

Modulhandbuch

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Fakultät für Mathematik und Informatik
Lehramtsstudiengang „Mathematik“ (GymPO I)

Fassung vom 23.6.2014 zur Prüfungsordnung vom 28.7.2010
mit letzter Änderung vom 11.11.2011

Studienform: Vollzeit

Art des Studiengangs: grundständig

Regelstudienzeit: 10 Semester

Einführungsdatum: 28.7.2010

Studienstandort: Heidelberg

Anzahl der Studienplätze: derzeit keine Begrenzung

Gebühren/Beiträge: gemäß allgemeiner Regelung der Universität Heidelberg

Präambel

Qualitätsziele der Universität Heidelberg in Studium und Lehre

Anknüpfend an ihr Leitbild und ihre Grundordnung verfolgt die Universität Heidelberg in ihren Studiengängen fachliche, fachübergreifende und berufsfeldbezogene Ziele in der umfassenden akademischen Bildung und für eine spätere berufliche Tätigkeit ihrer Studierenden. Das daraus folgende Kompetenzprofil wird als für alle Disziplinen gültiges Qualifikationsprofil in den Modulhandbüchern aufgenommen und in den spezifischen Qualifikationszielen sowie den Curricula und Modulen der einzelnen Studiengänge umgesetzt:

- Entwicklung von fachlichen Kompetenzen mit ausgeprägter Forschungsorientierung;
- Entwicklung transdisziplinärer Dialogkompetenz;
- Aufbau von praxisorientierter Problemlösungskompetenz;
- Entwicklung von personalen und Sozialkompetenzen;
- Förderung der Bereitschaft zur Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung auf der Grundlage der erworbenen Kompetenzen.

Fachliche und überfachliche Qualifikationsziele des Lehramtsstudiengangs „Mathematik“

Das Studium für das Lehramt an Gymnasien hat das Ziel, die Professionalität und Qualität künftiger Lehrkräfte am Gymnasium zu sichern. AbsolventInnen haben die fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen, bildungswissenschaftlichen und ethisch-philosophischen Kenntnisse und Kompetenzen, einschließlich personaler Kompetenzen, die für die Erziehungs- und Bildungsarbeit an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen sowie für die Übernahme in den Vorbereitungsdienst erforderlich sind. Die AbsolventInnen des Lehramtsstudienganges Mathematik

- kennen die mathematischen Begriffe und Konstruktionen, die hinter der Schulmathematik stehen und können diese analysieren und vom höheren Standpunkt aus rechtfertigen,
- können mathematische Gebiete durch Angabe treibender Fragestellungen strukturieren, durch Querverbindungen vernetzen und Bezüge zur Schulmathematik herstellen,
- können mathematische Sachverhalte adäquat mündlich und schriftlich darstellen und sich selbstständig mathematische Inhalte aneignen,
- besitzen die Fähigkeit zu schlüssiger Argumentation und exakter Beweisführung und sind in der Lage, auf Einwände einzugehen,
- können Argumentationsketten auf ihre Stichhaltigkeit überprüfen, Fehler oder Lücken in verständlicher Weise offen legen und Hilfestellung bei der Korrektur und Präzisierung geben,
- kennen Praxisfelder der Mathematik und können außermathematische Fragestellungen modellieren, angemessene mathematische Methoden zur Behandlung von Modellen finden und anwenden sowie die Lösung verständlich vermitteln,
- können auf Grund ihrer mathematischen Allgemeinbildung wesentliche mathematische Bezüge im Alltag, in öffentlichen Texten und in der Alltagssprache benennen, verstehen und erklären

Modulbeschreibungen Lehramt Mathematik nach GymPO I

Pflichtmodule

Gesamtmodul Analysis

MA1 Analysis I

MA2 Analysis II

Gesamtmodul Lineare Algebra

MA4 Lineare Algebra I

MA5 Lineare Algebra II

MA7 Einführung in die Numerik

MA8 Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

MB1 Algebra I

MB3 Funktionentheorie I

ME1 Elementare Zahlentheorie

ME2 Einführung in die Geometrie

Seminar

Wahlpflichtmodule

MA3 Höhere Analysis

MB2 Algebra II

MB4 Funktionentheorie II

MB5 Algebraische Topologie I

MB6 Algebraische Topologie II

ME3 Mathematische Logik

MB10 Lie Algebren und Lie Gruppen I

MB11 Lie Algebren und Lie Gruppen II

ME4 Analysis auf Mannigfaltigkeiten

ME5 Mengentheoretische Topologie

ME6 Einführung in die Mengenlehre

MC1 Gewöhnliche Differentialgleichungen

MC2 Partielle Differentialgleichungen

MC3 Funktionalanalysis

MC4 Wahrscheinlichkeitstheorie

MD1 Numerik

MD2 Statistik

MD3 Lineare Optimierung

MD4 Nichtlineare Optimierung

MD5 Wissenschaftliches Rechnen

ML1 Modellierung für Lehramtsstudierende

ML2 Einführung in die Algorithmische Geometrie

sowie darüber hinaus alle Vorlesungen aus dem Angebot der Masterstudiengänge
Mathematik bzw. Scientific Computing.

Fachdidaktik

MF1 Mathematik-Didaktik für den Schulunterricht

MF2 Grundlagen der Mathematik-Didaktik

Analysis I

Modul	Code MA1	Name Analysis I		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes WS
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik jeweils ab dem 1. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundwissen über reelle und komplexe Zahlen und die Differential- und Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen			
Inhalt	<p>I. Die Systeme der reellen Zahlen und komplexen Zahlen</p> <p>II. Konvergenz von Folgen und Reihen, Potenzreihen, Exponentialfunktion (auch im Komplexen) und verwandte Funktionen</p> <p>III. Stetigkeit und Differenzierbarkeit, monotone Funktionen, Umkehrfunktion, gleichmäßige Konvergenz</p> <p>IV. Ein Integralbegriff (Regel- oder Riemann-Integral), Zusammenhang zwischen Integration und Differentiation, Integrationsmethoden</p> <p>V. Weiterer Ausbau der Theorie, z. B. Behandlung spezieller Funktionsklassen.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und analytisches Denken, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Schulkenntnisse			
Prüfungsmodalitäten	<p>Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren.</p> <p>Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Sofern es kapazitativ möglich ist, soll eine Teilnahme an beiden Klausuren zur Notenverbesserung möglich sein. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.</p>			
Nützliche Literatur	<p>O. Forster: Analysis I (bzw. II, bzw. III)</p> <p>K. Königsberger: Analysis I (bzw. II)</p> <p>H. Amann, J. Escher: Analysis I (bzw. II, bzw. III)</p>			

