwerte</li> <li>• Tensorprodukte</li> <li>• affine Geometrie</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen lineare und nichtlineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ;</li> <li>• verwenden und untersuchen quadratische Formen als die einfachsten nicht-linearen Funktionen;</li> <li>• formulieren und behandeln geometrische Probleme algebraisch;</li> <li>• verwenden Dual- und Quotientenräume zur Analyse linearer Abbildungen;</li> <li>• erkennen die Querverbindung zur Analysis;</li> <li>• führen exemplarische inner- und außermathematische Anwendungen durch.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Analysis I</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Huppert, W. Willems: Lineare Algebra; Vieweg</li> <li>• G. Fischer: Lineare Algebra; Vieweg</li> <li>• G. Fischer: Analytische Geometrie; Vieweg</li> <li>• W. Greub: Lineare Algebra; Springer</li> <li>• H. J. Kowalsky, G. Micheler: Lineare Algebra; de Gruyter</li> <li>• F. Lorenz: Lineare Algebra I, II; Spektrum</li> <li>• P. Knabner, W. Barth: Lineare Algebra Grundlagen und Anwendungen; Springer</li> <li>• G. Strang: Lineare Algebra; Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65311	<b>Algebra</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen</li> <li>• Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale,</li> <li>• Irreduzibilität</li> <li>• Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese;</li> <li>• behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig;</li> <li>• lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Module Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit Übungsleistung Dauer Klausur: 120 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit Übungsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M. Artin: Algebra</li><li>• Fischer: Algebra</li><li>• N. Jacobson: Basic Algebra I, II + Skript</li><li>• S. Lang: Algebra</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65332	<b>Seminar</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Markovketten (2 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Seminar Zahlentheorie (2 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Seminar über reelle Funktionen (2 SWS)	-
		Seminar: Bachelorseminar "Kontinuierliche Optimierung" (2 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Bachelor Seminar "Amenable Groups"	-
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard Prof. Dr. Torben Krüger apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert Prof. Dr. Lea Boßmann Michael Schuster Prof. Dr. Kang Li	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Timm Oertel
5	<b>Inhalt</b>	Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Dozenten/innen bekannt gegeben.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik;</li> <li>• verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch;</li> <li>• tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Module der GOP
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Vortrag (60 Min) und schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65351	<b>Funktionentheorie I</b> Complex analysis I	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionentheorie (2 SWS) Übung: Übungen zur Funktionentheorie I (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Lea Boßmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holomorphe Abbildungen</li> <li>• Cauchy-Riemann'sche Differentialgleichungen</li> <li>• Wegintegrale und der Cauchy'sche Integralsatz</li> <li>• Satz von Liouville</li> <li>• Laurent-Reihen</li> <li>• Residuenkalkül</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Grundprinzipien der Funktionentheorie und wenden diese an;</li> <li>• erkennen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen reell und komplex differenzierbaren Funktionen und erklären diese;</li> <li>• wenden komplex-analytische Methoden zur Lösung von Problemen der reellen Analysis selbständig an.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Analysis I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur mit Übungsleistung Dauer Klausur: 90 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit Übungsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freitag, Busam: Funktionentheorie I</li> </ul>	

