

Modulhandbuch

für die Studiengänge

**Mathematik (B.Sc.)
Technomathematik (B.Sc.)
Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)
vertieftes Lehramt Mathematik**

Sommersemester 2020

Hinweise:

- Weitere Informationen zu den einzelnen Studiengängen (Studien- und Prüfungsordnungen, Studienberatung, etc.) finden Sie auf www.studium.math.fau.de
- Semesteraktuelle Informationen zu den angebotenen Lehrveranstaltungen finden Sie im [UnivIS-Vorlesungsverzeichnis](#).
- Module eines Studiengangs sind in der jeweiligen Prüfungsordnung festgelegt. Diese Sammlung umfasst die Module, die vom Department Mathematik in den jeweiligen Studiengängen verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

Modul Anall: Analysis II.....	4
Modul AM: Angewandte Mathematik.....	6
Modul BaA: Bachelor-Arbeit Mathematik.....	8
Modul BaA: Bachelor-Arbeit Technomathematik.....	9
Modul BaA: Bachelor-Arbeit Wirtschaftsmathematik.....	10
Bachelor-Seminar.....	11
Modul CompMath II: Computerorientierte Mathematik II.....	13
Modul DnO: Diskretisierung und numerische Optimierung.....	15
Modul DSeD: Distributionen, Sobolevräume und elliptische Differentialgleichungen.....	17
Modul EDT: Einführung in die Darstellungstheorie.....	19
Modul FA1: Funktionalanalysis I.....	21
Modul FThI: Funktionentheorie I.....	23
Modul Geom: Geometrie.....	25
Modul GDgl: Gewöhnliche Differentialgleichungen.....	27
Modul Stat: Introduction to Statistics and Statistical Programming.....	29
Modul KT: Körpertheorie.....	31
Modul Kryll: Kryptographie II.....	33
Modul LAII: Lineare Algebra II.....	34
Modul LNS: Lineare und nichtlineare Systeme.....	36
Modul NuPDGII: Numerik partieller Differentialgleichungen II.....	38
Modul Prog: Programmierung.....	40
Modul ProO: Projektseminar Optimierung.....	42
Modul QM: Querschnittsmodul.....	44
Modul ReadSp: Reading Course in Spectral Theory.....	46
Modul RobOptnv: Robuste Optimierung (nicht vertieft).....	48
Modul Squa: Schlüsselqualifikation.....	50
Modul Sem: Seminar.....	52
Modul StMo: Stochastische Modellbildung.....	54
Modul StMo: Stochastische Modellbildung Ia (Vorlesung).....	56
Modul StMo: Stochastische Modellbildung Ib (Übung).....	58
Modul StVb: Statistik und Verhaltensbiologie.....	60
Modul Top: Topologie.....	62
Obligatorische Nebenfachmodule.....	64
Modul GSP: Grundlagen der Systemprogrammierung.....	65
Modul RuW-2070: Makroökonomie.....	65
Modul 48501: Mikroökonomie.....	65
Modul SPIC: Systemnahe Programmierung in C.....	65

1	Modulbezeichnung	Modul Anall: Analysis II	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Analysis II Übung zur Analysis II Tafelübung zur Analysis II	
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Frank Duzaar duzaar@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fourier-Reihen • Metrische Räume: Topologie metrischer Räume, stetige Abbildungen zwischen metrischen Räumen, Kompaktheit, Vollständigkeit, Fixpunktsatz von Banach, Satz von Arzela-Ascoli • Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen: Partielle Ableitung und Jacobi-Matrix, Satz von Schwarz, totale Ableitung und Linearisierung, lineare Differentialoperatoren (Gradient, Divergenz, Rotation), Lipschitz-Stetigkeit und Schrankensatz, Extremwerte, Extrema mit Nebenbedingungen, Taylorformel, Sätze über implizite und inverse Funktionen, Untermannigfaltigkeiten <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erweitern ihr Spektrum an Grundbegriffen der Analysis und erklären diese; • wenden das Grundwissen der Analysis an, reproduzieren und vertiefen grundlegende Prinzipien und ordnen diese ein; • wenden Grundtechniken der Analysis an; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Module Analysis I • Lineare Algebra I 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Grundlagen) • B. Sc. Technomathematik (Grundlagenmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Grundlagenmodul) • Lehramt vertieft 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (120 Min) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tafelübung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskripte zu diesem Modul • O. Forster: Analysis I, II; Vieweg • V. Zorich: Analysis I, II; Springer • S. Hildebrandt: Analysis I, II; Springer

