

Amtliche Mitteilungen der**Veröffentlichungsnummer: 73/2010****Veröffentlicht am: 18.11.2010**

Das Zentrum für Lehrerbildung der Philipps-Universität Marburg hat gemäß § 48 Abs. 2 Nr. 1 Hessisches Hochschulgesetzes (HHG) in der Fassung vom 14. Dezember 2009 (GVBl. I S. 666) im Benehmen mit dem Fachbereichsrat Mathematik und Informatik der Philipps-Universität Marburg folgende fachspezifische Bestimmungen für das Fach „Mathematik“ im Studiengang „Lehramt an Gymnasien“ an der Philipps-Universität Marburg beschlossen. Diese sind als Ziffer 15 Bestandteil des Anhangs 3 der Allgemeinen Bestimmungen für das modulare Studium „Lehramt an Gymnasien“ vom 03. März 2010:

15. Kerncurriculum Mathematik**15.1. Modulliste**

Die Studieninhalte sind in Module gegliedert, die entweder als fachwissenschaftliche Module, als fachdidaktische Module oder als Schnittstellenmodule ausgewiesen sind. Schnittstellenmodule beinhalten sowohl fachwissenschaftliche als auch fachdidaktische Studienanteile.

Fachwissenschaft

- (a) Die Studierenden erlernen in den *Grundmodulen* zur Analysis und zur Linearen Algebra die Inhalte und Methoden, die in allen mathematischen Teilgebieten benötigt werden.
- (b) In den *Aufbaumodulen* wird eine fachlich breite Ausbildung sichergestellt, in der die Studierenden Grundkenntnisse und Fertigkeiten in mehreren Gebieten der Mathematik erwerben.
- (c) Ein *Vertiefungsmodul* und ein *Seminar* dienen der Ausbildung eines zentralen Teils der Fachkompetenz: der Befähigung zu aktivem und selbständigem Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen und der Fähigkeit, sich neue mathematische Teilgebiete eigenständig zu erschließen. Dabei werden die Studierenden auch an neuere Resultate und aktuelle Entwicklungen der Mathematik herangeführt.

Fachdidaktik

In den Fachdidaktik-Modulen sollen die Studierenden fachdidaktische Aspekte des Mathematikunterrichts und didaktische Konzepte zu verschiedenen Stoffgebieten kennenlernen, sowie die Fähigkeit erwerben, diese zu beurteilen. Sie sollen lernen, sich neue Stoffgebiete selbständig didaktisch zu erschließen.

Der fachdidaktische Studienanteil besteht aus

- (a) einem *Kernmodul*, das sich zusammensetzt aus
 - stoffdidaktisch orientierten Veranstaltungen (Didaktik der Analysis, Didaktik der Geometrie, Didaktik der Algebra, Didaktik der Stochastik), und aus
 - Veranstaltungen mit speziellen oder übergreifenden Themen (z.B. Computereinsatz im Unterricht, Aufgaben im Mathematikunterricht),
- (b) den fachdidaktischen Anteilen der Schnittstellenmodule 'Analysis' und 'Elementare Stochastik', und

- (c) einem fachdidaktischen *Wahlpflichtmodul*, das entweder als eigenständiges Modul oder als fachdidaktischer Anteil eines Schnittstellen-Aufbaumoduls eingebracht werden kann. Die wählbaren Module sind im Modulkatalog Lehramt Mathematik als *Fachdidaktik-Wahlpflichtmodule* bzw. *Schnittstellen-Aufbaumodule* ausgewiesen. Die Wahl des Schnittstellenmoduls 'Elementare Stochastik' ist hierbei jedoch ausgeschlossen.
- (d) dem Modul *Schulpraktische Studien II*.

Aufgliederung der Studienleistung

Gesamtumfang: 90 Leistungspunkte

Fachwissenschaft (FW): 60 Leistungspunkte

Fachdidaktik (FD): 30 Leistungspunkte

Die Module sind jeweils als Pflichtmodul (P) oder Wahlpflichtmodul (WP) gekennzeichnet.

<i>Module</i>	<i>FW</i>	<i>FD</i>
Grundmodul Analysis (P) (1)	14	5
Grundmodul Lineare Algebra (P)	10	–
Aufbaumodul Elementare Stochastik (P) (1)	5	4
Aufbaumodule (WP) (2)	18	–
Vertiefungsmodul (WP) (2)	9	–
Seminar (P)	4	–
Kernmodul Fachdidaktik (P) (3)	–	12
Fachdidaktikmodul (WP)	–	4
Schulpraktische Studien II (WP)	–	5
<i>Summe</i>	60	30

Erläuterungen

- (1) Diese Schnittstellenmodule beinhalten fachdidaktische Übungen.
- (2) Die hier wählbaren Module sind im Modulkatalog Lehramt Mathematik beschrieben und dort als Aufbau- bzw. Vertiefungsmodul klassifiziert. Von den Aufbaumodulen ist mindestens eines aus den Bereichen
 - Analysis, Angewandte Mathematik
 und mindestens eines aus den Bereichen
 - Algebra/Zahlentheorie, Geometrie/Topologie
 zu wählen. Im Modulkatalog Lehramt sind die Module in ihrer Zugehörigkeit zu den Bereichen gekennzeichnet.
- (3) Die im Kernmodul Fachdidaktik zu erbringenden 12 Leistungspunkte können aus bis zu drei Lehrveranstaltungen stammen, wobei mindestens eines hiervon als Seminar zu wählen ist.

15.2. Modul- und Studienverlaufsplan

Der folgende Studienplan gibt eine Empfehlung für den Studienablauf im Studiensegment Mathematik. Die individuell notwendige Koordination mit den anderen Studiensegmenten kann einen anderen Ablauf erforderlich machen.

<i>Sem.</i>	<i>Module</i>	<i>LP</i>	<i>Module</i>	<i>LP</i>	<i>Summe LP</i>
1	Lineare Algebra	10			10
2	Analysis, Teil I	10			10
3	Analysis, Teil II	9			9
4	Aufbaumodul	9			9
5	Elementare Stochastik	9	Fachdidaktik Kernmodul, Teil 1	4	13
6	Aufbaumodul	9	SPS II	5	14
7	Vertiefungsmodul	9	Fachdidaktik Kernmodul, Teil 2	4	13
8	Seminar	4	Fachdidaktik Kernmodul, Teil 3	4	12
			Fachdidaktik Wahlpflichtmodul	4	

Zwischenprüfung und Prüfungsmodule für die Erste Staatsprüfung

Für die Zuerkennung der Zwischenprüfung im Fach Mathematik sind spätestens bis zum Ende des 4. Fachsemesters, in begründeten Ausnahmefällen bis zum Ende des 6. Fachsemesters mindestens 35 Leistungspunkte zu erwerben. Sie ist abgelegt, wenn die Modulabschlussprüfungen zu den Grundmodulen Analysis und Lineare Algebra, sowie zu Aufbaumodulen im Umfang von 9 Leistungspunkten bestanden sind.

Bei der Bildung der Gesamtnote für die Erste Staatsprüfung gem. § 29, Abs. 2, Ziff. 1, werden die Modulabschlussnoten der nachstehenden Module berücksichtigt:

- (a) das Grundmodul Analysis oder das Grundmodul Lineare Algebra
- (b) zwei fachwissenschaftliche Aufbau- und/oder Vertiefungsmodule (gemäß der obigen Modulliste)
- (c) das Kernmodul Fachdidaktik
- (d) in einem der beiden Unterrichtsfächer ein weiteres fachdidaktisches Modul. In der Mathematik kann hier das fachdidaktische Wahlpflichtmodul eingebracht werden.

Die Erste Staatsprüfung im Fach Mathematik besteht aus einer schriftlichen oder einer mündlichen Prüfung. Diese erstreckt sich auf fachwissenschaftliche Aufbau- und/oder Vertiefungsmodule im Umfang von 18 Leistungspunkten, die vom Kandidaten gewählt werden können. Dabei gilt:

- Wird in der Ersten Staatsprüfung eine schriftliche Klausur für den Teilstudiengang Mathematik abgelegt, so können als Klausurthemen nur Aufbaumodule gewählt werden. Wird eine mündliche Prüfung abgelegt, so können Aufbau- und Vertiefungsmodule gewählt werden.
- Die gewählten Module dürfen nicht im Sinne von (b) in die Note der Ersten Staatsprüfung eingebracht werden.

15.3. Modulhandbuch

Inhaltsverzeichnis

1. Grundmodule.....	7
Lineare Algebra (P).....	7
Analysis (P) (Schnittstellenmodul)	9
2. Aufbaumodule.....	11
Algebra (WP)	11
Algebraische Topologie (WP).....	12
Analysis III (WP)	13
Diskrete Mathematik (WP)	14
Dynamische Systeme (WP).....	15
Elementare Stochastik (P) (Schnittstellenmodul)	16
Kryptologie (WP).....	19
Lineare Optimierung (WP).....	20
Numerik (Numerische Basisverfahren) (WP)	21
Mathematische Hilfsmittel der Stochastik (Stochastik I) (WP)	22
Topologie (WP).....	23
Zahlentheorie (WP).....	24
Elementare Algebraische Geometrie (WP)	25
Elementare Differentialgeometrie (WP)	26
Aufbaumodul I (Algebra/Zahlentheorie/Geometrie/Topologie) (WP)	27
Aufbaumodul I (Analysis/Angewandte Mathematik) (WP)	28
3. Vertiefungsmodule.....	29
Algebraische Geometrie (WP)	29
Algebraische Zahlentheorie (WP).....	31
Algebraische Gleichungen und Varietäten (WP)	32
Analytische Zahlentheorie (WP).....	33
Angewandte Funktionsanalysis (WP).....	34
Ergodentheorie (WP).....	35
Galoistheorie (WP).....	36
Grundlagen der Galoistheorie (WP).....	37
Kombinatorik (WP).....	38
Komplexe Analysis und Methoden der Komplexen Geometrie (WP).....	39
Komplexe und Harmonische Analysis (WP)	40
Numerik von Differentialgleichungen	41
Numerik endlichdimensionaler Probleme (WP)	42
Operatortheorie (WP).....	43
Kombinatorische Optimierung (WP)	44
Nichtlineare Optimierung (WP).....	45
Spezialvorlesung (mit themenabhängigem Inhalt) (WP)	46
Spezialverfahren für Anfangswertprobleme (WP).....	47
Spezialvorlesung Teichmüller- und Modulräume (WP)	48
Spezialvorlesung in Waveletanalysis (WP)	49
Steuerungstheorie (WP)	50
Wahrscheinlichkeitstheorie (Stochastik II) (WP)	51
Mathematische Statistik (Stochastik III) (WP)	52
Vertiefungsmodul in Mathematik (WP).....	52
4. Seminar.....	54

Seminar in Mathematik (P)	54
5. Fachdidaktik	55
Schulpraktische Studien II (WP).....	55
Kompensationsmodul der Schulpraktische Studien II (WP).....	56
Fachdidaktik Kernmodul (P).....	57
Elementare Zahlentheorie (FD) (WP)	58
Klassische Probleme der Analysis (FD) (WP).....	59
Komplexe Zahlen und Geometrie (FD) (WP).....	60
Konstruktionen mit Zirkel und Lineal und Transzendenz (FD) (WP)	61
Nichteuklidische Geometrie (FD) (WP)	62
Polytope (FD) (WP)	63
Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul (WP).....	64

Die Module sind im Modulhandbuch jeweils als Pflichtmodul (P) oder Wahlpflichtmodul (WP) gekennzeichnet.