- Remmert: Funktionentheorie

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65510	<b>Fachdidaktik A Mathematik (FDAG)</b> Mathematics Teaching Methodology A for Secondary Education/Gymnasium	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Einführung in die Mathematikdidaktik am Beispielbereich Zahlen, Operationen und Funktionaler Zusammenhang (Didaktik der Arithmetik) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anke Lindmeier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anke Lindmeier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Didaktik der Stochastik (im WS):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsstandards in der Stochastik</li> <li>• Beschreibende Statistik und deren Didaktik</li> <li>• Kombinatorik</li> <li>• Begriffe, Methoden und Didaktik der Wahrscheinlichkeitsrechnung vom Zufallsexperiment bis zur Binomialverteilung</li> <li>• Beurteilende Statistik und deren Didaktik</li> <li>• Didaktische Prinzipien</li> </ul> <p>Didaktik der Arithmetik (im SS):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsstandards in der Arithmetik</li> <li>• Äquivalenzklassenkonzept der Zahlbereiche von IN bis IR</li> <li>• Didaktik (Einführung, Übung, Vertiefung, Differenzieren, Fehler der ganzen, der rationalen und der reellen Zahlen und zugehörigen Rechenoperationen)</li> <li>• Didaktische Prinzipien</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reproduzieren/analysieren schulrelevante Definitionen und Sätze aus der Stochastik/Arithmetik und verdeutlichen diese anhand eigener Beispiele</li> <li>• reproduzieren und entwickeln Beweise zu ausgewählten, schulrelevanten Sätzen aus der Stochastik/Arithmetik</li> <li>• beurteilen unterrichtliche Zugänge zu ausgewählten Themenbereichen aus der Stochastik/Arithmetik hinsichtlich der benötigten Lernvoraussetzungen und den resultierenden Erkenntnisgewinnen</li> <li>• übertragen didaktische Prinzipien und Ansätze (offene Aufgabenformate, EIS-Prinzip, operatives Prinzip, etc.) auf ausgewählte Themenbereiche aus der Stochastik/Arithmetik</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3;4;5;6;7;8;9	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachdidaktik Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten)	

		Klausur (180 Min.) oder zwei Teilklausuren (je 90 Min.) (Das Modul kann wahlweise mit einer Klausur oder zwei Teilklausuren abgeschlossen werden. Im letzteren Fall müssen beide Teilklausuren bestanden sein.)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (50%) Klausur (50%) 100 % der Klausurnote bzw. des Durchschnitts der beiden Teilklausurnoten.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Keine

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65520	<b>Fachdidaktik B Mathematik (FDBG)</b> Mathematics Teaching Methodology B for Secondary Education/Gymnasium	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Didaktik im Bereich Raum und Form (Didaktik der Geometrie) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Nicolai von Schroeders	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anke Lindmeier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Didaktik der Analysis (im WS):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsstandards in der Analysis</li> <li>• Definitionen, Sätze und Beweise aus der Analysis der Sekundar- stufe II</li> <li>• Didaktik (Einführung, Übung, Vertiefung, Differenzieren, Fehler- analyse, etc.) der Differential- und Integralrechnung</li> <li>• Didaktische Prinzipien</li> </ul> <p>Didaktik der Geometrie (im SS):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsstandards in der Geometrie</li> <li>• Definitionen, Sätze und Beweise in der Geometrie, Begriffsbildung</li> <li>• Didaktik (Einführung, Übung, Vertiefung, Differenzieren, Fehler- analyse, etc.) der ebenen und räumlichen Figuren, der Kongruenz- und Ähnlichkeitsabbildungen, der Satzgruppe des Pythagoras etc.</li> <li>• Didaktische Prinzipien</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reproduzieren/analysieren schulrelevante Definitionen und Sätze aus der Analysis/Geometrie und verdeutlichen diese anhand eigener Beispiele</li> <li>• reproduzieren und entwickeln Beweise zu ausgewählten, schulrelevanten Sätzen aus der Analysis/Geometrie</li> <li>• beurteilen unterrichtliche Zugänge zu ausgewählten Themenbereichen aus der Analysis/Geometrie hinsichtlich der benötigten Lernvoraussetzungen und den resultierenden Erkenntnisgewinnen</li> <li>• übertragen didaktische Prinzipien und Ansätze (offene Aufgaben formate, EIS-Prinzip, operatives Prinzip, etc.) auf ausgewählte Themenbereiche aus der Analysis/Geometrie</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3;4;5;6;7;8;9	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachdidaktik Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten)	