1	Modulbezeichnung	Modul AM: Angewandte Mathematik	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diskretisierung und numerische Optimierung 2. Robuste Optimierung 3. Introduction to Statistics and Stat. Programming 4. Stochastische Modellbildung 	
3	Lehrende	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de 2. Dr. Jan Rolfes jan.rolfes@fau.de 3. Prof. Dr. Christoph Richard christoph.richard@fau.de 4. Dr. Andrej Depperschmidt depperschmidt@math.fau.de 	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@math.fau.de	
5	Inhalt	wechselnde Themen aus dem Gebiet der Angewandten Mathematik (z.B. Computeralgebra, Algorithmische Geometrie, Diskrete Mathematik, Optimierung, Numerik)	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • definieren und erklären die Grundbegriffe des jeweiligen Themengebiets; • modellieren und lösen praxisrelevante Problemstellungen; • leiten die zugrunde liegende Theorie her; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Module Analysis I und II • Lineare Algebra I und II. 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul im <ul style="list-style-type: none"> • Lehramt vertieft (PO 2017) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	1), 3) und 4) Klausur (90 Minuten) 2) Klausur (60 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	mindestens einmal pro Jahr	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 3 SWS x 15 = 45 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 90 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	zu 1. bis 4. finden Sie unter den gleichnamigen Modulbeschreibungen in diesem Modulhandbuch

1	Modulbezeichnung	Modul BaA: Bachelor-Arbeit Mathematik	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Bachelor-Arbeit	
3	Lehrende	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich der Mathematik innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (2 Monate) • Erstellung eines Berichtes (Bachelorarbeit) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • bearbeiten innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes eine Problemstellung aus dem Bereich der Mathematik mit wissenschaftlichen Methoden selbständig und stellen diese in schriftlicher Form dar (Bachelorarbeit); • wirken bei der Bearbeitung aktueller Forschungsthemen problemorientiert mit und definieren anhand dieses Wissens neue Forschungsziele 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Erwerb von mindestens 90 ECTS-Punkten im bisherigen Bachelorstudiengang	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Mathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	schriftliche Arbeit (ca. 20 - 25 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	schriftliche Arbeit (100 %)	
12	Turnus des Angebots	semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h Selbststudium 300 h	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch oder englisch	
16	Literaturhinweise	wird von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten im Voraus bekannt gegeben	

1	Modulbezeichnung	Modul BaA: Bachelor-Arbeit Technomathematik	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Bachelor-Arbeit	
3	Lehrende	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich der Technomathematik innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (2 Monate) • Erstellung eines Berichtes (Bachelorarbeit) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • bearbeiten innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes eine Problemstellung aus dem Bereich der Technomathematik mit wissenschaftlichen Methoden selbständig und stellen diese in schriftlicher Form dar (Bachelorarbeit); • wirken bei der Bearbeitung aktueller Forschungsthemen problemorientiert mit und definieren anhand dieses Wissens neue Forschungsziele 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Erwerb von mindestens 90 ECTS-Punkten im bisherigen Bachelorstudiengang	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Technomathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	schriftliche Arbeit (ca. 20 - 25 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	schriftliche Arbeit (100 %)	
12	Turnus des Angebots	semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h Selbststudium 300 h	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch oder englisch	
16	Literaturhinweise	werden von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten im Voraus bekannt gegeben	

1	Modulbezeichnung	Modul BaA: Bachelor-Arbeit Wirtschaftsmathematik	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Bachelor-Arbeit	
3	Lehrende	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich der Wirtschaftsmathematik innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (2 Monate) • Erstellung eines Berichtes (Bachelorarbeit) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • bearbeiten innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes eine Problemstellung aus dem Bereich der Wirtschaftsmathematik mit wissenschaftlichen Methoden selbständig und stellen diese in schriftlicher Form dar (Bachelorarbeit); • wirken bei der Bearbeitung aktueller Forschungsthemen problemorientiert mit und definieren anhand dieses Wissens neue Forschungsziele 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Erwerb von mindestens 90 ECTS-Punkten im bisherigen Bachelorstudiengang	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	schriftliche Arbeit (ca. 20 - 25 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	schriftliche Arbeit (100 %)	
12	Turnus des Angebots	semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h Selbststudium 300 h	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch oder englisch	
16	Literaturhinweise	wird von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten im Voraus bekannt gegeben	