Analysis II

Modul	Code MA2	Name Analysis II		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes SS
Verwendbarkeit	Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik, jeweils ab dem 2. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundwissen über gewöhnliche Differentialgleichungen sowie über die Differential- und Integralrechnung in mehreren Variablen.			
Inhalt	<p>I. Metrische und normierte Räume, Stetigkeit</p> <p>II. Existenz und Eindeigkeitssatz für das Anfangswertproblem</p> <p>III. Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Variabler, partielle und totale Differenzierbarkeit, Kettenregel, Taylor-Formel, lokale Extrema</p> <p>IV. Lokaler Umkehrsatz und implizite Funktionen, Untermannigfaltigkeiten im \mathbb{R}^n, Extremwerte mit Nebenbedingungen</p> <p>V. Elementare Vektoranalysis, Kurvenintegrale, Integrierbarkeitsbedingungen, Existenz von Potentialen</p> <p>VI. Ein Integral im \mathbb{R}^n, Transformationsformel, Volumina und Oberflächen</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und analytisches Denken, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)			
Prüfungsmodalitäten	<p>Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren.</p> <p>Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Sofern es kapazitatativ möglich ist, soll eine Teilnahme an beiden Klausuren zur Notenverbesserung möglich sein. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.</p>			
Nützliche Literatur	<p>O. Forster: Analysis I (bzw. II, bzw. III)</p> <p>K. Königsberger: Analysis I (bzw. II)</p> <p>H. Amann, J. Escher: Analysis I (bzw. II, bzw. III)</p>			

Lineare Algebra I

Modul	Code MA4	Name Lineare Algebra I		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes WS
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik jeweils ab dem 1. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundwissen über Vektorräume mit Anwendung in der Geometrie			
Inhalt	<p>I. Grundlagen: Logische Operatoren, Mengen, Relationen, Abbildungen, Gruppen, Homomorphismen, Permutationen.</p> <p>II. Vektorräume: (affine) Unterräume, Faktorräume, direkte Summen, Basis, Dimension, Koordinaten, lineare Abbildungen, Matrizen, lineare Gleichungssysteme.</p> <p>III. Lineare Operatoren: Determinanten, charakteristisches Polynom und Minimalpolynom, Eigenwerte und Eigenräume, Normalformen von Matrizen und Diagonalisierung.</p> <p>IV. Innenprodukträume: Bilinearformen, Orthogonalität und Orthonormalbasen, normale Operatoren, selbstadjungierte Operatoren und Isometrien, Spektralsatz über \mathbb{C} und \mathbb{R}.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und strukturelles Denken, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Schulkenntnisse			
Prüfungsmodalitäten	<p>Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren.</p> <p>Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Sofern es kapazitatativ möglich ist, soll eine Teilnahme an beiden Klausuren zur Notenverbesserung möglich sein. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.</p>			
Nützliche Literatur	<p>S. Bosch: Lineare Algebra</p> <p>F. Lorenz: Lineare Algebra I</p> <p>G. Fischer: Lineare Algebra</p>			

Lineare Algebra II

Modul	Code MA5	Name Lineare Algebra II		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes SS
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik jeweils ab dem 2. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Vertiefende Kenntnisse der Linearen Algebra			
Inhalt	Inhalt: Ringe und Ideale, Moduln und Homomorphismen, Basis und Rang, direkte Summen und Produkte, Tensorprodukt, äußere und symmetrische Potenzen und Determinanten, Moduln über Hauptidealringen, Elementarteilertheorie, Normalformen von Endomorphismen, verallgemeinerte Eigenräume, Jordansche Normalform, nilpotente und halbeinfache Endomorphismen.			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes Denken, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I (MA4)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren. Es werden zwei Klausuren angeboten (eine am Ende der Vorlesungszeit, die zweite am Ende der vorlesungsfreien Zeit); das Modul gilt als bestanden, wenn eine davon bestanden wurde. Sofern es kapazitatativ möglich ist, soll eine Teilnahme an beiden Klausuren zur Notenverbesserung möglich sein. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr. Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.			
Nützliche Literatur	S. Bosch: Lineare Algebra F. Lorenz: Lineare Algebra II			

Einführung in die Numerik

Modul	Code MA7	Name Einführung in die Numerik		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik jeweils ab dem 2. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS (theoretisch und praktisch)			
Lernziel	Prinzipien numerischer Algorithmen und ihrer praktischen Realisierung für Grundaufgaben der numerischen Analysis und linearen Algebra			
Inhalt	I. Rechnerarithmetik, Fehleranalyse, Konditionierung II. Interpolation und Approximation, Numerische Integration III. Lineare Gleichungssysteme und Ausgleichsprobleme (LR- und QR-Zerlegung) IV. Iterative Verfahren (Nullstellenberechnung, lineare Gleichungssysteme, Eigenwertaufgaben)			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und algorithmisches Denken, Anwendung von Techniken der Analysis und linearen Algebra, selbständiges Lösen von theoretischen und praktischen Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1) und Lineare Algebra I (MA4) Programmierkenntnisse			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.			
Nützliche Literatur	J. Stoer, R. Bulirsch: Numerische Mathematik G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann: Numerische Mathematik P. Deuffhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik			

Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Modul	Code MA8	Name Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	für BA Mathematik, LA Mathematik			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	In der Grundvorlesung Statistik werden statistische Methoden und die ihnen zugrunde liegende Wahrscheinlichkeitstheorie behandelt.			
Inhalt	<p>I. Wahrscheinlichkeitsräume: Ereignisse, diskrete Verteilungen, Verteilungen mit Dichte, Dichtetransformation, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, Formel von Bayes</p> <p>II. Zufallsvariable: Erwartungswert, Varianz und Kovarianz, gemeinsame Verteilungen von Zufallsvariablen, Faltung.</p> <p>III. Grenzwertsätze: Konvergenz von Zufallsvariablen und ihren Verteilungen, Schwaches Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz.</p> <p>IV. Testtheorie: Hypothesentest, Fehler erster und zweiter Art, Likelihood, Neyman-Pearson-Test, weitere Testmethoden.</p> <p>V. Schätztheorie: Konstruktionsprinzipien, Erwartungstreue, Bias-Varianz-Zerlegung, Konsistenz, Konfidenzbereiche.</p> <p>VI. Beispiele für statistische Methoden: wie lineare Regression, Varianzanalyse, Hauptkomponentenanalyse.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Mathematisches Modellieren zufälliger Phänomene, selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.			
Nützliche Literatur	<p>Krengel, U.: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Vieweg</p> <p>Rice, J.: Mathematical statistics and Data Analysis</p> <p>Georgii, H.: Stochastik, de Gruyter</p>			

Algebra I

Modul	Code MB1	Name Algebra I		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes WS
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik jeweils ab dem 3. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundwissen über Gruppen, Ringe und Körper einschließlich der Galoisschen Theorie.			
Inhalt	<p>I. Gruppen: Homomorphie- und Isomorphiesätze, Normalreihen und auflösbare Gruppen, Konstruktion und Darstellung von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen, Operation von Gruppen, Sylowsätze, einfache Gruppen.</p> <p>II. Ringe: Homomorphismen und Ideale, Polynomringe, Hauptidealringe und euklidische Ringe, faktorielle Ringe, simultane Kongruenzen, Quotientenringe, symmetrische Polynome.</p> <p>III. Körper: Algebraische und transzendente Körpererweiterungen, endliche Körper, separable und normale Körpererweiterungen, algebraisch abgeschlossene Hülle, Fundamentalsatz der Galoistheorie, Berechnung der Galoisgruppe, abelsche und Kummererweiterungen, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen einer begrifflich komplexen mathematischen Theorie, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I (MA4) und Lineare Algebra II (MA5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	<p>S. Bosch: Algebra</p> <p>S. Lang: Algebra</p> <p>F. Lorenz, F. Lemmermeyer: Algebra</p>			

Funktionentheorie I

Modul	Code MB3	Name Funktionentheorie I		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	BA Mathematik, BA + MA Physik, LA Mathematik ab dem 3. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in die komplexe Analysis			
Inhalt	<p>I. Differentialrechnung im Komplexen: Komplexe Ableitung, die Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen.</p> <p>II. Integralsätze: Der Cauchysche Integralsatz, die Cauchyschen Integralformeln.</p> <p>III. Singularitäten analytischer Funktionen, Residuensatz: Potenzreihen, Abbildungseigenschaften analytischer Funktionen, Fundamentalsatz der Algebra, Singularitäten analytischer Funktionen, Laurentzerlegung, der Residuensatz.</p> <p>IV. Konforme Abbildungen.</p> <p>V. Topologische Ergänzungen: Die Homotopieversion des Cauchyschen Integralsatzes, Charakterisierungen von einfach zusammenhängenden Gebieten.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen; Fähigkeit der Anwendung auf andere Gebiete wie z. B. Mathematische und Theoretische Physik			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I, II (MA1, MA2) und Lineare Algebra I, II (MA4, MA5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Freitag, Busam: Funktionentheorie I Remmert, Schumacher: Funktionentheorie I Fischer, Lieb: Funktionentheorie			

Elementare Zahlentheorie

Modul	Code ME1	Name Elementare Zahlentheorie		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	LA Mathematik, BA Mathematik ab dem 3. Studiensemester. Das Modul kann nicht zur Verbreiterung von Grundlagenkenntnissen für das Master-Studium Mathematik angerechnet werden.			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in die Zahlentheorie und ihre Anwendungen			
Inhalt	<p>I. Teilbarkeitslehre: Teilbarkeit, Euklidischer Algorithmus, Primfaktorzerlegung, Gruppe der primen Restklassen, Chinesischer Restsatz, RSA-Verfahren</p> <p>II. Primzahlen: Quadratische Reziprozität, Summen von Quadraten, Primzahltests, elementare Resultate zur Primzahlverteilung</p> <p>III. Quadratische Zahlkörper: Ganzheitsring, Einheitengruppe, Kettenbrüche, Idealklassengruppe, Zerlegungsgesetz, diophantische Gleichungen.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I (MA4)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Schmidt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie			

Einführung in die Geometrie

Modul	Code ME2	Name Einführung in die Geometrie		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	LA Mathematik, BA Mathematik ab dem 3. Studiensemester. Das Modul kann nicht zur Verbreiterung von Grundlagenkenntnissen für das Master-Studium Mathematik angerechnet werden.			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundbegriffe der Geometrie mit Anwendungen			
Inhalt	<p>I. Euklidische Geometrie: Grundlagen der affinen und euklidischen Geometrie, Isometriegruppen euklidischer Räume, Platonische Körper, Kegelschnitte, Einblick in eine nicht-euklidische Geometrie.</p> <p>II. Projektive Geometrie: Projektive Räume und Koordinaten, projektive Abbildungen und Projektivitäten, Kollineationen, Dualitätsprinzip, projektive Quadriken.</p> <p>III. Polyeder: Eulersche Polyederformel, Eulercharakteristik</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung			

Seminar

Modul	Code	Name Seminar		
Umfang	Leistungspunkte 6 CP	Workload 180 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	Mathematik Bachelor, Mathematik Master, Mathematik Lehramt			
Lehrform	aktive und passive Teilnahme an Vorträgen 2 SWS + Tutorium 2 SWS			
Lernziel	Befähigung mathematische Literatur (in der Regel ein anspruchsvollerer Text) zu lesen, sich selbständig mit einer mathematischen Fragestellung zu beschäftigen und hierüber vorzutragen. Dies beinhaltet insbesondere ein dem Vortrag vorausgehendes umfangreiches Beratungsgespräch.			
Inhalt	nach Absprache mit dem Dozenten			
Vermittelte Kompetenzen	Die Befähigung, mathematische Argumente klar und verständlich einem kleineren Kreis von Hörern mitzuteilen.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	werden vom Dozenten bekanntgegeben			
Prüfungsmodalitäten	ein ca. 45- bis 90-minütiger benoteter Vortrag			
Nützliche Literatur	wird vom Dozenten bekanntgegeben			