		Klausur (180 Min.) oder zwei Teilklausuren (je 90 Min.) (Das Modul kann wahlweise mit einer Klausur oder zwei Teilklausuren abgeschlossen werden. Im letzteren Fall müssen beide Teilklausuren bestanden sein.)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (50%) Klausur (50%) 100% der Klausurnote bzw. des Durchschnitts der beiden Teilklausurnoten.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Keine

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65595	<b>Analysis für Lehramt</b> Calculus I	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Thomas Creutzig	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration über Gebiete im <math>\mathbb{R}^d</math></li> <li>• Transformation von Integralen</li> <li>• Integration über Mannigfaltigkeiten, Flächenformel</li> <li>• Vektorfelder und Differentialformen</li> <li>• Satz von Gauß, Satz von Stokes</li> <li>• Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden</li> <li>• Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem</li> <li>• Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall)</li> <li>• Fortsetzung von Lösungen</li> <li>• lineare und gestörte lineare Systeme</li> <li>• autonome Systeme und Flüsse</li> <li>• Stabilität</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären analytische Grundbegriffe;</li> <li>• verwenden Basiswissen und Techniken der Analysis und reproduzieren grundlegende Prinzipien;</li> <li>• klassifizieren und lösen analytische Problemstellungen;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Arens, F. Hettlich, C. Karpfinger, U. Kockelkorn, K. Lichtenegger, H. Stachel: Mathematik</li> <li>• O. Forster: Analysis 3</li> <li>• B. Aulbach: Gewöhnliche Differenzialgleichungen</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65612	<b>Körpertheorie</b> Algebraic theory of fields	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Körpertheorie (2 SWS) Vorlesung: Körpertheorie (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr. Bart van Steirteghem	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Körpererweiterungen</li> <li>• Konstruktionen mit Zirkel und Lineal</li> <li>• Galoiskorrespondenz</li> <li>• Auflösbarkeit von Gleichungen</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die grundlegenden Begriffe der Erweiterungstheorie von Körpern erkennen die Zusammenhänge zwischen ihnen und erklären diese;</li> <li>• wenden das erlernte Fachwissen auf klassische mathematische Probleme selbständig an und arbeiten mit Galoiskorrespondenzen;</li> <li>• analysieren und bewerten algebraische Strukturen und erkennen Zusammenhänge</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Modul Algebra	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> <li>• Lang: Algebra</li> <li>• Artin: Galois Theory</li> </ul>	

# Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 48071	<b>Introduction to Statistics and Statistical Programming</b> Introduction to statistics and statistical programming	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2 SWS)	2 ECTS
		Übung: Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS)	1 ECTS
		Übung: Problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS)	2 ECTS
		Tutorium: Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) Review session: participation voluntary	0 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the statistical software R and elementary programming</li> <li>• Descriptive statistics: visualisation and parameters of categorial and metric data, qq-plot, curve fitting, log- and loglog-plots, robust techniques</li> <li>• Inferential statistics: methods for estimating and testing: parametric tests, selected non-parametric tests, exact and asymptotic confidence regions</li> <li>• Simulation: random numbers, Monte carlo</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and explain standard techniques in descriptive and inferential statistics.</li> <li>• explain their solution of a non-trivial statistical problem to other people and to discuss alternative solutions within a group.</li> <li>• perform statistical standard analyses within a prescribed time limit on the computer, and to correctly interpret the computer output.</li> <li>• perform elementary statistical simulations.</li> <li>• formulate adequate questions concerning a given data set, suggest correct methods for analysis, and to implement these on the computer.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Stochastische Modellbildung (strongly recommended)	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Examination: written exam 90 min	