1	Modulbezeichnung	Bachelor-Seminar	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mathematisches Seminar „Mathematische Bild- und Datenverarbeitung“ 2. Bachelorseminar „Darstellungstheorie von symmetrischen Gruppen“ 3. Bachelorseminar zur Differentialgeometrie 4. Bachelorseminar „Diskrete Optimierung“ 5. Bachelorseminar zur Spektraltheorie 6. Bachelorseminar „Risikobewertung in den Wirtschaftswissenschaften“ 7. Stochastische Gradientenverfahren (mit Anwendung auf Machine Learning, Robuste Optimierung, ...) 8. Bachelorseminar „Verzweigungsprozesse und Anwendungen“ 	
3	Lehrende	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de 2. Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@math.fau.de 3. PD Dr. Jens Habermann habermann@math.fau.de 4. Dr. Jan Rolfes jan.rolfes@fau.de 5. Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@mi.uni-erlangen.de 6. Prof. Dr. Wolfgang Stummer stummer@mi.uni-erlangen.de 7. Prof. Dr. Michael Stingl michael.stingl@fau.de 8. Prof. Dr. Andrej Depperschmidt depperschmidt@math.fau.de 	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Das Bachelor-Seminar dient als methodische und arbeitstechnische Vorbereitung für die anschließend abzulegende Bachelorarbeit. • Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Dozenten/Innen bekannt gegeben. <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt durch Vorträge der Seminarteilnehmer.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik; • analysieren Fragestellungen und Probleme aus dem gewählten Teilgebiet der Mathematik und lösen diese mit wissenschaftlichen Methoden; • verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; • tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> • Module Seminar und Querschnittsmodul empfohlen: • Module der GOP • Sichere Kenntnisse mit den Inhalten der Module, auf die das Bachelor-Seminar aufbaut.
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik • B. Sc. Technomathematik • B. Sc. Wirtschaftsmathematik
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (90 Min) • schriftliche Ausarbeitung (5 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	bestanden/nicht bestanden
12	Turnus des Angebots	semesterweise
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h: davon: <ul style="list-style-type: none"> • Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h Selbststudium 120 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten im Voraus (bei der Vorbesprechung) bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung	Modul CompMath II: Computerorientierte Mathematik II	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Computerorientierte Mathematik 2 Tafel-/Rechnerübung zur Computerorientierten Mathematik 2	
3	Lehrende	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation mathematischer Inhalte LaTeX • Grundkenntnisse UNIX Shell • Verwendung von Debuggern • Numerische Bibliotheken • Symbolische Algebrasysteme • Visualisierung math. Sachverhalte • Implementierung von Algorithmen zur Linearen Algebra und Analysis <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben am Rechner.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • setzen selbständig die vermittelten Werkzeuge und Bibliotheken ein, um Algorithmen zu implementieren • bringen mathematische Inhalte ansprechend in Textform • lösen Probleme näherungsweise durch Programme • lösen Formeln symbolisch durch Programme auf • machen mathematische Sachverhalte durch computergenerierte Graphiken verständlicher • vertiefen algorithmische Denkweise 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Modul CompMath I (Python Grundkenntnisse)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2.Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Nebenfach) • B. Sc. Mathematik (Ausnahme NF Informatik) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines Computerprogramms (30 Minuten) • Übungsleistung (unbenotet) 	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium :105 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Brian W. Kernighan and Rob Pike: The Unix Programming Environment

1	Modulbezeichnung	Modul DnO: Diskretisierung und numerische Optimierung	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Diskretisierung und numerische Optimierung Übung zur Diskretisierung und numerischen Optimierung	
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de	
4	Modulverantwortung	Dr. Günther Leugering leugering@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Teil 1: Diskretisierung Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation • asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz • Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite • Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität • Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen • Einführung in Finite-Element-Verfahren <p>Teil 2: Unrestringierte Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abstiegsverfahren • CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton) • Quadratische Optimierungsprobleme • Penalty- und Barriererverfahren <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschrieben werden können oder von unrestringierten endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese; • urteilen über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite-Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben • übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriererverfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis • Lineare Algebra • Programmierung • Einführung Numerik
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul)
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (90 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium :210 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • P. Deuffhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005 • K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995 • A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002 • Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu

1	Modulbezeichnung	Modul DSeD: Distributionen, Sobolevräume und elliptische Differentialgleichungen	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung	
3	Lehrende	Dr. Cornelia Schneider schneider@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Dr. Cornelia Schneider schneider@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Distributionentheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Testfunktionen, Distributionen und deren Eigenschaften • Fouriertransformation • Sobolevräume • Randwerte, Sobolevsche Einbettungssätze • Äquivalente Normen, Ungleichungen • Elliptische Differentialgleichungen: • Randwertprobleme • A-priori-Abschätzungen • L_2 Theorie für den Laplace Operator 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Theorie der Distributionen und deren Anwendungen • Erweiterung der Kenntnisse der Analysis <p>Kennenlernen von modernen Methoden und Hilfsmitteln (zum Lösen partiellen Differentialgleichungen)</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Bachelor: 4. oder 5. Semester Master: 1., 2. oder 3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Bachelor Mathematik (Theoretische Mathematik, Angewandte Mathematik) • B.Sc. Technomathematik (mathematische Wahlpflichtmodule) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (20min)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100%)	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h Davon</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWSx15=30 h • Selbststudium: 120 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	