Höhere Analysis

Modul	Code MA3	Name Höhere Analysis		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes WS
Verwendbarkeit	für BA Mathematik, LA Mathematik, ab dem 3. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Ausbau der Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher.			
Inhalt	I. Lebesgue-Integral II. L^p -Räume III. Fouriertransformation IV. Differenzierbare Mannigfaltigkeiten V. Differentialformen und der Satz von Stokes			
Vermittelte Kompetenzen	Erlangung höherer Abstraktionsfähigkeit, selbstständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	mindestens zwei der Module Analysis I, II (MA1, MA2) und Lineare Algebra I, II (MA4, MA5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.			
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung			

Algebra II

Modul	Code MB2	Name Algebra II		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus jedes SS
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA und MA Mathematik, LA Mathematik jeweils ab dem 4. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Aneignung vertiefter Kenntnisse im Bereich Algebra, z.B. Kommutative Algebra, Homologische Algebra oder Darstellungstheorie, wobei die Stoffauswahl insbesondere die Bedürfnisse der algebraischen und arithmetischen Geometrie berücksichtigt.			
Inhalt	<p>Der Dozent stellt eine Auswahl aus den folgenden Themenbereichen vor:</p> <p>I. Kommutative Algebra: Noethersche und Artinsche Ringe und Moduln, Hilbertscher Basissatz, Spektrum und Primärzerlegung, Kompletierung, weitere Themen aus dem Bereich kommutative Algebra</p> <p>II. Darstellungstheorie: Halbeinfache Algebren, Wedderburn-Theorie, Brauergruppe, Gruppencharaktere, induzierte Charaktere und Darstellungen, weitere Themen aus dem Bereich Darstellungstheorie.</p> <p>III. Homologische Algebra: Universelle Konstruktionen, projektive und injektive Moduln, Kategorien und Funktoren, abelsche Kategorien, abgeleitete Funktoren, Gruppenkohomologie, weitere Themen aus dem Bereich Homologische Algebra.</p> <p>IV. Unendliche Galoistheorie: unendliche Galoiserweiterungen, die absolute Galoisgruppe, Galoiskohomologie, Hilberts Satz 90, weitere Themen aus dem Bereich Unendliche Galoistheorie.</p> <p>V. Weitere Themenbereiche der Algebra.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen begrifflich komplexer mathematischer Theorien, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Algebra I (MB1)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	<p>C. W. Curtis, I. Reiner: Representation Theory of Finite Groups and Associative Algebras</p> <p>D. Eisenbud: Commutative Algebra</p> <p>H. Matsumura: Commutative Ring Theory</p> <p>J.-P. Serre: Linear Representations of Finite Groups</p> <p>C. H. Weibel: An Introduction to Homological Algebra</p>			

Funktionentheorie II

Modul	Code MB4	Name Funktionentheorie II		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	ür BA und MA Mathematik, BA + MA Physik, LA Mathematik			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Fortsetzung der Vorlesung Funktionentheorie I (MB3)			
Inhalt	<p>I. Konstruktion analytischer Funktionen: Spezielle Funktionen (z. B. Gammafunktion), der Weierstraßsche Produktsatz, der Partialbruchsatz von Mittag-Leffler</p> <p>II. Elliptische Funktionen</p> <p>III. Modulformen</p> <p>Mögliche Vertiefungen finden in den folgenden Gebieten statt:</p> <p>I. Riemannsche Flächen</p> <p>II. Funktionentheorie mehrerer Veränderlicher</p> <p>III. Analytische Zahlentheorie</p> <p>IV. Wertverteilungstheorie, geometrische Funktionentheorie</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Funktionentheorie I (MB3)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.			

Algebraische Topologie I

Modul	Code MB5	Name Algebraische Topologie I		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA und MA Mathematik, LA Mathematik, MA Physik ab dem 3. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel				
Inhalt	Grundlagen der Punktmengentopologie, Homotopie, Fundamentalgruppe, Satz von Seifert-Van Kampen, Theorie der Überlagerungen, Homologie, Grundlegende Begriffsbildungen aus der Kategorientheorie, Eilenberg-Steenrod Axiomatik, Mayer-Vietoris Sequenz, die Euler-Charakteristik, Anwendungen.			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II (MA1, MA2), Lineare Algebra I und II (MA4, MA5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Glen E. Bredon: Topology and Geometry James R. Munkres: Elements of Algebraic Topology			

Algebraische Topologie II

Modul	Code MB6	Name Algebraische Topologie II		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA und MA Mathematik, LA Mathematik, MA Physik ab dem 4. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel				
Inhalt	Kohomologie, Koeffizienten, universelles Koeffiziententheorem, Produkte in der Kohomologie, Künneth-Theorem, Topologische und glatte Mannigfaltigkeiten, Orientierung und Fundamentalklasse, Dualitätssätze für Mannigfaltigkeiten, Homotopietheorie: Satz von Hurewicz, Satz von Whitehead, Faserungen und Kofaserungen, Schleifenräume, Puppe-Sequenz, Eilenberg-MacLane Räume.			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Algebraische Topologie I (MB5)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Glen E. Bredon: Topology and Geometry, James R. Munkres: Elements of Algebraic Topology, Edwin H. Spanier: Algebraic Topology, James F. Davis, Paul Kirk: Lecture Notes in Algebraic Topology			

