

Modulhandbuch

für den Studiengang

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

für das Sommersemester 2024

Inhaltsverzeichnis

Analysis I (65001).....	3
Algebra (65311).....	5
Seminar (65332).....	7
Funktionentheorie I (65351).....	10
Fachdidaktik B Mathematik (FDBG) (65520).....	11
Analysis für Lehramt (65595).....	13
Körpertheorie (65612).....	15
Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik	
Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071).....	17
Nichtlineare Optimierung (65150).....	19
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161).....	21
Robuste Optimierung 1 (65175).....	23
Einführung in die Numerik (65210).....	25
Diskretisierung und numerische Optimierung (65231).....	27
Mathematische Modellierung Theorie (65254).....	29
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....	31
Angewandte Mathematik (65602).....	33
Discrete optimization I (65917).....	35
Kryptographie I (65979).....	36
Operations Research 2 (65991).....	38
Numerics of Partial Differential Equations (65993).....	39
Wahlpflichtbereich Stochastik	
Stochastische Modellbildung (65062).....	42
Wahlpflichtbereich Geometrie	
Curves and surfaces für Lehramtsstudierende (65948).....	45
Topologie (65080).....	47
Geometrie (65621).....	48

1	Modulbezeichnung 65001	Analysis I Calculus I	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Emil Wiedemann	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Naive Mengenlehre und Logik • Grundeigenschaften der natürlichen, rationalen und reellen Zahlen: <p>Vollständige Induktion, Körper- und Anordnungsaxiome, Vollständigkeit, untere / obere Grenzen, Dichtheit von \mathbb{Q} in \mathbb{R}, abzählbare und überabzählbare Mengen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Zahlen: Rechenregeln und ihre geometrische Interpretation, quadratische Gleichungen • Konvergenz, Cauchy-Folgen, Vollständigkeit • Zahlenfolgen und Reihen: Konvergenzkriterien und Rechenregeln, absolute Konvergenz, Potenzreihen, unendliche Produkte • Elementare Funktionen, rationale Funktionen, Potenzen mit reellen Exponenten, Exponentialfunktion, Hyperbelfunktionen, trigonometrische Funktionen, • Monotonie und Umkehrfunktion, Logarithmus • Stetige reellwertige Funktionen: Zwischenwertsatz, Existenz von Minimum und Maximum auf kompakten Mengen, stetige Bilder von Intervallen und Umkehrbarkeit, gleichmäßige Stetigkeit, gleichmäßige Konvergenz • Differential- und Integralrechnung in einer reellen Veränderlichen • 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. <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren und erklären elementare Grundbegriffe der Analysis; • wenden das Basiswissen der Analysis an und reproduzieren grundlegende Prinzipien; • wenden grundlegende und einfache Techniken der Analysis an; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen elementare Zusammenhänge. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskripte zu diesem Modul • O. Forster: Analysis I, II; Vieweg • V. Zorich: Analysis I, II; Springer • S. Hildebrandt: Analysis I,II, Springer

1	Modulbezeichnung 65311	Algebra	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen • Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale, • Irreduzibilität • Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese; • behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig; • lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Module Lineare Algebra I und II	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit Übungsleistung	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur mit Übungsleistung (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	

16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• M. Artin: Algebra• Fischer: Algebra• N. Jacobson: Basic Algebra I, II + Skript• S. Lang: Algebra
----	--------------------------	---

1	Modulbezeichnung 65332	Seminar	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Mathematisches Seminar "Variationsrechnung und Differentialgleichungen" (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar zum Querschnittmodul Darstellungstheorie (2.0 SWS)	-
		Hauptseminar: Seminar zur Algebraischen Geometrie (0.0 SWS)	-
		Seminar: Seminar zum Querschnittmodul Lineare und nichtlineare Systeme (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar über pythagoreische Tripel (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar über Fourier-Analysis (0.0 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Seminar Angewandte Mathematik (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Bachelorseminar "Kryptographie " (2.0 SWS)	-
		Hauptseminar: Seminar zum Querschnittmodul Topologie (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar Diskrete Optimierung (2.0 SWS)	-
		Hauptseminar: Seminar zur Spektraltheorie (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar über Spiegelungsgruppen (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar "Markov-Ketten und Anwendungen" (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Mathematisches Seminar "Variationsmethoden in der Angewandten Mathematik" (2.0 SWS)	-
		Hauptseminar: Seminar zur Topologie (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Bachelorseminar "Approximationstheorie" (2.0 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Seminar Angewandte Mathematik (2.0 SWS)	5 ECTS
		Hauptseminar: Seminar zu Variationellen Problemen für Integralfunktionale (2.0 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Topics in Topology (2.0 SWS)	5 ECTS
		Seminar: Seminar für Drittsemester (2.0 SWS)	5 ECTS
Seminar: Seminar zum Querschnittsmodul Wahrscheinlichkeitstheorie (Zufallsmatrizen)	-		
Seminar: Seminar Markovketten	5 ECTS		