1. Grundmodule

Modulbezeichnung:	Lineare Algebra (P)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verständnis der grundlegenden Prinzipien linearer Strukturen, der Linearisierung, sichere Beherrschung der Grundbegriffe, Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung. ○ Aneignung der mathematischen Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen, Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Verständnis des strengen axiomatischen Aufbaus mathematischer Gebiete an einer (vergleichsweise) einfachen Struktur, Erkennen der Querverbindungen zur Analysis. ○ Erwerbung von Basiswissen und Fertigkeiten für das gesamte Studium, insbesondere für die Module Analysis (Analysis II), Algebra, Funktionentheorie, Geometrie.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mengentheoretische und algebraische Grundlagen: Mathematische Beweismethode, Mengen, Abbildungen, Gruppen, Körper ○ Vektorräume und lineare Abbildungen: Basis, Dimensionen, Quotientenräume, Dualräume, Homomorphiesatz ○ Matrizen und lineare Gleichungssysteme: Darstellung linearer Abbildungen, Basiswechsel, Lösungsalgorithmen ○ Determinanten und Eigenwerte: Existenz und Eindeutigkeit, Berechnungsverfahren, charakteristisches Polynom ○ Euklidische Vektorräume und selbstadjungierte Endomorphismen: Skalarprodukte, orthogonale Vektoren und Abbildungen, symmetrische Matrizen und deren orthogonale Diagonalisierung <p>Literatur:</p> <p>Jänich, K.: Lineare Algebra, Springer, Berlin-Heidelberg 1996 Brieskorn, E.: Lineare Algebra und Analytische Geometrie I und II Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden 1983/1985 Bröcker, T.: Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Birkhäuser, Basel-Boston-Berlin 2003 Fischer, G.: Lineare Algebra, Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden 1995</p>
Organisationsform, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (5 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	keine
Arbeitsaufwand	105 Std. Präsenzzeit und 195 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	10 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Modulprüfung im Modul Lineare Algebra besteht aus einer Klausur und einer mündlichen Prüfung. Zum Bestehen des Moduls ist das Bestehen beider Teilprüfungen erforderlich. Die Modulnote ergibt sich bei Bestehen als Mittelwert der beiden Teilnoten. Für die Klausur ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich. Für die mündliche Prüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Bestehen der Klausur erforderlich; andernfalls wird sie als nicht bestanden gewertet. ○ Für jede der beiden Teilprüfungen enthält das Modul eine interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung), die bei Nichtbestehen der Teilprüfung in Anspruch genommen werden kann. Im Falle der Klausur findet diese vor Beginn des nächsten Semesters statt. Im Falle der mündlichen Prüfung findet sie in der Regel im Abstand von einem Semester zur Erstprüfung statt. ○ Das Modul kann bei Nichtbestehen der Modulprüfung einmal wiederholt werden. Eine bereits bestandene Klausurleistung wird dann in die Modulwiederholung übernommen. Sie muss und darf (etwa zur

Notenverbesserung) nicht erneut erbracht werden.	
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, Jedes WS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Pflichtmodul, Grundmodul Voraussetzung für alle Module ab dem 2. Fachsemester

Modulbezeichnung:	Analysis (P) (Schnittstellenmodul)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ das Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Analysis, den Grenzwertbegriff, die analytische Behandlung geometrisch motivierter Problemstellungen entwickeln ○ die Grundbegriffe und -techniken sicher beherrschen und die Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltung erwerben ○ die mathematische Arbeitsweise an konkreten Fragestellungen erlernen, mathematische Intuition entwickeln und deren Umsetzung in präzise Begriffe und Begründungen einüben ○ exemplarisch den naturwissenschaftlichen Hintergrund kennenlernen ○ unterschiedliche Konzepte einordnen, deren mathematische Tragfähigkeit und Einsatzmöglichkeit im Unterricht beurteilen ○ exemplarisch historische Entwicklungen nachvollziehen.
Inhalte und Themen:	<p><i>Fachwissenschaftliche Inhalte:</i></p> <p>Grundlagen: Vollständige Induktion, reelle Zahlen Folgen und Reihen: Grenzwerte, Konvergenzkriterien, Folgen und Reihen komplexer Zahlen, Exponentialfunktion, Sinus und Cosinus Stetigkeit: Zwischenwertsatz, Satz über Umkehrfunktionen, Logarithmus, Polardarstellung in \mathbb{C}, stetige Funktionen auf kompakten Intervallen Differenzierbarkeit: Mittelwertsatz der Differentialrechnung, Monotonie, lokale Extrema, höhere Ableitungen Funktionenfolgen und -reihen: Gleichmäßige Konvergenz, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, Potenzreihen, Taylorformel Integration: elementarer Integralbegriff, Integration und Differentiation, Integrationsregeln, Uneigentliche Integrale Metrische Räume: Topologische Grundbegriffe, normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit Differentiation im \mathbb{R}^n: Kurven, totale und partielle Differenzierbarkeit, die Sätze über Umkehrfunktionen und implizite Funktionen, Taylorformel, lokale Extrema ohne und mit Nebenbedingungen Gewöhnliche Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden, lineare Differentialgleichungssysteme, lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten</p> <p><i>Fachdidaktische Inhalte:</i></p> <p>Aufgaben und Kurzvorträge in den Übungen zu schulbezogenen Themen der Grundmodule Analysis und Lineare Algebra mit Blick auf die Umsetzung in der gymnasialen Oberstufe. Grundlegende mathematische Konzepte schulrelevanter Inhalte werden besonders berücksichtigt, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Konzepte der Vollständigkeit, ○ geometrischer und analytischer Zugang zur Winkelmessung, Drehungen und Spiegelungen der Ebene, ○ Verschiedene Zugänge und Begriffe der Differenzierbarkeit mit Visualisierungen im \mathbb{R}^3, ○ Entwicklung des Stetigkeitsbegriffs ○ Einfache Differentialgleichungen im Rahmen der Schulmathematik mit Anwendungen <p>Literatur:</p> <p><i>Fachwissenschaftliche Literatur:</i></p> <p>Forster, O.: Analysis 1 und Analysis 2, Vieweg Königsberger, K.: Analysis 1 und Analysis 2, Springer Heuser, H.: Lehrbuch der Analysis, Teil 1 und Teil 2, Teubner</p> <p><i>Fachdidaktische Literatur:</i></p> <p>Blum, W., Törner, G.: Didaktik der Analysis, 1983.</p>
Organisations-, Lehr- und	Zwei Vorlesungen (9 SWS) mit Übungen (4 SWS)

Lernform:	
Teilnahmevoraussetzungen:	keine
Arbeitsaufwand	195 Std. Präsenzzeit und 375 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	19 Leistungspunkte fachwissenschaftlicher Anteil: 14 Leistungspunkte fachdidaktischer Anteil: 5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Modulprüfung im Modul Analysis besteht aus einer Klausur über Analysis I, einer Klausur über Analysis II und einer mündlichen Prüfung über beide Gebiete. Zum Bestehen des Moduls ist das Bestehen aller drei Teilprüfungen erforderlich. Die Modulnote ergibt sich bei Bestehen als gewichtetes Mittel der Klausurnoten (Gewicht je 1/4) und der Note der mündlichen Prüfung (Gewicht 1/2). Für die Klausuren ist als Zulassungsvoraussetzung jeweils das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich. Für die mündliche Prüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Bestehen der Klausuren erforderlich; andernfalls wird sie als nicht bestanden gewertet. ○ Für jede der drei Teilprüfungen enthält das Modul eine interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung), die bei Nichtbestehen der Teilprüfung in Anspruch genommen werden kann. Im Falle der Klausuren findet diese vor Beginn des nächsten Semesters statt. Im Falle der mündlichen Prüfung findet sie in der Regel im Abstand von einem Semester zur Erstprüfung statt. ○ Bei Nichtbestehen der Modulprüfung kann das Modul einmal wiederholt werden. Bereits bestandene Klausurleistungen werden dann in die Modulwiederholung übernommen. Sie müssen und dürfen (etwa zur Notenverbesserung) nicht erneut erbracht werden.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	zwei Semester, Jedes zweite Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Pflichtmodul, Grundmodul Voraussetzung für alle Aufbau- und Vertiefungsmodule

2. Aufbaumodule

Modulbezeichnung:	Algebra (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen grundlegende Prinzipien algebraischer Strukturen verstehen und erkennen, dass sich derartige Strukturen in vielen Teilen der Mathematik wiederfinden und dort gewinnbringend angewandt werden. ○ Die Studierenden üben axiomatische Vorgehensweisen und schulen ihr Abstraktionsvermögen. ○ Sie sollen die Problematik des Lösens algebraischer Gleichungen kennenlernen und verstehen. ○ Sie sollen ein vertieftes Verständnis für die Tragweite der Begriffe Gruppe, Ring und Körper erwerben. Sie lernen, Begriffe wie Teilbarkeit und Faktorisierung in abstraktem Kontext zu verstehen und anzuwenden. ○ Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten erwerben, die in Vertiefungsgebieten wie Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Geometrie, Diskrete Mathematik, Funktionentheorie mehrerer Veränderlicher benötigt werden.
Inhalte und Themen:	<p>Gruppen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Gruppen und Gruppenhomomorphismen, Untergruppen, Satz von Lagrange, Normalteiler und Faktorgruppen, Isomorphiesätze, zyklische Gruppen, Hauptsatz über endlich erzeugte abelsche Gruppen, Permutationsgruppen und Gruppenoperationen <p>Ringe</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ringe und Ringhomomorphismen, Ideale und Faktorrings, Polynomringe, Euklidische Ringe, Hauptidealringe, Teilbarkeit in Integritätsringen, Quotientenkörper, faktorielle Ringe, Polynomringe über faktoriellen Ringen <p>Körper</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Körper und Körpererweiterungen, algebraische und transzendente Körpererweiterungen <p>Literatur:</p> <p>Fischer, G., Sacher, R.: Einführung in die Algebra, Teubner Lorenz, F.: Einführung in die Algebra, Spektrum Lang, S.: Algebra, Addison-Wesley</p>
Organisations-, Lehr- und lernform:	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im WS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Algebra Mögliche Vertiefungen in Algebraischer Zahlentheorie, Algebraischer Geometrie, Diskreter Mathematik

Modulbezeichnung:	Algebraische Topologie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Vermittlung des Homologie- und Kohomologie-Konzepts der algebraischen Topologie. Bereitstellung von Methoden zur expliziten Berechnung von Homologie und Kohomologie.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Simpliziale und Singuläre Homologie ○ Berechnung und erste Anwendungen ○ Der Formale Aspekt: Die Eilenberg-Steenrod Axiome ○ Kohomologie ○ Das Produkt auf der Kohomologie ○ Poincare Dualität Literatur: Hatcher, A.: Algebraic Topology. Cambridge 2002 Munkres, Algebraic Topology, Addison-Wesley 1984
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand	
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im WS, im Wechsel mit Polytope
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Geometrie/Topologie Vertiefung in Algebraischer Geometrie, Komplexer Analysis oder Kombinatorik

Modulbezeichnung:	Analysis III (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen die Problematik der Volumenmessung und Integration in höheren Dimensionen kennenlernen und verstehen. ○ Sie sollen verstehen, wie intuitive geometrische Begriffe wie Länge und Volumen in der Analysis umgesetzt werden und dadurch rechnerisch zugänglich werden. ○ Sie sollen den praktischen Umgang mit mehrdimensionalen Integralen erlernen. ○ Sie sollen kennenlernen, wie Methoden der linearen Algebra durch lineare Approximation in der Analysis angewandt werden. ○ Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten erwerben, die in Vertiefungsgebieten ○ wie Funktionalanalysis und Komplexe Geometrie benötigt werden.
Inhalte und Themen:	<p>Lebesguesche Integrationstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Fortsetzungsprozesse und integrierbare Funktionen ○ Die Konvergenzsätze von Levi und Lebesgue ○ Integration über Teilmengen ○ Meßbarkeit, Integrierbarkeitskriterien <p>Integrationsmethoden</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Satz von Fubini ○ Transformationsformel <p>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Differenzierbare Mannigfaltigkeiten ○ Integration auf Mannigfaltigkeiten und Volumenberechnungen ○ Integralsätze ○ Anwendungen in der klassischen Vektoranalysis <p>Literatur:</p> <p>Forster, O.: Analysis 3, Vieweg Heuser, H.: Lehrbuch der Analysis, Teil 2, Teubner Lang, S.: Introduction to Differentiable Manifolds, North Holland</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im WS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Analysis Mögliche Vertiefungen in Funktionalanalysis, Algebraischer Geometrie

Modulbezeichnung:	Diskrete Mathematik (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eigenständiges Modellieren und Lösen von praktischen und theoretischen Problemen in kombinatorischen und graphentheoretischen Strukturen ○ Verständnis von Anwendungen der Diskreten Mathematik in Codierung und Kryptographie
Inhalte und Themen:	<p>Kombinatorische Strukturen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mengen, Multimengen, Permutationen, Partitionen ○ Graphen, partielle Ordnungen <p>Enumeration</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ elementare und weiterführende Abzählmethoden ○ erzeugende Funktionen <p>Graphentheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Zusammenhang, Bäume ○ Flüsse und Matchings <p>Literatur:</p> <p>Aigner, M.: Diskrete Mathematik, Vieweg 2004 Matousek, J.: Diskrete Mathematik, Springer 2002</p>
Organisationsform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, ca. jedes 4. Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Algebra und angewandte Mathematik mögliche Vertiefung: Kombinatorik