Mathematische Logik

Modul	Code ME3	Name Mathematische Logik		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA Mathematik, BA Informatik, LA Mathematik, LA Informatik ab dem 3. Semester. Das Modul kann nicht zur Verbreiterung von Grundlagenkenntnissen für das Master-Studium Mathematik angerechnet werden.			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in die verschiedenen Teilgebiete der Mathematischen Logik.			
Inhalt	I. Prädikatenlogik: Untersuchung der in der Mathematik üblichen logischen Schlussweisen. II. Mengenlehre: Grundlagentheorie der Mathematik sowie Theorie der Ordinal- und Kardinalzahlen. III. Modelltheorie: Zusammenhang zwischen axiomatischen Theorien und ihren Modellen mit Beispielen aus der Algebra. IV. Berechenbarkeitstheorie: Eigenschaften des Begriffes der berechenbaren Funktion. V. Beweistheorie: Grenzen der Formalisierbarkeit, Unvollständigkeit und Unentscheidbarkeit.			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I (MA4), Praktische Informatik I (MA6)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung			

Lie Algebren und Lie Gruppen I

Modul	Code MB10	Name Lie Algebren und Lie Gruppen I		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA/MA Mathematik, BA/MA Physik, LA Mathematik jeweils ab dem 3. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundwissen über Lie-Algebren und Lie-Gruppen.			
Inhalt	<p>I. Lie Gruppen, assoziierte Lie Algebra, Exponentialabbildung, Beispiele (in der Physik)</p> <p>II. Abstrakte Lie-Algebren, Ideale, Homomorphismen, auflösbare und nilpotente Lie-Algebren.</p> <p>III. Halbeinfache Lie-Algebren: Theoreme von Lie und Cartan, Killing Form, Darstellungen (von sl_2), Wurzelraumzerlegung</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen einer begrifflich komplexen mathematischen Theorie, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I (MA4) und Lineare Algebra II (MA5), evtl. Algebra I (MB1)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur bzw. mit mündlicher Prüfung.			
Nützliche Literatur	<p>J. P. Serre: Complex Semisimple Lie Algebras</p> <p>J. P. Serre: Lie algebras and Lie groups</p> <p>J. E. Humphreys: Introduction to Lie algebras and Representation theory</p> <p>N. Jacobson: Lie algebras</p> <p>V. S. Varadarajan: Lie Groups, Lie Algebras, and Their Representations</p>			

Lie Algebren und Lie Gruppen II

Modul	Code MB11	Name Lie Algebren und Lie Gruppen II		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA/MA Mathematik, BA/MA Physik, LA Mathematik jeweils ab dem 4. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Klassifikation von Lie-Algebren und Lie-Gruppen			
Inhalt	I. Wurzelsysteme, Weyl Gruppe, Klassifikation, Gewichte II. Isomorphie- und Konjugations-Theoreme, Existenzsatz, Universelle Einhüllende Algebra, Poincaré-Birkhoff-Witt Theorem III. Darstellungstheorie IV. Komplexe und kompakte Gruppen			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und strukturelles Denken, Erlernen begrifflich komplexer mathematischer Theorien, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lie Algebren und Lie Gruppen I			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung.			
Nützliche Literatur	J. P. Serre: Complex Semisimple Lie Algebras J. P. Serre: Lie algebras and Lie groups J. E. Humphreys: Introduction to Lie algebras and Representation theory N. Jacobson: Lie algebras V. S. Varadarajan: Lie Groups, Lie Algebras, and Their Representations			

Analysis auf Mannigfaltigkeiten

Modul	Code ME4	Name Analysis auf Mannigfaltigkeiten		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	Mathematik Bachelor, Mathematik Lehramt			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundkenntnisse über Analysis auf Mannigfaltigkeiten			
Inhalt	<p>Die Vorlesung Analysis auf Mannigfaltigkeiten gibt eine Einführung in die Theorie der Differentialformen auf differenzierbaren, insbesondere Riemannschen Mannigfaltigkeiten.</p> <p>Hauptthemen sind</p> <p>I. Überblick über Integrationstheorie (Radonmaße) II. Einführung in differenzierbare Mannigfaltigkeiten III. Kalkül der alternierenden Differentialformen IV. Tensoren, Riemann'sche Metriken V. Hodgetheorie</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II, Lineare Algebra I und II			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Freitag, E.: Skript, Jänich, K.: Vektoranalysis Spivak, M.: Calculus on Manifolds			

Mengentheoretische Topologie

Modul	Code ME5	Name Mengentheoretische Topologie		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	Mathematik Bachelor, Mathematik Lehramt			
Lehrform	Vorlesung 4SWS + Übung 2SWS			
Lernziel	Grundkenntnisse über mengentheoretische Topologie			
Inhalt	<p>- Grundlagen (topologische Räume, Erzeugung topologischer Räume, stetige Abbildungen, Trennungsaxiome, Eigenschaften topologischer Räume)</p> <p>Im Anschluß wird die Theorie in einem oder mehreren Themen vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konstruktion stetiger Funktionen auf topologischen Räumen - Uniforme Räume - Homotopietheorie - CW-Komplexe - Topologische Gruppen - Topologische Vektorräume 			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	<p>Jänich: Topologie Laures, Szymik: Grundkurs Topologie Schubert: Topologie Kelley: General Topology Weitere Literatur wird gegebenenfalls in der Vorlesung bekanntgegeben.</p>			

Einführung in die Mengenlehre

Modul	Code ME6	Name Einführung in die Mengenlehre		
Umfang 3 SWS	Leistungspunkte 4 CP	Workload 120 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	Mathematik (Bachelor, Lehramt)			
Lehrform	Vorlesung 2 SWS + Übungen 1 SWS			
Lernziel	Die Axiome von Zermelo - Fraenkel mit Auswahlaxiom, transfinite Zahlen und Wohlordnungen, fundierte Relationen und Rekursion, Kontinuumhypothese und Unabhängigkeitsbeweise.			
Inhalt	Mannichfaltigkeitslehre wurde in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts von Georg Cantor ex nihilo als "ein mathematisch-philosophischer Versuch in der Lehre des Unendlichen" entwickelt. Im Mittelpunkt der Vorlesung steht die Axiomatisierung der Cantorschen Mengenlehre sowie die elementare Theorie der transfiniten Zahlen. Ein weiteres Thema sind die erkenntnistheoretischen Aspekte dieser Theorie, welche David Hilbert als "die bewundernswerteste Blüte mathematischen Geistes" gepriesen hat.			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Problemen aus dem Themenbereich			
Teilnahmevoraussetzungen	Keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Ein Grundverständnis von Mathematik, wie es beispielsweise in den Anfängervorlesungen der ersten beiden Semester vermittelt wird.			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben und benotete Abschlussprüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	H. D. Ebbinghaus: Einführung in die Mengenlehre. Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, Darmstadt.			