		Exercise performance: weekly homework (approx. 4 tasks per week)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes</li> <li>• Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007</li> <li>• <a href="http://www.cran.r-project.org">www.cran.r-project.org</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65069	<b>Seminar Angewandte Mathematik</b> Seminar: Applied mathematics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Neural Network Approximation (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Cornelia Schneider	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	<b>Inhalt</b>	Die aktuellen Themen werden zeitnah vom Dozenten bekannt gegeben und mit den Studierenden individuell abgesprochen. Nähere Informationen können semesteraktuell dem Modulverzeichnis im UnivIS entnommen werden.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Angewandten Mathematik;</li> <li>• verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch;</li> <li>• tauschen sich untereinander und mit dem Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Module der GPO
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden rechtzeitig vom Dozenten bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65085	<b>Kryptographie für Lehramt</b> Cryptography for teaching degrees	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Kryptographie</li> <li>• Klassische Chiffrierverfahren</li> <li>• Grundeigenschaften der Ringe <math>Z</math> und <math>Z/nZ</math></li> <li>• Primzahltests</li> <li>• Public-Key-Kryptosysteme RSA</li> <li>• Fermat-Faktorisierung</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an</li> <li>• nützen Software wie Python oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse</li> <li>• erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zum Modul</li> <li>• J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie</li> </ul>

- J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65140	<b>Numerik partieller Differentialgleichungen</b> Numerical methods for partial differential equations	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65150	<b>Nichtlineare Optimierung</b> Nonlinear optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden)</li> <li>• Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung;</li> <li>• modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II und Numerische Mathematik.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999</li> </ul>	

- Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002
- W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg, 2002
- F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004
- M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming Theory and Algorithms; Wiley, New York, 1993

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65161	<b>Lineare und Kombinatorische Optimierung</b> Linear and combinatorial optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Dieter Weninger	
5	<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zur Vorlesung gehören auch die Dualität der linearen Optimierung und das Simplexverfahren. Gegenstand der Vorlesung ist zudem die Analyse von Algorithmen und die Vermittlung algorithmischer Grundprinzipien. Neben der vierstündigen Vorlesung werden zweistündige Übungen angeboten. Anhand von Präsenz- und Hausaufgaben werden wesentliche Lerninhalte geübt. Zusätzlich werden Softwareübungen angeboten.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme;</li> <li>• erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an;</li> <li>• klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li><li>• Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003</li><li>• Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65175	<b>Robuste Optimierung 1</b> Robust optimization	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 1 (2 SWS) Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Florian Rösel Martina Kuchlbauer Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind.</p> <p>Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung.</p> <p>Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die wiederherstellbare Robustheit gelehrt.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese;</li> <li>• nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li><li>• Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press</li></ul>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65210	<b>Einführung in die Numerik</b> Introduction to numerics	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen]</li> <li>• Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren</li> <li>• Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren)</li> <li>• Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme)</li> <li>• Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse)</li> <li>• Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton)</li> <li>• Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT)</li> <li>• Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese;</li> <li>• urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens;</li> <li>• setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch;</li> <li>• erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: (Direkte und) iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, nicht-lineare Gleichungssysteme, insbesondere Newton-Verfahren, (nicht)lineare Ausgleichsrechnung, Interpolation und Integration, Numerik von Eigenwertaufgaben;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module zur Analysis und Linearen Algebra</li> <li>• Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden.</li> </ul>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002</li> <li>• P. Deuffhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002</li> <li>• J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65231	<b>Diskretisierung und numerische Optimierung</b> Discretisation and numerical optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (4 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2 SWS)</p> <p>Tutorium: Tutorium zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2 SWS)</p> <p>Übung: Programmier-Kurs zur Diskretisierung und Numerischen Optimierung (2 SWS)</p>	<p>7 ECTS</p> <p>2 ECTS</p> <p>1 ECTS</p> <p>-</p>
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Teil 1: Diskretisierung Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation</li> <li>• asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz</li> <li>• Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite</li> <li>• Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität</li> <li>• Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Einführung in Finite-Element-Verfahren</li> </ul> <p>Teil 2: Unrestringierte Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstiegsverfahren</li> <li>• CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton)</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Penalty- und Barriereverfahren</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschrieben werden können oder von unrestringierten, endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese;</li> <li>• urteilen über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens;</li> <li>• setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch;</li> <li>• erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite-Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis</li> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Programmierung</li> <li>• Einführung Numerik</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Deuffhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002</li> <li>• J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002</li> <li>• Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik (laufend aktualisiert)</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65254	<b>Mathematische Modellierung Theorie</b> Mathematical modelling theory	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen</li> <li>Modelle in Form von linearen Gleichungssystemen (elektrische Netzwerke, Stabwerke, Zusammenhang zu Minimierungsaufgaben), nicht-linearen Gleichungssystemen (chemisches Gleichgewicht in reaktiven Mehrspeziessystemen), Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen (chemische Reaktionen, Populationsmodelle)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien;</li> <li>erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig;</li> <li>lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Praxis</li> <li>Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen empfohlen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li> <li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li> <li>• G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, 1986</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65255	<b>Mathematische Modellierung Praxis</b> Mathematical modelling practical	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>		
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bearbeiten Modellierungsprojekte im Team;</li> <li>• modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch;</li> <li>• prägen Problemlösungskompetenz aus;</li> <li>• erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie</li> <li>• Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminararbeit+Vortrag	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminararbeit+Vortrag (bestanden/nicht bestanden)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li> <li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li> </ul>	