Modulbezeichnung:	Dynamische Systeme (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Kombinatorische Strukturen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die Relevanz der Theorie der dynamischen Systeme zur Modellierung und Simulation von real-life-problems verstehen und einschätzen ○ Intuition und Verständnis für die speziellen Schwierigkeiten dynamischer Systeme, wie etwa sensitive Abhängigkeit von den Anfangsdaten, entwickeln ○ Kenntnisse aus den Grundmodulen vertiefen und neu bewerten ○ mit den grundlegenden Methoden der Theorie Dynamischer Systeme vertraut werden
Inhalte und Themen:	<p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Systeme linearer Differentialgleichungen ○ Dynamische Systeme, Flüsse und Vektorfelder ○ Fixpunkte, periodische Orbits <p>Lokale Eigenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Hyperbolizität ○ invariante Mannigfaltigkeiten, stabile, instabile und Zentrumsmannigfaltigkeiten <p>Bifurkationen</p> <p>Chaos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ sensitive Abhängigkeit ○ seltsame Attraktoren <p>Komplexe Dynamische Systeme</p> <p>Literatur:</p> <p>Hirsch, M., Smale, St.: Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra</p> <p>Ruelle, D.: Elements of Differential Dynamics and Bifurcation Theory, Academic Press</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jedes SS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbauomodul Analysis mögliche Vertiefung in Numerik von Differentialgleichungen, Spezialverfahren für Anfangswertprobleme

Modulbezeichnung:	Elementare Stochastik (P) (Schnittstellenmodul)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die Grundbegriffe der Stochastik kennenlernen und die statistische Denkweise einüben, ○ an konkreten stochastischen Fragestellungen die Grundprinzipien der mathematischen Modellbildung erlernen, insbesondere auch die genaue Abgrenzung zwischen Experiment und mathematischem Modell, ○ verschiedene Konzepte gegenüberstellen und auf ihre Einsatzmöglichkeiten hin im Unterricht beurteilen.
Inhalte und Themen:	<p><i>Fachwissenschaftliche Inhalte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ergebnisraum, Ereignisse, diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung ○ Bedingte Wahrscheinlichkeit, Unabhängigkeit ○ Zufällige Größen: Erwartungswert, bedingter Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation, Momente ○ Schwaches Gesetz der Großen Zahlen, Grenzwertsätze ○ Allgemeine Wahrscheinlichkeitsräume und Zufallsgrößen ○ Die Grundverfahren der schließenden Statistik (Inferenz): ○ Schätzen ○ Signifikanztests ○ Konfidenzbereiche ○ Inferenz bei normalverteilten Beobachtungen. <p><i>Fachdidaktische Inhalte:</i></p> <p>Aufgaben und Kurzvorträge in den Übungen zu unterrichtsbezogenen Themen der elementaren Stochastik und Projekte über ausgewählte Themen der Schulmathematik in Verbindung mit dem aktuellen Vorlesungsstoff. Grundlegende Begriffe und Themen werden besonders berücksichtigt, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ vom intuitiven Wahrscheinlichkeitsbegriff zur Axiomatik ○ historische Aspekte der Wahrscheinlichkeitstheorie ○ statistische (Fehl-)interpretationen von Alltagsbeispielen <p>Literatur:</p> <p><i>Fachwissenschaftliche Literatur:</i></p> <p>Georgii, H.-O.: Stochastik. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. De Gruyter 2002 Krengel, U.: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie. Vieweg 2003 Krickeberg/Ziezdorff: Stochastische Methoden. Springer Hochschultext 1994</p> <p><i>Fachdidaktische Literatur:</i></p> <p>Fischer, G.: Stochastik einmal anders. Vieweg 2005 Bigalke, A; Köhler, N.: Mathematik 13.1 (Grundkurs/Leistungskurs). Cornelsen 2001</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Art der Prüfung:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte davon 4 Leistungspunkte im fachdidaktischen Bereich
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im WS
Verwendbarkeit:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Pflichtmodul, Aufbaumodul ab 3. Fachsemester

Mögliche Vertiefung in Stochastik, Versicherungsmathematik

Modulbezeichnung:	Funktionentheorie (Analytische Funktionen einer komplexen Veränderlichen) (WP)
Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen wichtige Methoden der Theorie einer komplexen Veränderlichen erlernen. Sie sollen verstehen, wie komplex-analytische Methoden die Lösung von Problemen der reellen Analysis ermöglichen. Ihr Verständnis für die elementaren Funktionen soll durch den komplexen Standpunkt wesentlich vertieft werden. ○ Die Studierenden sollen in der Funktionentheorie Verbindungen von Methoden der Geometrie, Algebra und Analysis, sowie auch der Topologie und Zahlentheorie kennen lernen und dadurch ihr mathematisches Verständnis weiterentwickeln. ○ Sie sollen Methoden und Fertigkeiten erlernen, die für Anwendungen in Informatik (z.B. Kodierungstheorie), Physik (z.B. Quantentheorie) und Ingenieurwissenschaften (z.B. Elektrotechnik) zentral sind.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemann Differentialgleichungen ○ Potenzreihen, Taylorentwicklung ○ Kurvenintegrale, Cauchy-Integralsätze ○ Isolierte Singularitäten, elementare holomorphe Funktionen, meromorphe Funktionen, Laurentreihen ○ Residuensatz und Anwendungen ○ Konforme Abbildungen, Möbius-Gruppe ○ Normale Familien, Satz von Montel ○ Riemannscher Abbildungssatz <p>Literatur:</p> <p>Fischer, W., Lieb, I.: Funktionentheorie: Komplexe Analysis in einer Veränderlichen, Vieweg Conway, J.B.: Functions of one complex variable, Graduate Texts in Mathematics, Springer Lang, S.: Complex analysis, Graduate Texts in Mathematics, Springer Remmert, R., Schumacher, G.: Funktionentheorie I,II, Berlin: Springer</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im SS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Analysis Mögliche Vertiefung in Komplexer und Harmonischer Analysis, Komplexer Geometrie, Analytische Zahlentheorie

Modulbezeichnung:	Kryptologie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studentinnen und Studenten sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ sensibilisiert werden für Probleme der IT-Sicherheit; ○ wichtige kryptographische Verfahren und deren mathematische Grundlagen kennenlernen; ○ Techniken der Konstruktion und Analyse ausgewählter Algorithmen beherrschen lernen; ○ Kenntnisse erwerben über verschiedene Möglichkeiten, kryptographische Verfahren zu brechen.
Inhalte und Themen:	<p>Einführung in mathematische Grundlagen und Konzepte der klassischen und modernen Kryptologie sowie in Grundwissen über deren Algorithmen, Protokolle und Verfahren.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Beschreibung und Analyse historisch bedeutender symmetrischer Verschlüsselungsverfahren (Mono/Poly-Alphabetische Substitutionen, Pseudozufallszahlen, Enigma) und aktueller symmetrischer Algorithmen (Data Encryption Standard, Stromchiffren). ○ Behandlung wichtiger asymmetrischer Verfahren (Knapsackprobleme, RSA-Algorithmus, Primzahltests, Faktorisierung, diskreter Logarithmus: ElGamal, Diffie-Hellman, Fiat- Shamir) sowie digitaler Zertifikate. ○ Grundlegende kryptoanalytische Betrachtungen möglicher Angriffe auf kryptographische Verfahren. <p>Literatur:</p> <p>Beutelspacher/Neumann/Schwarzpaul: Kryptografie in Theorie und Praxis. Vieweg 2005 Buchmann: Einführung in die Kryptographie. Springer 2004 Stinson: Cryptography: Theory and Practice. CRC Press 2002</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung auf Grund der Prüfungsleistung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	Zwei Semester, Bei Bedarf
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Algebra / Zahlentheorie Mögliche Vertiefung Seminare; Vorbereitung auf Abschlussarbeiten

Modulbezeichnung:	Lineare Optimierung (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die strukturellen Grundlagen linearer Optimierungsprobleme kennenlernen, um die grundlegende Arbeitsweise der Verfahren zu verstehen ○ die Bedeutung zentraler Begriffe, etwa aus der Dualitätstheorie für die Diskussion von Optimierungsproblemen erkennen ○ problemabhängig den sinngemäßen Einsatz geeigneter Verfahren üben ○ das Basiswissen für aufbauende Veranstaltungen zu allgemeineren Optimierungsproblemen erwerben
Inhalte und Themen:	<p>Grundlagen und Basisverfahren für lineare Programme</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen der Konvex-Geometrie ○ Analytische und geometrische Struktur linearer Optimierungsprobleme ○ Existenzaussagen und duale Probleme ○ Herleitung des Simplexverfahrens, Anlaufrechnung und einfache Aussagen zur Komplexität ○ Dualität und Simplexverfahren, Problemmodifikationen ○ Anwendung auf ausgewählte Problemklassen <p>Literatur:</p> <p>Chvátal, V.: 'Linear Programming', W.H. Freeman and Company, New York, 1980</p> <p>Papadimitriou, C.H., Steiglitz, K.: 'Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity', Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1982</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	<p>Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)</p> <p>Es handelt sich um ein Aufbaumodul, Bereich Angewandte Mathematik</p>
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im WS
Verwendbarkeit des Moduls:	<p>Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Angewandte Mathematik</p> <p>Mögliche Vertiefung Kombinatorischer Optimierung, Diskreter Geometrie</p>

Modulbezeichnung:	Numerik (Numerische Basisverfahren) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Verständnis für die grundlegenden Prinzipien der Numerik entwickeln und die numerischen Basisverfahren für wichtige mathematische Probleme (Gleichungssysteme, Funktionsdarstellung usw.) sicher beherrschen ○ Einsicht und Intuition in die numerische Arbeitsweise und Sensibilität für spezielle numerische Problematiken wie fehlerbehaftete Arithmetik und Fehlerkontrolle entwickeln ○ in der Lage sein, den Einsatz numerischer Verfahren kompetent durchzuführen. Insbesondere soll die Umsetzung der Lösungsverfahren in konkrete Software-Entwicklung eingeübt und die sachgerechte Auswahl vorhandener Standardsoftware geschult werden. ○ die zahlreichen Querverbindungen zu anderen mathematischen Gebieten wie Lineare Algebra, Analysis, Geometrie usw. erkennen ○ das Basiswissen für vertiefende Veranstaltungen wie Numerik II erwerben
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen der Rechnerarithmetik: Zahldarstellung, Kondition, Stabilität ○ Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme: Gauss-Algorithmus, Cholesky- Zerlegung, Matrix-Kondition ○ Ausgleichsprobleme, Orthogonalisierungsverfahren ○ nichtlineare Gleichungssysteme: Fixpunktiteration, Newton-Verfahren ○ Interpolation: Polynom- und Spline-Interpolation <p>Literatur:</p> <p>Stoer, J.: Numerische Mathematik I, Springer Verlag 1999 Deuflhard, P., Hohmann, A.: Numerische Mathematik I, de Gruyter Lehrbuch 2002</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra; einfache Programmierkenntnisse etwa im Umfang des Vorkurses 'Einführung in die Informatik'
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im SS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Angewandte Mathematik Mögliche Vertiefung a) Verfahren für Eigenwertprobleme, schnelle Iterationsverfahren für große Probleme b) Verfahren für gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen

Modulbezeichnung:	Mathematische Hilfsmittel der Stochastik (Stochastik I) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die zur exakten mathematischen Behandlung von Problemen der Stochastik (= Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik) benötigten Resultate der Maß- und Integrationstheorie (über beliebigen Grundräumen) werden vorgestellt.</p> <p>Für ein tieferes Verständnis der W.-Theorie, z.B. der zeitlich verlaufenden zufälligen Vorgänge (Stochastische Prozesse) ist die Maßtheorie ein unerlässliches Hilfsmittel. Die mathematische Statistik wiederum baut auf der W.-Theorie auf, manche statistischen Probleme sind ohne die W.-Theorie gar nicht zu formulieren. Es werden die mathematischen Lücken der elementaren Statistik-Vorlesungen geschlossen. Darüber hinaus ist die Maßtheorie auch von eigenständigem mathematischen Interesse.</p>
Inhalte und Themen:	<p>Es werden im Einzelnen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mengensysteme ○ Mengenfunktionen, Maße, W.-Verteilungen ○ Maßerweiterung ○ messbare Abbildungen, Zufallsgrößen ○ m-Integrale, Erwartungswert von Zufallsgrößen ○ Satz von Radon-Nikodym ○ Konvergenz messbarer Funktionen ○ Produktmaße, Unabhängigkeit <p>Literatur:</p> <p>Bauer, H.: Mass- und Integrationstheorie. De Gruyter 1990 Elstrodt, J.: Mass- und Integrationstheorie. Springer 1996</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jeweils im SS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Angewandte Mathematik Mögliche Vertiefung in Wahrscheinlichkeitstheorie (insbes. Stochastische Prozesse), Mathematische Statistik