Gewöhnliche Differentialgleichungen

Modul	Code MC1	Name Gewöhnliche Differentialgleichungen		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA Mathematik, LA Mathematik ab dem 3. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in die Lösungstheorie gewöhnlicher Differentialgleichungen			
Inhalt	<p>I. Elementare Lösungsmethoden: Trennung der Variablen, Variation der Konstanten, exakte Differentialgleichungen</p> <p>II. Existenz- und Eindeutigkeitsätze: eindeutige Lösbarkeit von Anfangswertproblemen, maximale Lösungen, Lemma von Gronwall</p> <p>III. Abhängigkeit von Parametern: stetige und differenzierbare Abhängigkeit von Anfangswerten und Parametern</p> <p>IV. Lineare Differentialgleichungen: Fundamentalsystem, Wronskideterminante, Evolutionsoperator, Exponentialfunktion</p> <p>V. Dynamische Systeme und Flüsse: Orbit, Phasenporträt, Satz von Liouville, ebene lineare Flüsse, hyperbolische lineare Flüsse, Koordinatentransformation, Flussäquivalenz</p> <p>VI. Stabilität: Ljapunovstabilität, invariante Mengen, Ljapunovfunktionen</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II (MA1,MA2), Lineare Algebra I (MA4)			
Prüfungsmodalitäten	Klausur (2-stündig)			
Nützliche Literatur	<p>H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <p>W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <p>V.I. Arnold: Gewöhnliche Differentialgleichungen</p>			

Partielle Differentialgleichungen

Modul	Code MC2	Name Partielle Differentialgleichungen		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA, MA, LA Mathematik ab dem 4. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in das Gebiet der partiellen Differentialgleichungen an Hand dreier klassischer Beispiele sowie Grundwissen über einen funktionalanalytischen Zugang.			
Inhalt	I. Die Potentialgleichung: Fundamentallösung, Maximumprinzip, Perron-Verfahren, Newton-Potential II. Die Wärmeflussgleichung: Anfangswertproblem III. Die Wellengleichung: Wellengleichung in niederen Raumdimensionen, Cauchy-Problem IV. Die Hilbertraummethode bei elliptischen Randwertproblemen			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	J. Jost: Partielle Differentialgleichungen			

Funktionalanalysis

Modul	Code MC3	Name Funktionalanalysis		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA Mathematik, LA Mathematik, BA und MA Physik			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel				
Inhalt	<p>I. Metrische Räume und ihre Abbildungen: u.a. Vervollständigung, Satz von Baire, (relativ) kompakte Teilmengen und ihre Charakterisierung, Fortsetzbarkeit gleichmässig stetiger Abbildungen</p> <p>II. Normierte Räume und ihre Abbildungen: inklusiv Banach-Räume, Dualräume, schwache Topologien, topologische Vektorräume, Beispiele von Funktionenräumen, Spektraltheorie kompakter Operatoren, mit den üblichen Sätzen (inklusive Spektralsatz)</p> <p>III. Hilbert-Räume und ihre Abbildungen</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung			

Wahrscheinlichkeitstheorie

Modul	Code MC4	Name Wahrscheinlichkeitstheorie		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	BA Mathematik, LA Mathematik ab dem 4. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundlagen für alle Gebiete der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik			
Inhalt	<p>I. Maß- und Integrationstheorie: σ-Algebren, Borel-σ-Algebra, messbare Abbildungen, Konstruktion von Wahrscheinlichkeitsmaßen, Produkträume. Erwartungswert als Maßintegral, Sätze von Lebesgue, Beppo Levi, Fubini und Radon-Nikodym.</p> <p>II. Konvergenz von Zufallsvariablen: L^p-Räume, Zusammenhang zwischen fast sicherer, stochastischer und L^p-Konvergenz, Starkes Gesetz der großen Zahlen, Konvergenz in Verteilung, charakteristische Funktionen, zentraler Grenzwertsatz.</p> <p>III. Bedingte Verteilungen: Bedingte Erwartungen, Markov-Kerne, Martingale in diskreter Zeit.</p> <p>IV. Stochastische Prozesse: Brownsche Bewegung, Poisson-Prozess, Empirischer Prozess.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I und II (MA1, MA2) , Lineare Algebra I und II (MA4, MA5), Höhere Analysis (MA3), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (MA 8)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	<p>Bauer, H.: Wahrscheinlichkeitstheorie, de Gruyter.</p> <p>Billingsley, P.: Probability and Measure, Wiley.</p> <p>Dudley, R.N.: Real Analysis and Probability</p> <p>Durrett, R.: Probability: Theory and Examples, Duxbury Press</p> <p>Jacod, J. and Protter, P.: Probability Essentials, Springer</p> <p>Shiryaev, A.: Probability, Springer.</p>			

Numerik

Modul	Code MD1	Name Numerik		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	für Studiengänge BA Mathematik, BA Informatik, BA Physik, LA Mathematik, LA Informatik jeweils ab dem 3. Studiensemester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Kenntnisse der numerischen Lösung von Anfangswert- und Randwertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen und einfacher partieller Differentialgleichungen			
Inhalt	<p>I. Theorie von Anfangs- und Randwertaufgaben</p> <p>II. Einschrittmethoden: Konsistenz, Stabilität, Konvergenz.</p> <p>III. Numerische Stabilität und steife Anfangswertaufgaben</p> <p>IV. Andere Verfahrensklassen: Lineare Mehrschrittmethoden, Extrapolationsmethoden, Galerkin-Methoden (optional).</p> <p>V. Lösung von Differentiellalgebraischen Aufgaben</p> <p>VI. Lösung von Randwertaufgaben: Schießverfahren, Differenzen- und Galerkin-Verfahren (optional).</p> <p>VII. Differenzenverfahren für elliptische partielle Differentialgleichungen, Laplace-Gleichung, 5-Punkte-Approximation.</p> <p>VIII. Iterative Lösungsverfahren für diskretisierte Probleme.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Abstraktes und algorithmisches Denken, Anwendung von Techniken der Analysis und linearen Algebra, selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Numerik (MA7)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben, mit benoteten 2-stündigen Klausuren, Wiederholungsmöglichkeit mit der Vorlesung im Folgejahr.			
Nützliche Literatur	Bekanntgabe in der Vorlesung (Vorlesungsskriptum)			