- G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65602	<b>Angewandte Mathematik</b> Applied Mathematics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2 SWS)	2 ECTS
		Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2 SWS)	5 ECTS
		Tutorium: Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS)	0 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard Florian Rösel Martina Kuchlbauer Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	<b>Inhalt</b>	Wechselnde Themen aus dem Gebiet der Angewandten Mathematik (z.B. Computeralgebra, Algorithmische Geometrie, Diskrete Mathematik, Optimierung, Numerik)
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren und erklären die Grundbegriffe des jeweiligen Themengebiets;</li> <li>• modellieren und lösen praxisrelevante Problemstellungen;</li> <li>• leiten die zugrunde liegende Theorie her;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Empfohlen: Analysis I + II, Lineare Algebra I + II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Zu finden unter den gleichnamigen Modulbeschreibungen der Lehrveranstaltungen.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65917	<b>Discrete optimization I</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	<b>Inhalt</b>	Theoretical and practical fundamentals of solving difficult mixed-integer linear optimization problems (MIPs) constitute the main focus of this lecture. At first, the concept of NP-completeness and a selection of common NP-complete problems will be presented. As for polyhedral theory, fundamentals concerning the structure of faces of convex polyhedra will be covered. Building upon these fundamentals, cutting plane algorithms as well as branch-and-cut algorithms for solving MIPs will be taught. Finally, some typical problems of discrete optimization, e.g., the knapsack problem, the traveling salesman problem or the set packing problem will be discussed.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• will gain basic theoretical knowledge of solving mixed-integer linear optimization problems (MIPs),</li> <li>• are able to solve MIPs with the help of state-of-the-art optimization software.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: Linear and Combinatorial Optimization	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65979	<b>Kryptographie I</b> Cryptography I	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Kryptographie</li> <li>• Klassische Chiffrierverfahren</li> <li>• Grundeigenschaften der Ringe <math>Z</math> und <math>Z/nZ</math></li> <li>• Primzahltests</li> <li>• Public-Key-Kryptosysteme RSA</li> <li>• Die Pollard-rho-Methode zur Faktorisierung</li> <li>• Kryptographische Anwendungen diskreter Logarithmen</li> <li>• Kryptographische Hashfunktionen</li> <li>• Digitale Signaturen</li> <li>• Methoden zur Berechnung diskreter Logarithmen</li> <li>• Enigma</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an</li> <li>• nützen Software wie Maple, Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse</li> <li>• erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zum Modul</li><li>• J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie</li><li>• J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65991	<b>Operations Research 2</b> Operations research 2	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Dieter Weninger	
5	<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zum Vorlesungsumfang gehört auch das Simplexverfahren für lineare Programme und das Studium algorithmischer Grundprinzipien wie Sortieren, Greedy, Tiefen- und Breitensuche sowie Heuristiken.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme;</li> <li>• erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an;</li> <li>• klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Mathematik Pflichtkurse aus dem Bachelorprogramm	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> <li>• Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003</li> <li>• Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65993	<b>Numerics of Partial Differential Equations</b> Numerics of partial differential equations	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classical approach for the Poisson problem (outline)</li> <li>• Variational theory of linear elliptic boundary value problems</li> <li>• Possible discretization methods (FD, FEM, FV, spectral methods)</li> <li>• Conforming FEM for linear elliptic boundary value problems (2nd order) (types of elements, affine-equivalent triangulations, interpolation estimates, error estimates, Aubin-Nitsche)</li> <li>• Aspects of implementation</li> <li>• Iterative methods for large sparse linear systems of equations (condition number of finite element matrices, linear stationary methods (recall), cg method (recall), preconditioning, Krylov subspace methods)</li> <li>• Outlook to nonlinear problems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• apply algorithmic approaches for models with partial differential equations and explain and evaluate them,</li> <li>• are capable to judge on a numerical methods properties regarding stability and efficiency,</li> <li>• implement (with own or given software) numerical methods and critically evaluate the results,</li> <li>• explain and apply a broad spectrum of problems and methods with a focus on conforming finite element methods for linear elliptic problems,</li> <li>• collect and evaluate relevant information and realize relationships.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic knowledge in numerics, discretization, and optimization	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Ern &amp; J.-L. Guermond: Theory and practice of finite elements. Springer 2004</li> <li>• W. Hackbusch: Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment. Springer, 2nd edition 2017, (also available in German)</li> <li>• D. Braess: Finite Elements. Cambridge University Press 2010</li> <li>• A. Quarteroni &amp; A. Valli: Numerical approximation of partial differential equations. Springer 1994</li> <li>• P. Knabner &amp; L. Angermann: Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Differential Equations, Springer 2003</li> <li>• lecture notes</li> </ul>