Modulbezeichnung:	Topologie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Verständnis der grundlegenden Prinzipien topologischer Räume, sichere Beherrschung der Grundbegriffe, Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung. Weiterentwicklung der geometrischen Intuition. Aufarbeitung der Grundbegriffe der Analysis vom höheren Standpunkt. Vorbereitung auf Vertiefungsgebiete algebraische Topologie, algebraische Geometrie, geometrische Kombinatorik, Funktionalanalysis.
Inhalte und Themen:	Grundlagen der mengentheoretischen Topologie: Offene Menge, stetige Abbildung. Basis, Konstruktion von top. Räumen, Zusammenhang, Trennungseigenschaften Kompaktheit und Metrisierbarkeit: Zentrale Sätze zur Kompaktheit, Metrisierbarkeits- Bedingungen Homotopie: Homotopieklassen und -äquivalenz, Abbildungen von und in Sphären Überlagerungen: Liftungseigenschaften, Fundamentalgruppe Literatur: tom Dieck, T.: Topologie, Walter de Gruyter, Berlin-New York 2000 Jänich, K.: Topologie, Springer, Berlin-Heidelberg-New York 2001 Schubert, H.: Topologie, Teubner, Stuttgart 1975
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Aufbaumodulen Differentialgeometrie und Zahlentheorie
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Geometrie / Topologie Mögliche Vertiefung in Algebraischer Topologie, Algebraischer Geometrie, Geometrischer Kombinatorik, Funktionalanalysis

Modulbezeichnung:	Zahlentheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vermittlung und Analyse von Basiswissen der klassischen Zahlentheorie, Erarbeitung von zugrundeliegenden algebraischen Strukturen, Erkennen von Querverbindungen zur Algebra, Aneignung von Fertigkeiten im aktiven Umgang mit den Inhalten der Lehrveranstaltung, Einführung in moderne Denk- und Arbeitsweisen der Zahlentheorie. ○ Bereitstellung von mathematischen Grundlagen für Vertiefungsmodule in Zahlentheorie, Algebra, Algebraische Geometrie sowie Kryptologie.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fundamentalsatz der Arithmetik ○ Teilbarkeit in Ringen ○ Diophantische Gleichungen, Irrationalitätskriterien, Transzendenz ○ Gleichungen in endlichen Körpern, Modulare Arithmetik, Potenzreste, Reziprozitätsgesetze ○ Primzahltheorie, Dirichlet-Reihen ○ Zahlentheoretische Funktionen, Asymptotische Entwicklungen ○ Siebmethoden <p>Literatur:</p> <p>Bundschuh, P. : Einführung in die Zahlentheorie, Springer, 2002 Scheid, H. : Zahlentheorie, Spektrum, 2003</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, mit Differentialgeometrie jedes 2. SS, im Wechsel mit Topologie und Algebraischer Geometrie
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Algebra / Zahlentheorie Mögliche Vertiefung in Zahlentheorie, Algebra, Algebraischer Geometrie, Kryptologie

Modulbezeichnung:	Elementare Algebraische Geometrie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen verschiedene Sicht- und Arbeitsweisen der Geometrie kennenlernen und deren Einsatzmöglichkeiten im Unterricht beurteilen können. ○ Die Studierenden sollen ihr Verständnis für Geometrie vertiefen und die Fähigkeit erwerben, geometrische Sachverhalte zu systematisieren, didaktisch zu analysieren und für den Unterricht zugänglich zu machen. ○ Die Studierenden sollen das Zusammenwirken von geometrischen und algebraischanalytischen Methoden kennenlernen. ○ Durch das Modul sollen Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit projektivalgebraischen Fragestellungen erworben werden, die als Grundlage für eine Vertiefung in algebraischer oder komplexer Geometrie dienen können
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Geometrie in affinen, euklidischen und projektiven Räumen; Vergleich der zugrunde liegenden Transformationen und Invarianten, sowie der jeweiligen Arbeitsweisen. ○ Geometrie ebener algebraischer Kurven: Kurven und ihre Gleichungen, Satz von Bézout, Singularitäten, Linearsysteme. <p>Literatur:</p> <p>Coxeter: Introduction to Geometry, John Wiley & Sons Fischer, G.: Ebene algebraische Kurven, Vieweg Koecher, Krieg: Ebene Geometrie, Springer Agricola, Friedrich: Elementargeometrie, Vieweg</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit den anderen Aufbaumodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul Algebra / Geometrie

Modulbezeichnung:	Elementare Differentialgeometrie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Mathematisierung anschaulich-geometrischer Begriffe, Konkretisierung mathematischer Intuition in geometrischem Zusammenhang.</p> <p>Aneignung des Basiswissens eines zentralen, schulrelevanten mathematischen Gebiets. Umsetzung geometrischer Anschauung in mathematischer Axiomatik, Verständnis einer fortschreitenden Abstraktion, auch im historischen Kontext – mit besonderer Berücksichtigung der Unterrichtssituation.</p>
Inhalte und Themen:	<p>Ebene Kurven</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bogenlänge, Berührkreise, totale Krümmung und Umlaufszahl <p>Flächen im dreidimensionalen Euklidischen Raum</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tangentialvektoren und Koordinatentransformationen, Normalenvektoren, Begriff der Schnittkrümmung, Sätze von Euler und Meusnier, Gauß-Abbildung, Weingarten- Abbildung, Fundamentalformen, Berechnung der Gaußschen Krümmung, Theorema Egregium, Beispiele von Flächen, mittlere Krümmung und zweite Fundamentalform, Minimalflächen, Beispiele, Weierstraß-Darstellung, Satz von Gauß-Bonnet für Flächen <p>Grundgedanken der Riemannschen Geometrie</p> <p>Literatur:</p> <p>Do Carmo, M.: Differentialgeometrie von Kurven und Flächen, Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn</p> <p>Spivak, M.: A comprehensive introduction to differential geometry, Berkeley, California: Publish</p> <p>Perish, Inc.</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Aufbaumodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Aufbaumodul (integriert), Analysis / Geometrie

Modulbezeichnung:	Aufbaumodul I (Algebra/Zahlentheorie/Geometrie/Topologie) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Durch das Aufbaumodul I sollen die Studierenden Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Algebra/Zahlentheorie und/oder Geometrie/Topologie erwerben. Sie sollen im jeweiligen Gebiet die Entwicklung einer mathematischen Theorie kennenlernen und ihre Anwendbarkeit erfahren.
Inhalte und Themen:	Aufbauend auf den Grundmodulen Lineare Algebra und Analysis werden Themen aus einem oder mehreren der folgenden Gebiete behandelt: <ul style="list-style-type: none"> ○ Algebra ○ Zahlentheorie ○ Geometrie ○ Topologie Literatur: themenabhängig.
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) oder Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium oder 45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte oder 4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Aufbaumodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Algebra/Zahlentheorie/Geometrie/Topologie Grundlage für Vertiefungsmodule im Bereich Algebra, Zahlentheorie, Geometrie, Topologie

Modulbezeichnung:	Aufbaumodul I (Analysis/Angewandte Mathematik) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Durch das Aufbaumodul II sollen die Studierenden Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Analysis/Angewandte Mathematik erwerben. Sie sollen im jeweiligen Gebiet die Entwicklung einer mathematischen Theorie kennenlernen und ihre Anwendbarkeit erfahren.
Inhalte und Themen:	Aufbauend auf den Grundmodulen Lineare Algebra und Analysis werden Themen aus einem oder mehreren der folgenden Gebiete behandelt: <ul style="list-style-type: none"> ○ Analysis ○ Angewandte Mathematik Literatur: themenabhängig.
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) oder Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium oder 45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte oder 4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist als Zulassungsvoraussetzung das Erreichen von mindestens 50 Prozent der Punkte aus den gestellten Übungsaufgaben erforderlich.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Aufbaumodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Analysis/Angewandte Mathematik Grundlage für Vertiefungsmodule im Bereich Analysis/Angewandte Mathematik

3. Vertiefungsmodule

Modulbezeichnung:	Algebraische Geometrie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen die Anwendung algebraischer Methoden zur Beschreibung von geometrischen Objekten (algebraischen Varietäten) kennenlernen. Sie sollen den Übersetzungsprozess Geometrie-Algebra-Geometrie verstehen und auf gestellte Probleme anwenden können. ○ Sie sollen erfahren, wie geometrische Fragestellungen durch den Einsatz abstrakter algebraischer Techniken bewältigt werden können. ○ Sie sollen durch das Erlernen moderner Methoden der algebraischen Geometrie an aktuelle Entwicklungen und Resultate herangeführt werden. ○ Die Studierenden sollen durch die Beschäftigung mit abstrakten Begriffen und Methoden und durch das Kennenlernen von tieferliegenden mathematischen Ergebnissen ihre Fähigkeit zur Abstraktion ausbauen. Sie sollen die Befähigung zu aktivem selbständigem Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen erlangen und die Fähigkeit ausbilden, sich neue mathematische Teilgebiete eigenständig zu erschließen.
Inhalte und Themen:	<p>Aufbauend auf den Grundmodulen Lineare Algebra und Analysis werden Themen aus einem oder mehreren der folgenden Gebiete behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Analysis ○ Angewandte Mathematik <p>Algebraische Varietäten</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Affine und projektive Varietäten, Hilbertscher Nullstellensatz, Singularitäten, Tangentialräume und Dimension <p>Morphismen von Varietäten</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Reguläre und rationale Funktionen und Abbildungen, Aufblasungen und Auflösung von ○ Singularitäten <p>Geometrische Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Linearsysteme ebener Kurven, kubische Flächen im Raum ○ Weiterführende algebro-geometrische Techniken ○ Divisoren, Differentialformen, Satz von Riemann-Roch auf Kurven <p>Literatur:</p> <p>Hulek, K.: Elementare Algebraische Geometrie, Vieweg Shafarevich, I.R.: Basic Algebraic Geometry, Springer Hartshorne, R.: Algebraic Geometry, Springer</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Elementare Algebraische Geometrie oder Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium oder 45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte oder 4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen in Geometrie
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Algebra und Geometrie

Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul in Algebraischer Geometrie

Modulbezeichnung:	Algebraische Zahlentheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Studium der Zusammenhänge von Algebra und Zahlentheorie, Erlernen der Grundlagen für wissenschaftliches Arbeiten in Zahlentheorie und arithmetischer Geometrie.
Inhalte und Themen:	Bewertungstheorie, Zusammenhang zwischen Bewertungen und Primidealen, Dedekindringe, Verzweigung, Differenten und Diskriminante, Zerlegung von Idealen in Zahlkörpern, Dirichletscher Einheitensatz, Idealklassengruppe, Klassenzahl, Quadratische Zahlkörper, Zyklotomische Erweiterungen. Literatur: Koch, H.: Zahlentheorie, Vieweg Ribbenboim, P.: Classical Theory of Algebraic Numbers, Springer
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung. Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen in Algebra
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Algebra Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul in Algebra

Modulbezeichnung:	Algebraische Gleichungen und Varietäten (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen wesentliche Züge der Galoistheorie und ihrer Anwendungen kennenlernen und ihre historische Bedeutung einschätzen können. ○ Die Studierenden sollen die Anwendbarkeit algebraischer Methoden zur Beschreibung von geometrischen Objekten (algebraischen Varietäten) kennenlernen. Sie sollen den Übersetzungsprozess zwischen Geometrie und Algebra verstehen und auf gestellte Probleme anwenden können.
Inhalte und Themen:	<p><i>Galois-Theorie:</i> Algebraische Körpererweiterungen, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, normale und separable Körpererweiterungen, Kreisteilungspolynome, endliche Körper, auflösbare Gruppen, symmetrische Polynome, Hauptsatz der Galois-Theorie, Auflösbarkeit algebraischer Gleichungen</p> <p>Algebraische Varietäten: Affine Varietäten und Hilbertscher Nullstellensatz, Morphismen affiner Varietäten, rationale Funktionen und Abbildungen, glatte Punkte, Tangentialräume und Dimension</p> <p>Literatur:</p> <p>G. Fischer, R. Sacher: Einführung in die Algebra. Teubner. K. Hulek: Elementare Algebraische Geometrie. Vieweg.</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.
	Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen in Algebra
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Algebra möglicher Hintergrund für Abschlussarbeit