Statistik

Modul	Code MD2	Name Statistik		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes zweite Semester
Verwendbarkeit	BA Mathematik, LA Mathematik ab dem 4. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Prinzipien der mathematischen Statistik			
Inhalt	<p>I. Entscheidungstheorie: Dualität von Tests und Konfidenzbereichen, Neyman-Pearson-Theorie, allgemeine Entscheidungsverfahren, Risikofunktionen, Bayes- und Minimaxoptimalität</p> <p>II. Asymptotische Statistik: Verteilungsapproximation, Fisher-Information, relative asymptotische Effizienz von Tests und Schätzern, Likelihood-basierte Verfahren, nichtparametrische Verfahren.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I (MA4), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie u. Statistik (MA8), Wahrscheinlichkeitstheorie (MC4)			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter 2-stündiger Klausur. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung wird vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	<p>Bickel, P. J. and Doksum, K. A.: Mathematical Statistics, Prentice Hall</p> <p>Lehmann, E. L.: Testing Statistical Hypotheses, Springer Verlag</p> <p>Van der Vaart, A. W.: Asymptotic Statistics, Cambridge University Press</p>			

Lineare Optimierung

Modul	Code MD3	Name Lineare Optimierung		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 270 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	BA Mathematik, LA Mathematik ab dem 2. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Probleme, Theorie, Methoden und Algorithmen der Linearen Optimierung			
Inhalt	<p>Die Vorlesung behandelt die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Formulierung von linearen Optimierungsproblemen Dualitätstheorie Struktur von Polyedern Die Simplexmethode, Grundversion und Varianten Der duale Simplex-Algorithmus Postoptimale Analyse und Re-Optimierung Polynomiale Algorithmen zur Linearen Optimierung Innere-Punkte-Methoden 			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen, Bearbeiten von praktischen Programmieraufgaben			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I, Programmierkenntnisse			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Padberg: Linear Optimization and Extensions Chvátal: Linear Programming Wright: Primal-Dual Interior-Point Methods			

Nichtlineare Optimierung

Modul	Code MD4	Name Nichtlineare Optimierung		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 270 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	BA Mathematik, LA Mathematik ab dem 3. Semester			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Probleme, Theorie, Methoden und Algorithmen der Nichtlinearen Optimierung			
Inhalt	Die Vorlesung behandelt die folgenden Themen: Endlich-dimensionale, glatte, kontinuierliche, nichtlineare Optimierungsprobleme, Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Optimierungsprobleme, Gradientenverfahren, Konjugierte Gradienten-(CG-)Verfahren, Line Search, Newton- und Quasi-Newton-SQP-Verfahren, Gauß-Newton-Verfahren, Behandlung von Ungleichungsbeschränkungen, Trust-Region-Verfahren, Automatische Differentiation			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen, Bearbeiten von praktischen Programmieraufgaben			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra I, Analysis I und II, Programmierkenntnisse			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben. Benotete Klausur bzw. mündliche Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Nocedal, Wright: Numerical Optimization Gill, Murray, Saunders, Wright: Practical Optimization Geiger, Kanzow: Numerik (un)restringierter Optimierung Jarre, Stoer: Optimierung			

Wissenschaftliches Rechnen

Modul	Code MD5	Name Wissenschaftliches Rechnen		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	BA und MA Mathematik, LA Mathematik			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundlegende Methoden der Modellbildung und Simulation. Schwerpunktartig werden die Prozesse betrachtet, die sich mit Hilfe partieller Differentialgleichungen beschreiben lassen.			
Inhalt	<p>Hauptthemen sind:</p> <p>I. Modellbildung: Modellierungssystematik, Diskrete Systeme, kontinuierliche Prozesse, Standardansätze zur Modellierung, Erhaltungsgleichung.</p> <p>II. Simulationsmethoden: Grundlegende Diskretisierungsverfahren, elementare Lösertechniken.</p> <p>III. Anwendungsbeispiele: Hier kommen einfache Anwendungen aus Biologie, Medizin, Physik u. a. zur Diskussion.</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Mathematische Grundvorlesungen MA1 bis MA8			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitpunkt einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Es wird ein Skriptum angeboten.			

Modellierung für Lehramtsstudierende

Modul	Code ML1	Name Modellierung für Lehramtsstudierende		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	Mathematik Lehramt			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in deterministische und stochastische Methoden zur Modellierung von Phänomenen im menschlichen Erfahrungsbe- reich. Anwendungen von Mathematik bei <i>außermathematischen</i> Fragestellungen.			
Inhalt	Deterministische und stochastische Modelle in verschiedenen An- wendungsgebieten wie Physik, Biologie oder Technik: Stochastische Prozesse. Markovketten, Markovprozesse in ste- tiger Zeit mit diskretem Zustandsraum, stationäre Prozesse. Gewöhnliche Differentialgleichungen. Lineare und nichtlinea- re Modelle, explizite Lösungen, qualitative und quantitative Un- tersuchung der Lösungen. Partielle Differentialgleichungen: klassische Beispiele. Numerische Methoden und Simulationsmethoden bei der Untersuchung spezieller Beispiele.			
Vermittelte Kompetenzen	Kenntnisse bei der Anwendung mathematischer Methoden zur Verbesserung des Verständnisses des menschlichen Umfelds.			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis 1 (MA1), Analysis 2 (MA2), Lineare Algebra 1 (MA4), Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (MA8), Einführung in die Numerik (MA7). Bereitschaft zur Bearbeitung <i>nichtmathematischer</i> Probleme mit Methoden der Mathematik.			
Prüfungs- modalitäten	Klausur (2-stündig)			
Nützliche Literatur	G.R. Grimmett, D.R. Stirzaker: Probability and random processes J.D. Murray: Mathematical Biology C. Hesse: Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie W. Strang: Introduction to Applied Mathematics			