		Seminar: Steuerungstheorie für gewöhnliche Differentialgleichungen	-
		Seminar: Unendlichdimensionale Optimierung	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Manuel Friedrich Dr. Bart Steirteghem Prof. Dr. Peter Fiebig Dr. Dieter Weninger apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert Prof. Dr. Gandalf Lechner Prof. Dr. Wolfgang Achtziger Prof. Dr. Jan Rolfes Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes Prof. Dr. Thorsten Neuschel Prof. Dr. Martin Burger PD Dr. Cornelia Schneider Prof. Dr. Torben Krüger apl. Prof. Dr. Christophorus Richard Dr. Lukas Pflug Prof. Dr. Alexander Keimer	

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

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung 65351	Funktionentheorie I Complex analysis I	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionentheorie (2.0 SWS) Übung: Übungen zur Funktionentheorie I (2.0 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jacobus Sanders	

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

1	Modulbezeichnung 65520	Fachdidaktik B Mathematik (FDBG) Mathematics Teaching Methodology B for Secondary Education/Gymnasium	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Didaktik der Analysis (2.0 SWS,) Seminar: Didaktik der Geometrie (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Nicolai Schroeders	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Weth	
5	Inhalt	<p>Didaktik der Analysis (im WS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bildungsstandards in der Analysis • Definitionen, Sätze und Beweise aus der Analysis der Sekundar- stufe II • Didaktik (Einführung, Übung, Vertiefung, Differenzieren, Fehler- analyse, etc.) der Differential- und Integralrechnung • Didaktische Prinzipien <p>Didaktik der Geometrie (im SS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bildungsstandards in der Geometrie • Definitionen, Sätze und Beweise in der Geometrie, Begriffsbildung • Didaktik (Einführung, Übung, Vertiefung, Differenzieren, Fehler- analyse, etc.) der ebenen und räumlichen Figuren, der Kongruenz- und Ähnlichkeitsabbildungen, der Satzgruppe des Pythagoras etc. • Didaktische Prinzipien 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • reproduzieren/analysieren schulrelevante Definitionen und Sätze aus der Analysis/Geometrie und verdeutlichen diese anhand eigener Beispiele • reproduzieren und entwickeln Beweise zu ausgewählten, schulrelevanten Sätzen aus der Analysis/Geometrie • beurteilen unterrichtliche Zugänge zu ausgewählten Themenbereichen aus der Analysis/Geometrie hinsichtlich der benötigten Lernvoraussetzungen und den resultierenden Erkenntnisgewinnen • übertragen didaktische Prinzipien und Ansätze (offene Aufgaben formate, EIS-Prinzip, operatives Prinzip, etc.) auf ausgewählte Themenbereiche aus der Analysis/Geometrie 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3;4;5;6;7;8;9	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Module Fachdidaktik Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	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	Berechnung der Modulnote	Klausur (50%) Klausur (50%) 100% der Klausurnote bzw. des Durchschnitts der beiden Teilklausurnoten.
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Keine

1	Modulbezeichnung 65595	Analysis für Lehramt Calculus I	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Knauf	
5	Inhalt	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integration über Gebiete im \mathbb{R}^d • Transformation von Integralen • Integration über Mannigfaltigkeiten, Flächenformel • Vektorfelder und Differentialformen • Satz von Gauß, Satz von Stokes • Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden • Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem • Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall) • Fortsetzung von Lösungen • lineare und gestörte lineare Systeme • autonome Systeme und Flüsse • Stabilität <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen und erklären analytische Grundbegriffe; • verwenden Basiswissen und Techniken der Analysis und reproduzieren grundlegende Prinzipien; • klassifizieren und lösen analytische Problemstellungen; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio	
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

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

1	Modulbezeichnung 65612	Körpertheorie Algebraic theory of fields	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Körpertheorie (2.0 SWS) Vorlesung: Körpertheorie (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	

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

Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik

1	Modulbezeichnung 48071	Introduction to Statistics and Statistical Programming Introduction to statistics and statistical programming	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2.0 SWS)</p> <p>Übung: Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Übung: Problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Tutorium: Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Review session: participation voluntary</p>	- - - -
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	