Modulbezeichnung:	Analytische Zahlentheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Übertragung, Weiterentwicklung und Anwendung von Methoden der Funktionentheorie auf zahlentheoretische Fragestellungen; Schulung analytischer Denk- und Arbeitsweisen; Erlernen von modernen Techniken für das wissenschaftliche Arbeiten in der Zahlentheorie
Inhalte und Themen:	Dirichletsche Reihen, Riemannsches Zetafunktion, Primzahlsatz mit Restglied, Charaktere, Dirichletscher Primzahlsatz, Methoden und Anwendungen des Großen Siebes Literatur: Brüdern, J. : Einführung in die analytische Zahlentheorie, Springer, 1995 Davenport, H. : Multiplicative Number Theory, Springer, 2000
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Funktionentheorie
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Lösung und Präsentation von Übungsaufgaben als Zulassungsvoraussetzung, mündliche Prüfung (20-30 Min) oder Klausur Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen in Algebra
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Algebra / Analysis Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul in Analytischer Zahlentheorie

Modulbezeichnung:	Angewandte Funktionsanalysis (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die Relevanz funktionalanalytischer Methoden für praktische Probleme, etwa aus der Numerik, erkennen und einschätzen lernen und sich das funktionalanalytische Rüstzeug zum Lösen dieser Problem aneignen ○ die Beziehungen der Funktionalanalysis zu anderen Bereichen der Mathematik, aber auch zu anderen Wissenschaften, etwa der Theoretischen Physik, erkennen ○ erfahren, wie Methoden der Linearen Algebra, Analysis und Topologie zusammenwirken ○ Kenntnisse aus den Grundmodulen und einigen Aufbaumodulen (z.B. Analysis III, Topologie) vertiefen und neu bewerten
Inhalte und Themen:	<p>Kompakte Operatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Spektralsatz, Fredholm-Alternative, Hilbert-Schmidt-Integraloperatoren, singuläre Integraloperatoren Lineare Funktionale ○ Satz von Hahn/Banach, Rieszscher Darstellungssatz, Satz von Lax-Milgram, Poincaré - Ungleichung Funktionenräume ○ Distributionen, Fouriertransformation, Sobolev-, Besov- und Hölder-Räume, Einbettungs-, Spur- und Fortsetzungssätze Variationsmethoden ○ Elliptische Randwertprobleme, schwache Formulierung, Gelfand-Dreier <p>Literatur:</p> <p>Alt, H.W.: Lineare Funktionalanalysis, Springer, 1999 Werner, D.: Funktionalanalysis, Springer Verlag, 2000 Brezis, H.: Analyse fonctionelle, Masson</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Kenntnisse der allgemeinen Integrationstheorie (aus Analysis III oder Stochastik I)
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit Operatortheorie
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Analysis Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul, Seminar in Funktionalanalysis

Modulbezeichnung:	Ergodentheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die Grundprinzipien der Ergodentheorie verstehen und einschätzen lernen ○ die Beziehungen der Ergodentheorie zu anderen Bereichen der Mathematik, etwa zur Stochastik und zur Theorie dynamischer Systeme, erkennen ○ Kenntnisse aus den Grundmodulen und einigen Aufbaumodulen (z.B. Dynamische Systeme) vertiefen und neu bewerten
Inhalte und Themen:	<p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Maßräume, Gruppen, Haarmaße, Funktionenräume Maßerhaltende Abbildungen ○ Assoziierte Isometrien, Wiederkehrrsätze, Birkhoff'scher Ergodensatz <p>Entropie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Entropie einer Zerlegung, bedingte Entropie, Entropie maßerhaltender Transformationen Invariante Maße stetiger Transformationen <p>Topologische Entropie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition, Eigenschaften, Beziehungen zur maßtheoretischen Entropie <p>Literatur:</p> <p>Halmos, P.: Lectures on Ergodic Theory, Celsea, New York Mane, R.: Ergodic Theory and Differentiable Dynamics, Springer Walters, P.: An Introduction to Ergodic Theory, Springer</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Dynamische Systeme, möglichst Stochastik II
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Spezialisierungs-Modulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Numerik (Angewandte Mathematik) Vorbereitung auf Abschlussarbeit

Modulbezeichnung:	Galoistheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Studierenden sollen die Galoistheorie mit ihren Anwendungen kennenlernen und insbesondere ihre historische Bedeutung beurteilen können. Sie werden erfahren, wie elementare Fragestellungen über geometrische Konstruktionen und das Lösen von Gleichungen durch den Einsatz abstrakter algebraischer Methoden gelöst werden können. Die Studierenden sollen diese Lösungen nachvollziehen und durchdringen. Anhand vieler konkreter Beispiele wird versucht, die Nützlichkeit algebraischer Methoden überzeugend zu demonstrieren.
Inhalte und Themen:	<p>Polynome in mehreren Unbestimmten, Zerfällungskörper, algebraischer Abschluss, Satz von Steinitz, Normale und separable Körpererweiterungen, Separabilitätsgrad, Gradsatz, Einbettungen, Galoische Körpererweiterungen und Hauptsatz der Galoistheorie, Berechnung der Galoisgruppe, Translationssatz, Endliche Körper, Einheitswurzeln und Kreisteilungspolynome, Reine Gleichungen und zyklische Galoisgruppen, Anwendungen der Galoistheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Auflösbarkeit algebraischer Gleichungen durch Radikale: 1-tes und 2-tes Hauptkriterium bei beliebiger Charakteristik, ○ Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, reguläre n-Ecke. <p>Literatur:</p> <p>Cigler, J.: Körper, Ringe, Gleichungen, Spektrum Stewart, I.: Galois Theory, London</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte (),
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, ca. jedes 4. Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Algebra möglicher Hintergrund für Abschlussarbeit

Modulbezeichnung:	Grundlagen der Galoistheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Studierenden sollen wesentliche Züge der Galoistheorie und ihrer Anwendungen kennenlernen und ihre historische Bedeutung einschätzen können. Sie sollen erfahren, dass elementare Fragestellungen über geometrische Konstruktionen und das Lösen von Gleichungen erst durch den Einsatz abstrakter Methoden gelöst werden können. Die Studierenden sollen diese Lösungen nachvollziehen und durchdringen. Insbesondere soll Wert darauf gelegt werden, dass konkrete Beispiele eigenständig gerechnet werden können.
Inhalte und Themen:	<p>Algebraische Körpererweiterungen, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Normale und separable Körpererweiterungen, Primitive Elemente, Galois'sche Erweiterung und der Hauptsatz der Galoistheorie Symmetrische Polynome und die symmetrische Gruppe als Galoisgruppe, Zerfällungskörper von Polynomen, Transitive Untergruppen der symmetrischen Gruppe und Galoisgruppen, Auflösbare Gruppen und Auflösbarkeit von Gleichungen durch Radikale, Diskriminanten und die Galoisgruppe von Polynomen kleinen Grades, Kreisteilungspolynome und deren Galoisgruppen, Endliche Körper</p> <p>Literatur: Cigler, J.: Körper, Ringe, Gleichungen, Spektrum Stewart, I.: Galois Theory, London</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (1 SWS) Es handelt sich um ein Vertiefungsmodul, Bereich Algebra
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, ca. jedes 4. Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Algebra möglicher Hintergrund für Abschlussarbeit

Modulbezeichnung:	Kombinatorik (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verständnis der Anwendung von Methoden der reinen Mathematik in der Kombinatorik und Fähigkeit diese Eigenständig anzuwenden ○ Modellierung von kombinatorischen Problemen in abstrakter algebraischer und topologischer Sprache
Inhalte und Themen:	<p>Enumerative Kombinatorik</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Methoden der linearen Algebra in der Enumeration ○ Methoden der kommutativen Algebra in der Enumeration <p>Algebraische Kombinatorik</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Kombinatorik von Weyl Gruppen ○ Kombinatorik symmetrischer Funktionen Geometrische <p>Methoden in der Kombinatorik</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Simpliziale Komplexe ○ f- und h-Vektoren ○ schälbare Komplexe ○ Topologie und Homologie simplizialer Komplexe <p>Literatur:</p> <p>Stanley, R.P.: Enumerative Combinatorics I + II, Cambridge University Press, 1999</p> <p>Macdonald, I.G.: Symmetric Functions and Hall Polynomials, Oxford University Press, 1998</p> <p>Matousek, J.: Lectures on Discrete Geometry, Springer, 2002</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Diskrete Mathematik oder Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte

Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, ca. jedes 4. Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul in Kombinatorik

Modulbezeichnung:	Komplexe Analysis und Methoden der Komplexen Geometrie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die grundlegenden Methoden der Funktionentheorie mehrerer komplexer Veränderlicher erlernen. ○ erfahren, wie durch das Zusammenwirken von abstrakten analytischen und algebraischen Techniken konkrete Probleme der Komplexen Geometrie gelöst werden können. ○ durch das Erlernen moderner Methoden der Komplexen Analysis an aktuelle Entwicklungen und Ergebnisse herangeführt und in die Lage versetzt werden, sich neue mathematische Teilgebiete selbständig zu erschließen.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Potenzreihen und holomorphe Funktionen in mehreren komplexen Veränderlichen ○ Holomorphiekonvexe und pseudokonvexe Gebiete, Hilbertraum-Methoden ○ Lokale Theorie analytischer Mengen ○ Riemannsche Flächen, Komplexe Mannigfaltigkeiten und Komplexe Räume ○ Globale Methoden der Komplexen Analysis <p>Literatur:</p> <p>Grauert, H. , Remmert, R. Analytische Stellenalgebren, Berlin: Springer Griffiths, Ph., Harris, J.: Principles of algebraic geometry, New York, NY: Wiley Grauert, H. , Remmert, R.: Coherent analytic sheaves, Berlin: Springer</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Funktionentheorie
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit Komplexer und Harmonischer Analysis
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Analysis Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul, Seminare

Modulbezeichnung:	Komplexe und Harmonische Analysis (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Zusammenwirken von Symmetrie-Prinzipien (Darstellungen von Lie-Gruppen) und allgemeinen Methoden der komplexen Funktionentheorie ○ Lösung von anwendungsorientierten Problemen wie Wiener-Hopf Integralgleichungen auf Kegeln ○ Vertieftes Verstehen des ein-dimensionalen Falls (Einheitskreis/obere Halbebene) in der allgemeinen Theorie symmetrischer Gebiete, insbesondere der Klassifizierung Riemann'scher Flächen ○ Querverbindungen zur reellen Analysis und Funktionalanalysis (Hilberträume holomorpher Funktionen) ○ Einbettung der Fourieranalysis in den allgemeinen Rahmen der nicht-kommutativen harmonischen Analysis
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Grundkenntnisse der Funktionentheorie mehrerer Variabler ○ Beschränkte Gebiete im \mathbb{C}^n, symmetrische Gebiete ○ Hilberträume analytischer Funktionen (Bergman-Räume) ○ Grundlagen der Darstellungstheorie von Liegruppen in der komplexen Analysis ○ Anwendung auf die Theorie der Riemann'schen Flächen (komplexe Strukturen) und automorpher Funktionen <p>Literatur:</p> <p>Forster, O.: Riemannsche Flächen, Springer Wells, R.O.: Differential Analysis on Complex Manifolds, Graduate Texts in Mathematics, Springer Faraut, J., Korányi, A.: Analysis on Symmetric Cones, Oxford Science Publications</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Funktionentheorie
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.
	Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit Komplexer Geometrie
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Analysis Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul, Seminare

Modulbezeichnung:	Numerik von Differentialgleichungen (Numerische Verfahren von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Studierenden sollen generell lernen, numerische Verfahren hinsichtlich Anwendbarkeit und Zweckmäßigkeit einzuschätzen. Dazu sollen sie <ul style="list-style-type: none"> ○ einen Überblick über die verschiedenartigen Aufgabenstellungen mit Differentialgleichungen bekommen, um die Klassifikation gegebener Problemstellungen vornehmen zu können, ○ den Einsatz von Diskretisierungs-Verfahren kennenlernen unter Einschluss von Methoden zur Schätzung und Steuerung der unvermeidlichen Approximationsfehler, ○ erkennen, wie stark die theoretische Analyse die Rahmenbedingungen für die Ausgestaltung numerischer Verfahren festlegt. Insbesondere soll die Bedeutung funktionalanalytischer Konzepte für numerische Fragestellungen klar werden.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ausgewählte theoretische Grundlagen zu Differentialgleichungen ○ Gewöhnliche Anfangswertprobleme: Runge-Kutta- und Mehrschritt-Verfahren ○ Allgemeine Konvergenztheorie: Konsistenz und Stabilität ○ Die Problematik steifer Anfangswertprobleme, implizite Verfahren ○ Partielle, speziell elliptische und parabolische Probleme: Differenzenverfahren, schwache Formulierung und Finite Elemente <p>Literatur:</p> <p>Deuffhard, P., Bornemann, F.: Numerische Mathematik II, de Gruyter Lehrbuch, 2002</p> <p>Strehmel, K., Weiner, R.: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Teubner Studienbücher, 1995</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Numerik
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung. <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im WS, im Wechsel mit Numerik endlichdimensionaler Probleme
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Numerik (Angewandte Mathematik) Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul in Numerik