Einführung in die Algorithmische Geometrie

Modul	Code ML2	Name Einführung in die Algorithmische Geometrie		
Umfang	Leistungspunkte 8 CP	Workload 240 h	Dauer 1 Semester	Turnus
Verwendbarkeit	Mathematik Lehramt			
Lehrform	Vorlesung 4 SWS + Übung 2 SWS			
Lernziel	Grundkenntnisse in algorithmischer algebraischer Geometrie			
Inhalt	<p>Die Vorlesung Algorithmische Geometrie stellt einen algorithmischen Zugang zur algebraischen Geometrie bereit. Hauptthemen sind:</p> <p>I. <i>Affine Varietäten und Ideale in multivariaten Polynomringen</i> II. <i>Gröbnerbasen</i>: Monomordnungen, Monomideale, multivariate Polynomdivision, Dicksons Lemma und Hilbertscher Basissatz, Gröbnerbasen, Buchbergeralgorithmus, reduzierte Gröbnerbasen III. <i>Eliminationstheorie</i>: Eliminations- und Fortsetzungssatz, Geometrie der Elimination, Implizitisierung, Faktorisierung, multivariate Resultanten IV. <i>Beziehungen zwischen Algebra und Geometrie</i>: Hilbertscher Nullstellensatz, Radikalideale, Operationen auf Idealen einschließlich Algorithmik, Zariski-Abschluss und Idealquotienten</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Selbständiges Lösen von Aufgaben aus dem Themenbereich mit Präsentation in den Übungen			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Lineare Algebra II			
Prüfungsmodalitäten	Lösung von Übungsaufgaben mit benoteter Klausur bzw. mündlicher Prüfung. Art und Zeitrahmen einer Wiederholungsprüfung werden vom Dozenten festgelegt und zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			
Nützliche Literatur	Cox, D., Little, J., O'Shea, D.: Ideals, Varieties and Algorithms			

Mathematikdidaktik für den Schulunterricht

Modul	Code MF1	Name Mathematikdidaktik für den Schulunterricht		
Umfang	Leistungspunkte 4 CP	Workload 120 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Sem.
Verwendbarkeit	Lehramt Mathematik			
Lehrform	Vorlesung 2 SWS			
Lernziel	Grundkenntnisse für die Aufbereitung von Unterrichtsinhalten und die alters- und schulgerechte Umsetzung an wesentlichen Beispielen der Schulmathematik			
Inhalt	<p>I. Grundlagen mathematischen Denkens und mathematischer Lernprozesse</p> <p>II. Methoden und Organisationsformen im Mathematikunterricht</p> <p>III. Finden und Beweisen von Sätzen</p> <p>IV. Aufgabekultur und Problemlösen</p> <p>jeweils mit Unterrichtsbezug aus mindestens einem der folgenden Teilgebiete</p> <p>Analysis: Funktionales Denken, Begriffsbildung,</p> <p>Geometrie: Grundlagen der Schulgeometrie, Gestaltung des Geometrieunterrichts</p> <p>Zahlentheorie und Algebra: Gestaltung von Arithmetik- und Algebraunterricht, fachliche Grundlagen</p> <p>Stochastik: stochastisches Denken, Modelle, fachliche Grundlagen</p>			
Vermittelte Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>I. kennen Grundlagen des Mathematiklernens (Problemlösen, Modellieren, Argumentieren) und sowie wichtige fachdidaktische Konzepte,</p> <p>II. kennen Verfahren, Inhalte der Grundvorlesungen auf ihre Bedeutung für die Schulmathematik zu untersuchen und alters- und schulgerecht aufzubereiten,</p> <p>III. kennen Möglichkeiten der Binnendifferenzierung</p>			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Analysis I (MA1), Lineare Algebra I und II (MA4 und MA 5)			
Prüfungsmodalitäten	Klausur oder zweistündige Übungen im zweiwöchigen Abstand			
Nützliche Literatur	<p>A. Schmid, Verständnis lehren, Klett-Verlag</p> <p>Tietze u.a. , Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II, 3 Bände, Vieweg</p> <p>wird entsprechend der Teilgebiete in der Vorlesung bekannt gegeben</p>			

Grundlagen der Mathematikdidaktik

Modul	Code MF2	Name Grundlagen der Mathematikdidaktik		
Umfang	Leistungspunkte 4 CP	Workload 120 h	Dauer 1 Semester	Turnus mind. jedes vierte Semester
Verwendbarkeit	Lehramt Mathematik			
Lehrform	Vorlesung 2 SWS			
Lernziel	Einführung in die Grundlagen der Mathematikdidaktik, Überblick über zentrale Ideen des Mathematikunterrichts (MU)			
Inhalt	<p>I. Schulische Bedingungen des Lehren und Lernens von Mathematik</p> <p>II. Inhalts- und prozessbezogene Ziele und Leitideen des MU, Bildungsplan konkret, zentrale Erkenntnisse mathematikdidaktischer Forschung</p> <p>III. Organisation von mathematischen Lernprozessen: Konzepte des MU, Motivation, Differenzierung, Umgang mit Fehlern, Integration des Computers im MU</p> <p>IV. Mathematiktreiben im MU: Aneignung mathematischer Begriffe und Regeln, Problemlösen, Argumentieren und Beweisen, Arbeiten mit mathematischen Darstellungen</p> <p>V. Lernstandserhebung und Leistungsfeststellung im MU</p> <p>VI. Spannungsfelder des MU</p>			
Vermittelte Kompetenzen	Fähigkeit zur kritischen Reflexion von Mathematikunterricht			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Nützliche Vorkenntnisse	Schulkenntnisse			
Prüfungsmodalitäten	Klausur oder Übungen			
Nützliche Literatur	<p>Leuders, T. (2003): Mathematik Didaktik. Berlin: Cornelsen Scriptor</p> <p>Wittmann, E. Chr. (1981): Grundfragen des Mathematikunterrichts. Braunschweig: Vieweg</p> <p>Zech, F. (2002): Grundkurs Mathematikdidaktik. Weinheim: Beltz</p>			