# Wahlpflichtbereich Stochastik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65062	<b>Stochastische Modellbildung</b> Stochastic modelling	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Torben Krüger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung)</li> <li>• Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung</li> <li>• Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit)</li> <li>• Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation)</li> <li>• Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen</li> <li>• Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten</li> <li>• Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen</li> <li>• Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis</li> <li>• Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen</li> <li>• der Poissonprozess</li> <li>• Markowketten</li> <li>• Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität)</li> <li>• Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele)</li> <li>• Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität</li> <li>• Regressionsanalyse</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden;</li> <li>• führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch;</li> <li>• verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her;</li> <li>• klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis I und II</li> <li>• Lineare Algebra I und II</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Stochastik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Prüfungsleistung: Klausur 90 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005</li> <li>• Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65091	<b>Wahrscheinlichkeitstheorie</b> Probability theory	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wahrscheinlichkeitstheorie (4 SWS)	10 ECTS
		Übung: Zentralübung zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS)	3 ECTS
		Tutorium: Tutorien zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS)	0 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Torben Krüger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Torben Krüger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengensysteme, messbare Abbildungen, Maße, Integrationstheorie</li> <li>• Maße mit Dichten</li> <li>• Produkträume, unabhängige Zufallsvariablen und gekoppelte Experimente</li> <li>• Bedingte Erwartungen und Martingale</li> <li>• Mehrdimensionale Normalverteilungen</li> <li>• Stochastische Ungleichungen und Grenzwertsätze</li> <li>• 0-1 Gesetze</li> <li>• Grenzwertsätze</li> <li>• Große Abweichungen</li> <li>• Grundlagen stochastischer Prozesse</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Präsenzübungen und Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und erklären die formale maßtheoretische Grundlage der Wahrscheinlichkeitstheorie und übertragen diese.</li> <li>• erfassen und formulieren zufällige Phänomene mit mathematisch komplexeren Strukturen.</li> <li>• nennen und erklären die wichtigsten stochastischen Prozesse, die in den Anwendungen eine Rolle spielen.</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Themenfeldern.</li> <li>• klassifizieren und lösen selbstständig Probleme analytisch.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Stochastische Modellbildung, sowie Grundlagen in Analysis und Linearer Algebra	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Stochastik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauer: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Breiman: Probability</li> <li>• Durrett: Probability</li> <li>• Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie</li> </ul>