Modulbezeichnung:	Numerik endlichdimensionaler Probleme (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ allgemein in die Lage versetzt werden, praktische Probleme in Bezug auf einsetzbare Verfahren und den damit verbundenen Aufwand zu klassifizieren. ○ für wichtige Problemklassen und realistische Problemgrößen einsetzbare Verfahren kennenlernen. Oft gibt es dabei einen Gegensatz zwischen Effizienz und Universalität der einzelnen Verfahren. ○ bei komplexen Aufgaben das Zusammenspiel der Verfahren für unterschiedliche Teilprobleme verstehen lernen. Die Kenntnis der Einzel-Charakteristika der Teilverfahren ist dabei die Voraussetzung für eine realistische Analyse. ○ als Kernthema iterative Methoden zur Lösung großer Gleichungssysteme kennenlernen. <p>Diese Systeme treten bei vielen praktischen Problemen als Teilaufgabe auf. Moderne, effiziente Verfahren bestehen meist aus mehreren Bausteinen unterschiedlicher Charakteristika, deren Auswahl von den Eigenschaften des betrachteten Problems abhängen.</p>
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verfahren für Eigenwertprobleme von Matrizen, Fehlerschranken zum Eigenwertproblem, ○ Berechnung der Singulärwertzerlegung allgemeiner Matrizen ○ schnelle Iterationsverfahren für große Gleichungssysteme, Krylov-Verfahren, Prädiktionierung ○ robuste Verfahren für nichtlineare Gleichungssysteme, Kurven-Verfolgung, ○ schnelle Fouriertransformation <p>Literatur:</p> <p>Golub, G., van Loan, C.: Matrix Computations, The Johns Hopkins University Press, 1990</p> <p>Stoer, J., Bulirsch, R.: Numerische Mathematik II, Springer Verlag, 2000</p>
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Numerik
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte

Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im WS, im Wechsel mit Numerik von Differentialgleichungen
Verwendbarkeit des Moduls:	<p>Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Numerik (Angewandte Mathematik)</p> <p>Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul in Numerik</p>

Modulbezeichnung:	Operatortheorie (WP)
Kompetenzen:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ sich Standardmethoden der Funktionalanalysis aneignen und lernen, konkrete Probleme, z.B. aus den Differential- und Integralgleichungen, durch eine abstrakte Vorgehensweise zu lösen ○ typische Probleme der unendlichdimensionalen Theorie und deren Anwendungshintergrund erkennen ○ erfahren, wie Methoden der Linearen Algebra, Analysis und Topologie zusammenwirken <p>Kenntnisse aus den Grundmodulen und einigen Aufbaumodulen (z.B. Analysis III, Topologie) vertiefen und neu bewerten</p>
Inhalte und Themen:	<p>Banach- und Hilberträume</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Normen, Skalarprodukte, Kompaktheit, Hilbertraum-Basen <p>Beschränkte Operatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Projektoren, Spurklasse-, Hilbert-Schmitt-Operatoren, Neumann-Reihe, allgemeine Spektraltheorie <p>Selbstadjungierte Operatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Spektralsatz für selbstadjungierte Operatoren, speziell für kompakte Operatoren <p>Unbeschränkte Operatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlegende Fragestellung, Differentialoperatoren <p>Literatur:</p> <p>Schröder, H.: Funktionalanalysis, Akademie Rudin, W.: Functional Analysis, McGraw-Hill Heuser, H.: Funktionalanalysis, Teubner</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule; ferner Kenntnisse der allgemeinen Integrationstheorie (aus Analysis III oder Stochastik I)
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit Angewandter Funktionalanalysis
Verwendbarkeit des Moduls:	<p>Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Bereich Analysis</p> <p>Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul, Seminar in Funktionalanalysis</p>

Modulbezeichnung:	Kombinatorische Optimierung (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Prinzipien, Konzepte und Basis-Verfahren der Kombinatorischen Optimierung beherrschen und anwenden können - Einsicht und Intuition in Hinblick auf die Modellierung konkreter kombinatorischer Optimierungsprobleme entwickeln und auch in der Lage sein, diese auf alternative Weisen zu modellieren - die Möglichkeiten und Grenzen des exakten Lösens kennen - in der Lage sein, effektive und effiziente Algorithmen für ausgewählte Fragestellungen zu entwickeln
Inhalte und Themen:	<p>Minimale spannende Bäume und Kürzeste-Weg-Probleme Flußproblem Matchings Exakte allgemeine Lösungsverfahren Ganzzahlige Optimierung</p> <p>Literatur:</p> <p>Shrijver, A.: Combinatorial Optimization, Springer Verlag, 2003 Shrijver, A.: Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley & Sons, 1998 (1986) Nemhauser, G.L., Wolsey, L.A.: Integer and Combinatorial Optimization. Wiley Interscience, 1999 (1988) Papadimitriou, C.H., Steiglitz, K.: Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity, Dover Publications, 1998 (1981) Cook, W., Cunningham, W., Pulleybank, W., Schrijver, A.: Combinatorial Optimization, Wiley Interscience, 1998</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Lineare Optimierung oder Dyn.Systeme
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, ca. jedes 4. Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	<p>Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Optimierung (Angewandte Mathematik)</p> <p>Mögliche Vertiefung: Spezialisierungsmodul in Optimierung, Seminar</p>

Modulbezeichnung:	Nichtlineare Optimierung (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Praktische Methoden der computergestützten Optimierung sind ein unverzichtbares Mittel für die optimale Auslegung und den optimalen Betrieb wichtiger Prozesse sowohl in Industrie und Wirtschaft als auch im Hochschul- und Forschungsbereich. Die Kenntnis dieser Methoden und der zugehörigen Software ist für die Berufspraxis von Mathematikern und Naturwissenschaftlern inzwischen immer wichtiger geworden.</p> <p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> - fundierte Kenntnisse der Theorie und Praxis grundlegender Methoden der Optimierung erwerben - die Relevanz von Optimierungsverfahren für praktische Probleme aus verschiedenen Anwendungsgebieten wie Parameteroptimierung, nichtlineare Regression, Approximation oder optimale Steuerung erkennen und einschätzen lernen - Fähigkeit zur Modellierung und Lösung von Optimierungsproblemen bei praktischen Problemstellungen erwerben
Inhalte und Themen:	<p>Grundlagen der nichtlinearen Optimierung Kuhn-Tucker-Theorie, Optimalitätsbedingungen 1. und 2. Ordnung Minimierung nichtlinearer Funktionen, Newton und Quasi-Newton Methode, konjugierte Richtungen, Globalisierungsstrategien (Schrittweitensteuerung, Trust-Region Verfahren) Minimierung nichtlinearer Funktionen mit Nebenbedingungen SQP-Verfahren, Methoden der Quadratischen Optimierung, lokale und globale Konvergenz, Ausgleichsprobleme</p> <p>Literatur:</p> <p>Alt, W.: Nichtlineare Optimierung, Vieweg, 2002 Jarre, F., Stoer, J. : Nonlinear Programming, Springer, 2004 Fletcher R.: Practical Methods of Optimization, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1987 Nocedal, J., Wright, S.: Numerical Optimization, Springer, 2002</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis und Lineare Algebra
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Lehrveranstaltungen im Forschungsgebiet Optimierung
Verwendbarkeit des Moduls:	<p>Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Angewandte Mathematik</p> <p>Mögliche Vertiefung: Spezialisierungs-Modul, Seminar in Optimierung</p>

Modulbezeichnung:	Spezialvorlesung (mit themenabhängigem Inhalt) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Heranführung an aktuelle Forschungsergebnisse, Umgang mit Forschungsliteratur, Einblick in die Entstehung neuer mathematischer Resultate, Vertiefung mathematischer Kenntnisse in einem speziellen Gebiet, möglicher Ausgangspunkt für die Wissenschaftliche Hausarbeit.
Inhalte und Themen:	Konzentriert auf ein spezielles mathematisches Thema, häufig aufbauend auf einer Vertiefungs-Vorlesung, exemplarische Behandlung von aktuellen Ergebnissen unter Einbeziehung neuerer Forschungsliteratur. Beispielhaft ausgeführt die Module: <ul style="list-style-type: none"> ○ Spezial-Vorlesung in Galoistheorie ○ Spezial-Vorlesung in Wavelet-Analysis ○ Ergodentheorie ○ Spezialverfahren für Anfangswertprobleme ○ Computer Aided Geometric Design ○ Stochastische Prozesse Literatur: Themenabhängig
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) mit Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Kenntnisse in dem Gebiet im Umfang der entsprechenden Aufbaumodule, themenabhängig auch aus Spezial-Vorlesungen
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung. Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jedes Semester mehrere Spezialisierungs-Module mit wechselnden Themen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung (themenabhängig) möglicher Hintergrund für Wissenschaftliche Hausarbeit

Modulbezeichnung:	Spezialverfahren für Anfangswertprobleme (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ die Grenzen der üblichen Standardverfahren erkennen, wenn besondere Anforderungen aus Problemstellung oder Computerarchitektur in den Vordergrund treten, ○ die theoretischen Hintergründe und die praktischen Lösungsansätze für diese Anforderungen kennenlernen, um in konkreten Fällen eine problem-adäquate Verfahrensauswahl treffen zu können, ○ hier beispielhaft nachvollziehen, wie Entwicklungen in Naturwissenschaften und Informatik Fragestellungen der Angewandten Mathematik beeinflussen
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Beispiele und Einführung in Anfangswertprobleme mit besonderen Anforderungen ○ Verfahren für große, steife Anfangswertprobleme, erweiterte Stabilitätsbegriffe, Einsatz von Iterationsverfahren bei impliziten Methoden ○ Differentialgleichungen mit Erhaltungssätzen: Geometrische Integrationsverfahren ○ Parallele Verfahren: Begriffsbildungen, Parallelität bezüglich Methode und Problem <p>Literatur:</p> <p>Strehmel, K., Weiner, R.: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Teubner.</p> <p>Burrage, K.: Parallel and sequential methods for ordinary differential equations, Clarendon Press.</p> <p>Hairer, E., Lubich, C., Wanner, G.: Geometric numerical integration - Structure-preserving algorithms for ordinary differential equations, Springer.</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) mit Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule,
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Spezialisierungs-Modulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Numerik (Angewandte Mathematik) Vorbereitung auf Abschlussarbeit

Modulbezeichnung:	Spezialvorlesung Teichmüller- und Modulräume (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Studierenden sollen <ul style="list-style-type: none"> ○ an ein aktuelles wissenschaftliches Gebiet herangeführt werden. ○ das Zusammenwirken unterschiedlicher Methoden aus Analysis und Algebraischer Geometrie kennenlernen
Inhalte und Themen:	Klassische Teichmüllertheorie <ul style="list-style-type: none"> ○ Methoden der Kählerschen Geometrie ○ Grundzüge der Deformationstheorie ○ Grundzüge der Theorie linearer und nichtlinearer elliptischer elliptischer Partialgleichungen ○ Kähler-Einstein-Mannigfaltigkeiten ○ Analytische Theorie von Modulräumen in höheren Dimensionen Literatur: Kodaira, K.: Complex manifolds and deformation of complex structures, New York, Springer Imayoshi, Y., Taniguchi, M.: An introduction to Teichmüller spaces, Tokyo: Springer-Verlag Siu, Y.T.: Lectures on Hermitian-Einstein metrics for stable bundles and Kähler-Einstein metrics, DMV Seminar, Bd. 8. Basel-Boston: Birkhäuser Verlag
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Funktionentheorie
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung. Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund des Vortrags oder der mündlichen Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, alle zwei Jahre
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Analysis, Komplexe und Algebraische Geometrie Mögliche Vertiefung: Seminare

Modulbezeichnung:	Spezialvorlesung in Waveletanalysis (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ an konkreten Beispielen den Anfangspunkt der Waveletanalysis kennenlernen ○ verschiedene Konstruktionen nachvollziehen und dabei die vielfachen analytischen Hilfsmittel vertiefen ○ exemplarisch den theoretischen Hintergrund und die Verwendung von Analysis-Verfahren kennenlernen ○ in einem sehr jungen Teilgebiet der Mathematik neuere Entwicklungen mitverfolgen.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Multiskalen–Analyse, Stabilität, Orthogonalität ○ Konstruktion von (orthogonalen/biorthogonalen) Wavelets ○ Regularitäts– und Approximationseigenschaften von Wavelet–Basen ○ Anwendungen in der Signalanalyse, Filtertheorie, Entrauschen, Kompression ○ Wavelets und Funktionenräume <p>Literatur:</p> <p>Daubechies, I.: Ten Lectures on Wavelets, CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 61 SIAM Press, Philadelphia, 1992</p> <p>Chui, C.: An Introduction to Wavelets, Academic Press, 1992</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) mit Übung (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Kenntnisse in Lebesgue’scher Integrationstheorie und Grundlagen der Funktionalanalysis
Arbeitsaufwand:	45 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4,5 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Spezialisierungs-Modulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Analysis möglicher Hintergrund für Wissenschaftliche Hausarbeit