16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• R.A. Adams, J.J.F. Fournier, Sobolev spaces, Pure and Applied Mathematics 140, Elsevier, Academic Press (2003).• D.D. Haroske, H. Triebel, Distributions, Sobolev spaces, Elliptic equations. European Math. Soc., Zurich, 2008.• H. Triebel, Higher Analysis, J.A. Barth, Leipzig, 1992.
----	--------------------------	---

1	Modulbezeichnung	Modul EDT: Einführung in die Darstellungstheorie	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Einführung in die Darstellungstheorie Übung zur Einführung in die Darstellungstheorie	
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellungen endlicher Gruppen • Moduln über Ringen • Halbeinfache Ringe • Weiterführende Themen wie Darstellungstheorie von Köchern, Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen, Schur-Weyl-Dualität, elementare Darstellungstheorie von Lie-Algebren <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen und erläutern die grundlegenden Begriffe der Darstellungstheorie anhand beispielhaft ausgewählter Kapitel und erkennen und erklären deren Zusammenhänge; • ordnen Methoden aus der Algebra in einen übergreifenden Kontext ein und wenden diese an; • analysieren und bewerten algebraische Strukturen und erkennen Zusammenhänge; • klassifizieren und lösen selbstständig algebraische Probleme 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Modul Algebra	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Schriftliche oder mündliche Prüfung (nach Corona-Satzung) 	
11	Berechnung Modulnote	Schriftliche oder mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 Wochen = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 Wochen = 30 h • Selbststudium 210 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Vorlesungsskript zu diesem Modul• Lang: Algebra

1	Modulbezeichnung	Modul FA1: Funktionalanalysis I	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Funktionalanalysis I Übung zur Funktionalanalysis I	
3	Lehrende	Prof. Dr. Günther Grün gruen@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Günther Grün gruen@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hilbert- und Banach-Räume • Sobolev-Räume • Lineare Operatoren • Lineare Funktionale und der Satz von Hahn-Banach • Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit • Kompakte Operatoren • Lösbarkeit linearer Gleichungen (inklusive Fredholm'sche Alternative) • Spektraltheorie kompakter Operatoren und Anwendungen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen und erklären die Grundprinzipien der linearen Funktionalanalysis und verwenden diese; • kennen und erklären die Topologien von Hilbert- und Banachräumen, weisen Konvergenz von Folgen in unterschiedlichen Topologien nach (stark, schwach) und zeigen Implikationen aus kompakten Einbettungen auf; • beweisen Aussagen zu Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen linearer Operatorgleichungen und zeigen insbesondere die Existenz schwacher Lösungen zu Randwertproblemen bei linearen elliptischen Differentialgleichungen; • treffen Aussagen zur Integrierbarkeit bzw. Glattheit von Sobolev-Funktionen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Drei der vier Module Lineare Algebra I und II, Analysis I und II müssen bestanden sein.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Schriftliche oder mündliche Prüfung (nach Corona-Satzung) 	

11	Berechnung Modulnote	Schriftliche oder mündliche Prüfung (100 %)
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 210 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis; Springer • D. Werner: Funktionalanalysis; Springer

1	Modulbezeichnung	Modul FThI: Funktionentheorie I	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Funktionentheorie Übung zur Funktionentheorie	
3	Lehrende	Prof. Dr. Hermann Schulz Baldes schuba@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Holomorphe Abbildungen • Cauchy-Riemann'sche Differentialgleichungen • Wegintegrale und der Cauchy'sche Integralsatz • Satz von Liouville • Laurent-Reihen • Residuenkalkül <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Grundprinzipien der Funktionentheorie und wenden diese an; • erkennen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen reell und komplex differenzierbaren Funktionen und erklären diese; • wenden komplex-analytische Methoden zur Lösung von Problemen der reellen Analysis selbständig an. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Analysis I und II	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B.Sc. Physik <p>Pflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehramt vertieft 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<p>als Wahlpflichtmodul (B. Sc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (90 Min.) <p>als Pflichtmodul (LA):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klausur (90 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	

12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Freitag, Busam: Funktionentheorie I • Remmert: Funktionentheorie