# Wahlpflichtbereich Geometrie

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65948	<b>Curves and surfaces für Lehramtsstudierende</b> Curves and surfaces	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kang Li	
5	<b>Inhalt</b>	In this lecture, we cover theoretical aspects and solution strategies for difficult integer and mixed-integer optimization problems. First, we show the equivalence between separation and optimization. Then, we present solution strategies for large-scale optimization problems, e.g., decomposition methods and approximation algorithms. Finally, we deal with conditions for the existence of integer polyhedra. We also discuss applications for example from the fields of engineering, finance, energy or public transport.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• use basic terms of discrete optimization</li> <li>• model real-world discrete optimization problems, determine their complexity and solve them with appropriate mathematical methods.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: Knowledge in linear and combinatorial optimization, discrete optimization I	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Lecture notes  Bertsimas, Weismantel: Optimization over Integers, Dynamic Ideas, 2005  Conforti, Cornuéjols, Zambelli: Integer Programming, Springer 2014	

Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1994

Schrijver: Combinatorial optimization Vol. A & C, Springer 2003

Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986

Wolsey: Integer Programming, Wiley, 2021

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65073	<b>Mengentheoretische Topologie und elementare Homotopietheorie</b> Set-theoretic topology and elementary homotopy theory	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Cathérine Meusburger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome</li> <li>• Erzeugung und Konstruktion von Topologien (initiale, finale, Quotienten, Pullbacks und Pushouts etc.)</li> <li>• Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume)</li> <li>• Grundbegriffe Kategorien und Funktoren</li> <li>• Fundamentalgruppen</li> <li>• Satz von Seifert und van Kampen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Methoden der allgemeinen Topologie an, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommt</li> <li>• ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein und verbinden sie mit anderen Teilgebieten der Mathematik</li> <li>• erklären und verwenden wichtige Resultate, die in vielen Bereichen der Mathematik zum Handwerkzeug gehören.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II sowie Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> <li>• Laures, Syzmik: Grundkurs Topologie</li> </ul>	