Modulbezeichnung:	Steuerungstheorie (WP)
Kompetenzen und Qualifikationen:	Die Studierenden sollen lernen, wie die grundlegenden Sätze über gewöhnliche Differentialgleichungen auf Probleme der Steuerungs- und Kontrolltheorie angewandt werden können. Sie sollen die Abhängigkeit der dynamischen Systeme von den charakteristischen Eigenwerten verstehen (Stabilitätstheorie) und befähigt werden, die Prinzipien der Kontrolltheorie z.B. auf ökonomische Prozesse anzuwenden.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen (gewöhnliche Differentialgleichungen, Riccati -Systeme) ○ Stabilitätstheorie, Satz von Routh ○ Kontrollierbarkeit und Observierbarkeit ○ Optimale Kontrolle, Maximum-Prinzip ○ Anwendungen auf ökonomische Prozesse <p>Literatur:</p> <p>Zabczyk, J.: Mathematical Control Theory: An Introduction, Birkhäuser Feichtinger, G., Hartl, R. F.: Optimale Kontrolle ökonomischer Prozesse, de Gruyter</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Lineare Optimierung oder Dyn. Systeme
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium),
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.
	<p>Noten und Notengewichtung:</p> <p>Benotung aufgrund der Klausur oder mündlichen Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, ca. jedes 4. Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Optimierung (Angewandte Mathematik) Mögliche Vertiefung: Spezialisierungsmodul in Optimierung, Seminar

Modulbezeichnung:	Wahrscheinlichkeitstheorie (Stochastik II) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Zur Behandlung allgemeiner zufällig verlaufenden Vorgänge in der Praxis reichen die Methoden der elementaren Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht aus. Insbesondere sind diese nicht geeignet, stochastische Vorgänge bei unendlicher diskreter oder kontinuierlicher Zeit modellmäßig zu erfassen (sogen. stochastische Prozesse). Unter Rückgriff auf die Hilfsmittel der Maß- und Integrationstheorie und z.T. der Topologie wird eine mathematische lückenlose Behandlung derartiger Modelle vorgestellt.
Inhalte und Themen:	Es werden behandelt <ul style="list-style-type: none"> ○ Allgemeine Wahrscheinlichkeitsräume und Zufallsgrößen ○ Der Konsistenzsatz von Kolmogorov ○ Charakteristische Funktionen von Zufallsgrößen ○ Konvergenzbegriffe ○ Der zentrale Grenzwertsatz ○ Bedingter Erwartungswert und bedingte Verteilung ○ Martingale und Stoppzeiten. <p>Literatur:</p> <p>Bauer, H.: Wahrscheinlichkeitstheorie. De Gruyter 1991 Hesse, Ch.: Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie. Vieweg 2003</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Stochastik I
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.
	Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur oder mündlichen Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jedes WS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Stochastik (Angewandte Mathematik) Die Wahrscheinlichkeitstheorie ist ein wichtiges Hilfsmittel in der Theoretischen Physik und unentbehrlich zur Behandlung von gewissen Problemen in den Wirtschaftswissenschaften (Versicherungs- und moderne Finanzmathematik) und der Medizin (Epidemiologie). Mögliche Vertiefungen: Spezialisierungs-Module in Stochastik

Modulbezeichnung:	Mathematische Statistik (Stochastik III) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Vorlesung behandelt unter Zuhilfenahme der Wahrscheinlichkeitstheorie die gängigen Verfahren (Tests, Schätzung, Bereichsschätzung), wie aus einer Klasse in Frage kommender mathematischer Modelle für einen bestimmten Sachverhalt der Praxis auf das richtige Modell geschlossen werden kann, und stellt sie in einen mathematische Zusammenhang.
Inhalte und Themen:	Es werden folgende statistische Verfahren vorgestellt: <ul style="list-style-type: none"> o Signifikanztests (parametrisch und parameterfrei) o Parameterschätzung, Trenninformation nach R.A. FISHER o Suffizienz und Konsistenz o Parameterbereichsschätzung o Allgemeine Struktur statistischer Entscheidungsverfahren o Diskriminanzanalyse o Sequentielle Tests (alternativ: asymptotische Statistik) Literatur: Irlle, A.: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Teubner 2001 Plachky, D.: Einführung in die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematischen Statistik. Oldenbourg 2000 Witting, H.: Mathematische Statistik I. Teubner 1974 (1. Aufl.) Witting/Müller-Funk: Mathematische Statistik II. Teubner 1995
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule, Aufbaumodul Stochastik I
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung. Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur oder mündlichen Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, jedes SS
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflichtmodul, Vertiefung Stochastik (Angewandte Mathematik) Wie die Wahrscheinlichkeitstheorie dient die mathematische Statistik der Behandlung nichtdeterministisch verlaufender Vorgänge in den einzelnen Wissensgebieten (Physik, Biologie, Medizin, Wirtschaftswissenschaften, u.s.w.). Dabei baut die Statistik auf der Wahrscheinlichkeitstheorie auf, und schon die Formulierung zahlreicher statistischer Probleme ist ohne Rückgriff auf die Wahrscheinlichkeitstheorie nicht möglich. Mögliche Vertiefungen: Spezialisierungs-Module in Stochastik

Modulbezeichnung:	Vertiefungsmodul in Mathematik (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Heranführung an aktuelle Forschungsergebnisse, Umgang mit Forschungsliteratur; Einblick in die Entstehung neuer mathematischer Resultate, Vertiefung mathematischer Kenntnisse in einem speziellen Gebiet. Kompetenz zur eigenständigen Erschließung aktueller wissenschaftlicher Beiträge aus nationalen und internationalen Fachzeitschriften, von Konferenzen usw. sowie deren Aufarbeitung für eine adäquate Vermittlung am Lernort Schule.

Inhalte und Themen:	<p>Weiterführung der Inhalte eines Aufbaumoduls, exemplarische Behandlung aktueller Ergebnisse unter Einbeziehung neuerer Forschungsliteratur. Die Themen entstammen einem der folgenden Gebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Algebra/Zahlentheorie ○ Geometrie/Topologie ○ Analysis ○ Angewandte Mathematik <p>Literatur</p> <p>themenabhängig</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) oder Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule; ferner themenabhängig Kenntnisse aus einem Aufbaumodul
Arbeitsaufwand:	90 Std. Präsenzzeit und 180 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	9 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung;</p> <p>Benotung aufgrund der Klausur oder mündlichen Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Vertiefungsmodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Wahlpflicht-Vertiefungsmodul, möglicher Hintergrund für Abschlussarbeit

4. Seminar

Modulbezeichnung:	Seminar in Mathematik (P)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Studierende sollen Erfahrungen im selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten machen, dazu gehören</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ an Hand einer Themenvorgabe und Literaturempfehlungen sich weitgehend selbständig in das Thema einzuarbeiten und ggf. die Literatur zu ergänzen, ○ einen ca. 2-stündigen Vortrag vorzubereiten, weitgehend frei und für die Seminarteilnehmer gut nachvollziehbar abzuhalten, ○ eine schriftliche Ausarbeitung des Vortrags anzufertigen, ○ sich aktiv an der Diskussion der Vorträge zu beteiligen. <p>Soft Skills: Die Studierenden sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ihre mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit durch das Einüben der freien Rede vor einem größeren Publikum, der Diskussion mit diesem und der schriftlichen Ausarbeitung des Vortrags verbessern, ○ während der Vorbereitung Erfahrungen in Teamarbeit und Arbeitsorganisation (Literatur- und Stoffauswahl, Hilfsmittel, Zeiteinteilung) sammeln, ○ geeignete Präsentationsmittel auswählen, den Einsatz von Präsentationstechniken und die Anwendung wissenschaftlicher Schreibsysteme (TeX) erlernen.
Inhalte und Themen:	<p>Themen, die zumindest Kenntnisse aus Aufbaumodulen, gelegentlich auch aus Vertiefungsmodulen voraussetzen. Die konkrete Auswahl wird jeweils vom Veranstaltungsleiter festgelegt.</p> <p>Literatur</p> <p>themenabhängig</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Seminar
Teilnahmevoraussetzungen:	Aufbaumodule des 3. und 4. Fachsemesters, themenabhängig auch Vertiefungsmodule
Arbeitsaufwand	30 Std. Präsenzzeit und 90 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte ohne Benotung
Art der Prüfung:	Vortrag, Beteiligung an der Diskussion
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, Jedes Semester
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Pflichtmodul Vorbereitung auf Fortgeschrittenen-Seminare, ggf. auch auf Abschlussarbeiten

5. Fachdidaktik

Modulbezeichnung:	Schulpraktische Studien II (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Studierenden sollen fachdidaktische Ziele und Inhalte in ihrem konkreten Bezug zum Schulalltag und im Schulalltag kennenlernen. Die Hospitationsphase soll es ermöglichen, die verschiedenen Unterrichtskomponenten (Motivation, Unterrichtsphasen, Leistungsmessung, . . .) an „konkreten Schülerpersönlichkeiten“ zu erkennen und zu diskutieren.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vom Lehrplan zur Planung einer Unterrichtseinheit ○ Entwurf einer Unterrichtssequenz ○ Planung einer Unterrichtsstunde ○ Phasen einer Unterrichtsstunde, Feinplanung ○ Der Stundenentwurf ○ Unterrichtsbeobachtung und Unterrichtsbesprechung/ -reflexion ○ Leistungsmessung und Leistungsbewertung ○ Entwurf und Korrektur einer Klassenarbeit ○ „mündliche“ Noten ○ Mathematikunterricht im Vergleich: TIMSS und PISA ○ Lernertypen – Typen des Mathematiklernens
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Seminar und Schulpraktikum (Hospitation)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Lineare Algebra und Analysis, ein Aufbaumodul aus der Mathematik; ferner Modul SPS I
Arbeitsaufwand:	Seminar (2 SWS), Schulpraktikum 50 Unterrichtsstunden, Praktikumsbericht
Leistungspunkte:	5 Leistungspunkte (80 Std. Präsenzzeit und 70 Stunden Zeit für das Selbststudium)
Art der Prüfung:	regelmäßige Teilnahme (max. 2-maliges entschuldigtes Fehlen), Erarbeitung einer Unterrichtseinheit (einschließlich Präsentation im Seminar), mindestens drei eigene Unterrichtsversuche, Praktikumsbericht Noten und Notengewichtung: Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittel der Teilprüfungsleistungen. Die Gewichtung wird zu Beginn bekannt gegeben.
Dauer des Moduls und AngebotsAngebotsturnus:	1–2 Semester; das Modul wird jedes zweite Semester angeboten.
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktischer Anteil im Studium für das Lehramt

Modulbezeichnung:	Kompensationsmodul der Schulpraktische Studien II (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Die Studierenden sollen fachdidaktische Ziele und Inhalte in ihrem konkreten Bezug zum Schulalltag und im Schulalltag kennenlernen.
Inhalte und Themen:	Planung und Durchführung von Mathematikunterricht: von der fachdidaktischen Analyse bis zur Durchführung und Auswertung des Unterrichts
Organisations-, Lehr- und Lernform:	fachdidaktische Lehrveranstaltung mit Praxis berücksichtigendem Unterrichtsbezug, unterrichtsbezogene Projektarbeit
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Lineare Algebra und Analysis, ein Aufbaumodul aus der Mathematik; ferner Modul SPS I
Arbeitsaufwand:	fachdidaktische Lehrveranstaltung (2 SWS), unterrichtsbezogene Projektarbeit, 50 Std. Präsenzzeit (Lehrveranstaltung, Schulprojekt) und 100 Stunden Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte:	5 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	Vorstellung der Projektplanungen in der Lehrveranstaltung (mit schriftlicher Ausarbeitung), schriftlicher Bericht über die unterrichtsbezogene Projektarbeit Noten und Notengewichtung: Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittel der Teilprüfungsleistungen. Die Gewichtung wird zu Beginn bekannt gegeben.
Dauer des Moduls und AngebotsAngebotsturnus:	1–2 Semester; das Modul wird jedes zweite Semester angeboten.
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktischer Anteil im Studium für das Lehramt