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

11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture notes • Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 • www.cran.r-project.org

1	Modulbezeichnung 65150	Nichtlineare Optimierung Nonlinear optimisation	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden) • Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen) <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung; • modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II und Numerische Mathematik.	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999 • 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	Modulbezeichnung 65161	Lineare und Kombinatorische Optimierung Linear and combinatorial optimisation	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Dr. Dieter Weninger	
5	Inhalt	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	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; • erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; • klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Lineare Algebra	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	

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

1	Modulbezeichnung 65175	Robuste Optimierung 1 Robust optimization	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS) Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann Florian Rösel Martina Kuchlbauer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	Inhalt	<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	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese; • nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	

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

1	Modulbezeichnung 65210	Einführung in die Numerik Introduction to numerics	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen] • Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren • Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren) • Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme) • Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse) • Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton) • Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT) • Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption) <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese; • urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • 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; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Module zur Analysis und Linearen Algebra • Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden. 	

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005 • A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002 • P. Deuffhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 • Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst

1	Modulbezeichnung 65231	Diskretisierung und numerische Optimierung Discretisation and numerical optimisation	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (4.0 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2.0 SWS)</p> <p>Tutorium: Tutorium zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2.0 SWS)</p> <p>Übung: Programmier-Kurs zur Diskretisierung und Numerischen Optimierung (2.0 SWS)</p>	<p>10 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

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

		<ul style="list-style-type: none"> • übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra • Programmierung • Einführung Numerik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • P. Deuffhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005 • K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995 • A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002 • Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik (laufend aktualisiert)

1	Modulbezeichnung 65254	Mathematische Modellierung Theorie Mathematical modelling theory	5 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen 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) <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien; erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig; lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Praxis Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen empfohlen 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (15 Minuten)	

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

1	Modulbezeichnung 65255	Mathematische Modellierung Praxis Mathematical modelling practical	5 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	Inhalt		
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bearbeiten Modellierungsprojekte im Team; • modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch; • prägen Problemlösungskompetenz aus; • erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie • Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen 	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminararbeit+Vortrag	
11	Berechnung der Modulnote	Seminararbeit+Vortrag (0%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011 • F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011 	

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

1	Modulbezeichnung 65602	Angewandte Mathematik Applied Mathematics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2.0 SWS)</p> <p>Vorlesung: Kryptographie für Lehramt (2.0 SWS)</p> <p>Vorlesung: Kryptographie I / Kryptographie für Lehramt (4.0 SWS)</p> <p>Seminar: Seminar Angewandte Mathematik (2.0 SWS)</p> <p>Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS)</p> <p>Tutorium: Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Seminar: Seminar Angewandte Mathematik (2.0 SWS)</p>	<p>-</p> <p>5 ECTS</p> <p>-</p> <p>5 ECTS</p> <p>5 ECTS</p> <p>-</p> <p>5 ECTS</p>
3	Lehrende	<p>apl. Prof. Dr. Christophorus Richard</p> <p>apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert</p> <p>Prof. Dr. Wolfgang Achtziger</p> <p>Martina Kuchlbauer</p> <p>Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann</p> <p>Florian Rösel</p>	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Friedrich Knop
5	Inhalt	Wechselnde Themen aus dem Gebiet der Angewandten Mathematik (z.B. Computeralgebra, Algorithmische Geometrie, Diskrete Mathematik, Optimierung, Numerik)
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren und erklären die Grundbegriffe des jeweiligen Themengebiets; • modellieren und lösen praxisrelevante Problemstellungen; • leiten die zugrunde liegende Theorie her; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Analysis I + II, Lineare Algebra I + II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20152</p> <p>Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192</p>
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Zu finden unter den gleichnamigen Modulbeschreibungen der Lehrveranstaltungen.