- Skript auf StudOn bereitgestellt und auch unter [www.studium.math.fau.de/lehveranstaltungen/skripten.html](http://www.studium.math.fau.de/lehveranstaltungen/skripten.html)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65074	<b>Algebraische Kurven für Bachelor/Lehramt</b> Algebraic curves for Bachelor's/teacher training programs	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Algebraischen Geometrie</li> <li>• Nichtsinguläre Kurven</li> <li>• Divisoren</li> <li>• Differentialformen</li> <li>• Satz von Riemann-Roch</li> <li>• Kurven vom Geschlecht 1</li> <li>• Rationale Abbildungen zwischen Kurven</li> <li>• Hyperelliptische Kurven</li> <li>• Anwendungen in Kryptographie und Zahlentheorie</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären und verwenden grundlegende Begriffe aus der Theorie der algebraischen Kurven,</li> <li>• setzen geeignete Software ein um praktisch mit algebraischen Kurven umzugehen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	solide Grundkenntnisse der Algebra und Körpertheorie	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zum Modul</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65080	<b>Topologie</b> Topology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome</li> <li>• Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.)</li> <li>• Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze)</li> <li>• Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommen, an;</li> <li>• ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Übungsleistung Klausur (60 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)</p>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65621	<b>Geometrie</b> Geometry	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Geometrie (2 SWS) Übung: Übungen zur Geometrie (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Timm Oertel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Euklidische, hyperbolische, sphärische und projektive Geometrie (Symmetriegruppen geometrischer Strukturen, Invarianten, Geodäten, Dreiecke, Krümmung)</li> <li>• Elementare Differentialgeometrie: Kurventheorie (ebene Kurven, Raumkurven), Flächentheorie (Fundamentalformen, Krümmung, Integration, spezielle Klassen, Riemannsche Metriken)</li> <li>• Algebraische Geometrie: Kommutative Algebra, Nullstellensatz, Affine Varietäten, Projektive Varietäten, Normalisierung, Singularitäten, Algebraische Gruppen</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Methoden einer der Vertiefungsrichtungen der Geometrie an;</li> <li>• analysieren konkrete Beispiele systematisch und behandeln diese im Rahmen der allgemeinen Theorie.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Die Module der Linearen Algebra, Analysis und Algebra	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit Übungsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit Übungsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Bekanntgabe in der Vorlesung	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65976	<b>Geometrie von Mannigfaltigkeiten</b> Geometry of manifolds	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Eine Auswahl aus den folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mannigfaltigkeiten (Tangentialvektoren, Vektorfelder, Flüsse)</li> <li>• Vektorbündel (Tensorbündel und (Semi-)Riemannsche Strukturen)</li> <li>• Differentialformen (Orientierung, Integration)</li> <li>• Affine Zusammenhänge (Paralleltransport, Krümmung)</li> <li>• Geodäten (Distanz, Jacobi Vektorfelder)</li> <li>• Einführung in der geometrischen Analysis</li> <li>• Symplektische und Poisson-Strukturen</li> <li>• Liegruppen und glatte Wirkungen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären die grundlegende Theorie der Mannigfaltigkeiten und ihrer Struktur,</li> <li>• erkennen und verwenden zusätzliche geometrische Strukturen auf Mannigfaltigkeiten wie zum Beispiel affine Zusammenhänge, Riemannsche Metriken oder symplektische Formen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse in Topologie, Analysis und Gewöhnliche Differentialgleichungen	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Lang: "Differential and Riemannian manifolds"</li> <li>• J.M. Lee: "Introduction to Riemannian Manifolds"</li> <li>• R.L. Bishop and R.J. Crittenden, "Geometry of manifolds"</li> </ul>	

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• F. Warner: "Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups"</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65879	<b>Differentialgeometrie</b> Differential geometry	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Jens Habermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Eine Auswahl aus den folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mannigfaltigkeiten (Tangentialvektoren, Vektorfelder, Flüsse)</li> <li>• Vektorbündel (Tensorbündel und (Semi-)Riemannsche Strukturen)</li> <li>• Differentialformen (Orientierung, Integration)</li> <li>• Affine Zusammenhänge (Paralleltransport, Krümmung)</li> <li>• Geodäten (Distanz, Jacobi Vektorfelder)</li> <li>• Einführung in der geometrischen Analysis</li> <li>• Symplektische und Poisson-Strukturen</li> <li>• Liegruppen und glatte Wirkungen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären die grundlegende Theorie der Mannigfaltigkeiten und ihrer Struktur,</li> <li>• erkennen und verwenden zusätzliche geometrische Strukturen auf Mannigfaltigkeiten wie zum Beispiel affine Zusammenhänge, Riemannsche Metriken oder symplektische Formen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse in Topologie, Analysis, Lineare Algebra und Gewöhnliche Differentialgleichungen	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>		
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Lang: "Differential and Riemannian manifolds"</li> <li>• J.M. Lee: "Introduction to Riemannian Manifolds"</li> </ul>	

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• R.L. Bishop and R.J. Crittenden, "Geometry of manifolds"</li><li>• F. Warner: "Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups"</li><li>• M. Do Carmo: "Riemannian Geometry"</li></ul> |
|--|---|