Modulbezeichnung:	Fachdidaktik Kernmodul (P)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen fachdidaktische Aspekte des Mathematikunterrichts kennenlernen und didaktische Konzepte zu verschiedenen Stoffgebieten der Schulmathematik kennenlernen und beurteilen können. ○ Sie sollen lernen, Stoffgebiete selbständig zu analysieren und didaktisch umzusetzen. ○ Sie sollen Anwendungsfelder und Verbindungen zu anderen Fächern kennenlernen. ○ Sie sollen die Fähigkeit erwerben, Unterrichtswerke und Curricula kritisch zu beurteilen. ○ Sie sollen in die Lage versetzt werden, flexibel auf Ideen und Probleme von Schülern einzugehen, und ○ Schüler zum eigenständigen, kreativen Umgang mit Mathematik anzuleiten.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse von Teilgebieten der Mathematik unter didaktischen Aspekten Beispiele für Lehrveranstaltungen: 'Didaktik der Geometrie', 'Didaktik der Algebra', 'Zahlbereichserweiterungen', 'Analysis in der Schule', 'Didaktik der Stochastik' ○ Exemplarische Entwicklung von Unterrichtskonzepten für aktuelle mathematische Themengebiete Beispiel für eine Lehrveranstaltung: 'Kryptologie' ○ Heranführen an die Schulpraxis Beispiele für Lehrveranstaltungen: 'Aufgaben im Mathematikunterricht', 'Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht' ○ Einsatzmöglichkeiten und Grenzen moderner Medien im Mathematikunterricht Beispiele für Lehrveranstaltungen: 'Computeralgebrasysteme', 'Dynamische Geometriesoftware' <p>Literatur: themenabhängig</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	drei Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Seminare, Übung zu je 2 SWS) 5. bis 8. Fachsemester
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Lineare Algebra und Analysis; ggf. Kenntnisse in speziellen Aufbaumodulen wie Algebra oder Elementare Stochastik
Arbeitsaufwand	90 Std. Präsenzzeit und 270 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	12 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Modulprüfung besteht aus drei Teilprüfungen (je einer pro Lehrveranstaltung). Diese werden als Klausur, mündliche Prüfung, Seminarvortrag oder als Kombination daraus abgehalten. Zum Bestehen des Moduls ist das Bestehen aller drei Teilprüfungen erforderlich. Die Modulnote ergibt sich bei Bestehen als arithmetisches Mittel der drei Teilnoten. ○ Für jede Klausur oder mündliche Prüfung (aber nicht für Seminarvorträge) enthält das Modul eine interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung), die bei Nichtbestehen der Teilprüfung in Anspruch genommen werden kann; sie findet vor Beginn des nächsten Semesters statt. ○ Bei Nichtbestehen der Modulprüfung kann das Modul einmal wiederholt werden. Bereits bestandene Teilprüfungen werden dann in die Modulwiederholung übernommen. Sie müssen und dürfen (etwa zur Notenverbesserung) nicht erneut erbracht werden.
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ca. 4 Semester, Das Modul ist semesterübergreifend angelegt. In jedem Semester besteht die Möglichkeit, Teilleistungen zu erbringen.
Verwendbarkeit des Moduls	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Pflichtmodul

Modulbezeichnung:	Elementare Zahlentheorie (FD) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erwerb und didaktische Analyse von Basiswissen der klassischen Zahlentheorie unter besonderer Berücksichtigung der historischen Entwicklung ○ Verständnis für Entdeckendes Lernen und Problem-Lösungsstrategien durch Experimentieren und scharfsinniges Kombinieren ○ Aneignung von Fertigkeiten im Aufbereiten und Vermitteln von mathematischen Inhalten
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bedeutung des Fundamentalsatzes der Arithmetik für die Entwicklung der Zahlentheorie ○ Primzahlen und ihre Verteilungen – ein 2500 Jahre altes Thema ○ Gaußsche Theorie der Kongruenzen mit Resultaten von Fermat/Euler und Anwendungen auf die Kryptographie ○ Vollkommene und befreundete Zahlen, Mersennesche und Fermatsche Primzahlen ○ Elementare Gitterpunktprobleme im Unterricht der Schulmathematik <p>Literatur:</p> <p>Bundschuh, P. : Einführung in die Zahlentheorie, Springer, 2002 Scheid, H. : Zahlentheorie, Spektrum, 2003</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte ,
Art der Prüfung:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendung des Moduls	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung:	Klassische Probleme der Analysis (FD) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vermittlung der Grundgedanken der Analysis unter besonderer Berücksichtigung der historischen Entwicklung. ○ Verständnis einer fortschreitenden Abstraktion und dessen Umsetzung im Unterricht.
Inhalte und Themen:	<p>Abwechselnde Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Analysis und Geometrie bei den Griechen: Quadratur des Kreises, p, Quadratur der Parabel. ○ Die Renaissance der Mathematik: Vom Merton College bis Barrow über Kepler, Descartes, Fermat, Pascal, Cavalieri. ○ Die Entdeckung der Differential- und Integralrechnung: Newton, Leibniz, die Bernoullis, Euler und d'Alembert. ○ Die Verfestigung der Analysis: Lagrange, Fourier, Gauß, Bolzano, Cauchy, Riemann, Dedekind. <p>Literatur:</p> <p>Boyer, C. B. : A history of mathematics, John Wiley and Sons, 1968 Edwards Jr., C. H. : The historical development of the calculus, Springer, 1979 Struik, D. J. : A source book in mathematics, 1200 – 1800, Harvard, 1969</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendbarkeit des Moduls	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung:	Komplexe Zahlen und Geometrie (FD) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<p>Mathematisierung anschaulich-geometrischer Begriffe, Konkretisierung mathematischer Intuition in geometrischem Zusammenhang. Aneignung des Basiswissens eines zentralen, schulrelevanten mathematischen Gebiets.</p> <p>Untersuchung von Sätzen der klassischen affinen und projektiven Geometrie mit analytischen Mitteln – unter besonderer Berücksichtigung der Unterrichtssituation.</p>
Inhalte und Themen:	<p>Komplexe Zahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> o Historisches o \mathbb{C} als normierter \mathbb{R}-Vektorraum, \mathbb{C} als Körper, \mathbb{C} als Beispiel einer einfachen Körpererweiterung <p>Geometrische Deutung von</p> <ul style="list-style-type: none"> o Addition und Multiplikation, Reziprokenbildung und Spiegelung am Einheitskreis o der Funktion $z \mapsto z^2$, der Funktion $z \mapsto \sqrt{z}$ <p>Dreiecke, trigonometrische Funktionen und komplexe Zahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> o Exponentialfunktion, Additionstheoreme für trigonometrische Funktionen, Hyperbel- und Kreisfunktionen geometrische Interpretationen, Flächenberechnungen <p>Klassische Konstruktionen mit Zirkel und Lineal</p> <ul style="list-style-type: none"> o Regelmäßige n-Ecke <p>Ähnlichkeitstransformationen und komplexe Zahlen</p> <p>Klassische Sätze über ebene Dreiecke, interpretiert und bewiesen mit komplexen Zahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> o Schnittpunkte ausgezeichneter Geraden, Satz von Napoleon, Sätze von Ptolemäus und Euler, Sätze von Clifford, Neun-Punkte-Kreis, Sätze von Cantor, Satz von Feuerbach, Satz von Morley <p>Grundlagen der hyperbolischen Geometrie – Hermitesche Metriken - Ausblick auf Riemannsche Flächen</p> <p>Literatur: Bekannte Lehrbücher, eigene Ausarbeitungen</p>
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Voraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis, Lineare Algebra
Organisationsform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Leistungsnachweise:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung</p>
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung:	Konstruktionen mit Zirkel und Lineal und Transzendenz (FD) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	Ausgehend vom antiken Problem der Quadratur des Kreises wird das mathematische Formalisieren anschaulich vorliegender Fragestellungen eingeübt. Die in diesem Modul behandelten klassischen Ergebnisse der Mathematik geben Antworten auf Fragen, welche Schüler häufig im Mathematikunterricht stellen.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Problem der Quadratur des Kreises ○ Konstruierbarkeit komplexer Zahlen ○ transzendente Zahlen ○ Liouvillesche Zahlen als konkrete Beispiele transzendenter Zahlen ○ Diskussion von e und p ○ Konstruktionen: Winkeldreiteilung, Kubusverdoppelung, regelmäßige n-Ecke <p>Literatur:</p> <p>Lang, S. : Algebra Bosch, S. : Algebra, Springer-Lehrbuch</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis und Lineare Algebra, Aufbaumodul Algebra
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte
Art der Prüfung:	Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung. Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung:	Nichteuklidische Geometrie (FD) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erwerb und didaktische Analyse von Basiswissen der nicht euklidischen Geometrie ○ Berücksichtigung der historischen Entwicklung ○ Verständnis für entdeckendes Lernen und Problem-Lösungsstrategien durch Anwendung verschiedener mathematischer Konzepte ○ Aneignung von Fertigkeiten im Aufbereiten und Vermitteln von mathematischen Inhalten
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Poincaré-Modell der nicht-euklidischen Geometrie ○ Konforme Abbildungen ○ Modulgruppe und Untergruppen ○ Geodätische Linien, Bogenlänge und Krümmung <p>Literatur:</p> <p>S. Stahl: The Poincaré Half-Plane. Jones & Bartlett 1993</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis und Lineare Algebra
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung:	Polytope (FD) (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studierenden sollen die grundlegenden Konzepte kennenlernen, die dem geometrischen Objekt 'Polytop' zugrunde liegen. Dabei werden alle Konzepte an den drei-dimensionalen Beispielen (z.B. Simplex, Würfel, Oktaeder, Ikosaeder, Dodekaeder) veranschaulicht und entdeckt. ○ Die Studierenden entwickeln das Verständnis für die Geometrie des reellen Raumes und erwerben die Fähigkeit einer geometrischen Intuition. Insbesondere wird das Verständnis gebildet, diese Intuition didaktisch zu analysieren, für den Unterricht auszubereiten und zu vermitteln. ○ Die anschaulich 'offensichtlichen' Begriffe von konvexe Menge, Polytop, Seite eines Polytopes, duales Polytop, werden mathematisch erfaßt. ○ Ein Verständnis für Auftreten von Polytopen bei der Modellierung von praktischen Optimierungsproblemen (z.B. Problem des Handlungsreisenden) wird erworben.
Inhalte und Themen:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Definition von Polytopen, Polarität und Dualität, Seitenstruktur ○ f- und h-Vektoren von Polytopen, Upper-Bound Theorem ○ Spezielle Polytope <p>Literatur:</p> <p>Ziegler, G.M.: Lectures on Polytopes, Springer 1996 Barvinok, A.: A Course in Convexity, AMS 2002. Materialien aus Projekt 'Diskrete Mathematik in der Schule' http://www.math.tu-berlin.de/westphal/projekt/</p>
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis und Lineare Algebra
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Leistungsnachweise:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung</p>
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul

Modulbezeichnung:	Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul (WP)
Kompetenzen und Qualifikationsziele:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erwerb und didaktische Analyse von Basiswissen eines abgegrenzten mathematischen Themas, auch unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung ○ Verständnis für entdeckendes Lernen, Entwickeln von Problemlösungsstrategien ○ Fertigkeiten im Aufbereiten und Vermitteln von mathematischen Inhalten
Inhalte und Themen:	<p>Aufbauend auf den Grundmodulen Lineare Algebra und Analysis werden Themen aus einem oder mehreren der folgenden Gebiete unter fachdidaktischen Gesichtspunkten analysiert und erarbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Algebra ○ Zahlentheorie ○ Geometrie ○ Topologie ○ Analysis ○ Angewandte Mathematik <p>Literatur: themenabhängig</p>
Organisations-, Lehr- und Lernform:	Vorlesung (2 SWS) und Übungen (1 SWS)
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Kompetenzen, die in folgenden Modulen vermittelt werden: Grundmodule Analysis und Lineare Algebra
Arbeitsaufwand	45 Std. Präsenzzeit und 75 Std. Zeit für das Selbststudium
Leistungspunkte	4 Leistungspunkte
Art der Prüfungen:	<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung. Als interne Wiederholungsmöglichkeit (Alternativprüfung) wird eine zweite Klausur oder eine mündliche Prüfung angeboten, die bei Nichtbestehen in Anspruch genommen werden kann. Für die Modulprüfung ist das Lösen von Übungsaufgaben Zulassungsvoraussetzung.</p> <p>Noten und Notengewichtung: Benotung aufgrund der Klausur/mündl. Prüfung</p>
Dauer und Angebotsturnus des Moduls:	ein Semester, im Wechsel mit anderen Fachdidaktik-Wahlpflichtmodulen
Verwendbarkeit des Moduls:	Lehramt an Gymnasien Mathematik, Fachdidaktik-Wahlpflichtmodul