1	Modulbezeichnung 65917	Discrete optimization I	5 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	Inhalt	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	Lernziele und Kompetenzen	Students <ul style="list-style-type: none"> • will gain basic theoretical knowledge of solving mixed-integer linear optimization problems (MIPs), • are able to solve MIPs with the help of state-of-the-art optimization software. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Recommended: Linear and Combinatorial Optimization	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich	
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung 65979	Kryptographie I Cryptography I	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Kryptographie • Klassische Chiffrierverfahren • Grundeigenschaften der Ringe Z und Z/nZ • Primzahltests • Public-Key-Kryptosysteme RSA • Die Pollard-rho-Methode zur Faktorisierung • Kryptographische Anwendungen diskreter Logarithmen • Kryptographische Hashfunktionen • Digitale Signaturen • Methoden zur Berechnung diskreter Logarithmen • Enigma <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an • nützen Software wie Maple, Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse • erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h

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

1	Modulbezeichnung 65991	Operations Research 2 Operations research 2	5 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Alexander Martin	
5	Inhalt	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	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; • erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; • klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Mathematik Pflichtkurse aus dem Bachelorprogramm	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript zu diesem Modul • Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003 • Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005 	

1	Modulbezeichnung 65993	Numerics of Partial Differential Equations Numerics of partial differential equations	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Classical theory of linear elliptic boundary value problems (outline) • Finite difference method (FDM) for Poissons equation in two dimensions (including stability via inverse monotonicity) • Finite element method (FEM) for Poissons equation in two dimensions (stability and convergence, example: linear finite elements, implementation) • Variational theory of linear elliptic boundary value problems (outline) • FEM for linear elliptic boundary value problems (2nd order) (types of elements, affin-equivalent triangulations, order of convergence, maximum principle) • 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) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> • apply algorithmic approaches for models with partial differential equations and explain and evaluate them, • are capable to judge on a numerical methods properties regarding stability and efficiency, • implement (with own or given software) numerical methods and critically evaluate the results, • explain and apply a broad spectrum of problems and methods with a focus on conforming finite element methods for linear elliptic problems, • collect and evaluate relevant information and realize relationships. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Recommended: basic knowledge in numerics, discretization, and optimization	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)	

11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • P. Knabner & L. Angermann: Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Differential Equations, Springer 2003 • S. Larssen & V. Thomee: Partial Differential Equations with Numerical Methods. Springer 2005 • D. Braess: Finite Elements. Cambridge University Press 2010 • lecture notes

Wahlpflichtbereich Stochastik

1	Modulbezeichnung 65062	Stochastische Modellbildung Stochastic modelling	10 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Torben Krüger apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung) • Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung • Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit) • Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation) • Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen • Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten • Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen • Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis • Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen • der Poissonprozess • Markowketten • Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität) • Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele) • Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität • Regressionsanalyse <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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; • führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch; • verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her; • klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20152 Wahlpflichtbereich Stochastik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005 • Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007

Wahlpflichtbereich Geometrie

1	Modulbezeichnung 65948	Curves and surfaces für Lehramtsstudierende Curves and surfaces	5 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Kang Li	
5	Inhalt	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	Lernziele und Kompetenzen	Students <ul style="list-style-type: none"> • use basic terms of discrete optimization • model real-world discrete optimization problems, determine their complexity and solve them with appropriate mathematical methods. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Recommended: Knowledge in linear and combinatorial optimization, discrete optimization I	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (15 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache		
16	Literaturhinweise	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	Modulbezeichnung 65080	Topologie Topology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Topologie (2.0 SWS) Vorlesung: Topologie (4.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kang Li	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome • Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.) • Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze) • Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume) <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommen, an; • ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript zu diesem Modul 	

1	Modulbezeichnung 65621	Geometrie Geometry	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Topologie (2.0 SWS) Vorlesung: Topologie (4.0 SWS) Vorlesung: Geometrie (2.0 SWS) Übung: Übungen zur Geometrie (2.0 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kang Li Prof. Dr. Jacobus Sanders	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Friedrich Knop
5	Inhalt	<p>Dieses Modul wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Euklidische, hyperbolische, sphärische und projektive Geometrie (Symmetriegruppen geometrischer Strukturen, Invarianten, Geodäten, Dreiecke, Krümmung) • Elementare Differentialgeometrie: Kurventheorie (ebene Kurven, Raumkurven), Flächentheorie (Fundamentalformen, Krümmung, Integration, spezielle Klassen, Riemannsche Metriken) • Algebraische Geometrie: Kommutative Algebra, Nullstellensatz, Affine Varietäten, Projektive Varietäten, Normalisierung, Singularitäten, Algebraische Gruppen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden Methoden einer der Vertiefungsrichtungen der Geometrie an; • analysieren konkrete Beispiele systematisch und behandeln diese im Rahmen der allgemeinen Theorie.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Die Module der Linearen Algebra, Analysis und Algebra
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Module Fachwissenschaft Mathematik 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20152 Wahlpflichtbereich Geometrie 1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien Mathematik 20192
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit Übungsleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur mit Übungsleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Bekanntgabe in der Vorlesung