1	Modulbezeichnung	Modul Geom: Geometrie	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Geometrie Übungen zur Geometrie	
3	Lehrende	Prof. Dr. Bart van Steirteghem bartvs@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@mi.uni-erlangen.de	
5	Inhalt	<p>Dieses Modul wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Euklidische, hyperbolische, sphärische und projektive Geometrie (Symmetriegruppen geometrischer Strukturen, Invarianten, Geodäten, Dreiecke, Krümmung) • Elementare Differentialgeometrie: Kurventheorie (ebene Kurven, Raumkurven), Flächentheorie (Fundamentalformen, Krümmung, Integration, spezielle Klassen, Riemannsche Metriken) • Algebraische Geometrie: Kommutative Algebra, Nullstellensatz, Affine Varietäten, Projektive Varietäten, Normalisierung, Singularitäten, Algebraische Gruppen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden Methoden einer der Vertiefungsrichtungen der Geometrie an; • analysieren konkrete Beispiele systematisch und behandeln diese im Rahmen der allgemeinen Theorie. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Die Module der Linearen Algebra, Analysis und Algebra	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt vertieft (Geometrie) (PO 2019) <p>Pflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehramt vertieft (PO 2017) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<p>B.S. Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt vertieft (PO 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (90 Min.) <p>Lehramt vertieft (PO 2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klausur (90 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich	

13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	Bekanntgabe in der Vorlesung

1	Modulbezeichnung	Modul GDgl: Gewöhnliche Differentialgleichungen	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Gewöhnliche Differentialgleichungen Übungen zu Gewöhnliche Differentialgleichungen	
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden • Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem • Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall) • Fortsetzung von Lösungen • lineare und gestörte lineare Systeme • autonome Systeme und Flüsse • Stabilität • Randwertprobleme <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig • erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität • wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an • klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein • überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Analysis 1 und 2	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (90 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	

12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 210 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter • V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer • H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner • W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer

1	Modulbezeichnung	Modul Stat: Introduction to Statistics and Statistical Programming	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Introduction to Statistics and Statistical Programming Tafelübungen zu Introduction to Statistics and Statistical Programming Rechnerübungen zu Introduction to Statistics and Statistical Programming	
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Richard richard@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Richard christoph.richard@fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Statistik-Software R und elementares Programmieren • Beschreibende Statistik: Visualisierung und Kenngrößen kategorieller und metrischer Daten, qq-Plots, Kurvenanpassung, log- und loglog-Plots, robuste Verfahren • Schließende Statistik: Schätz- und Testverfahren: parametrische Tests, ausgewählte nichtparametrische Tests, exakte und asymptotische Konfidenzintervalle • Simulation: Zufallszahlen, Monte-Carlo <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die grundlegenden Verfahren der beschreibenden und schließenden Statistik beschreiben und erläutern; • in einer Gruppe ihren Lösungsvorschlag für ein nicht triviales statistisches Problem angemessen erklären und alternative Lösungsvorschläge kritisch vergleichen; • statistische Standard-Auswertungen innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens mit dem Computer bearbeiten und dessen Ausgaben richtig interpretieren; • einfache statistische Simulationen durchführen; • zu einem Datensatz angemessene Fragen formulieren, adäquate statistische Verfahren zur Beantwortung dieser Fragen wählen und solche Verfahren am Computer umsetzen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen wird die Teilnahme am Modul Stochastische Modellbildung im gleichen oder in einem vorherigen Semester.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) <p>Schlüsselqualifikation in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik • B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	Klausur (90 Min.)	

11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15 h • Rechnerübung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 • www.cran.r-project.org

1	Modulbezeichnung	Modul KT: Körpertheorie	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Körpertheorie Übungen zur Körpertheorie	
3	Lehrende	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@mi.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@mi.uni-erlangen.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Körpererweiterungen • Konstruktionen mit Zirkel und Lineal • Galoiskorrespondenz • Auflösbarkeit von Gleichungen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen die grundlegenden Begriffe der Erweiterungstheorie von Körpern erkennen die Zusammenhänge zwischen ihnen und erklären diese; • wenden das erlernte Fachwissen auf klassische mathematische Probleme selbständig an und arbeiten mit Galoiskorrespondenzen; • analysieren und bewerten algebraische Strukturen und erkennen Zusammenhänge 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Modul Algebra	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) <p>Pflichtmodul</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehramt vertieft 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	Schriftliche oder mündliche Prüfung (nach Corona-Satzung)	
11	Berechnung Modulnote	Schriftliche oder mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 3 SWS x 15 = 45 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 90 h 	

14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Vorlesungsskript zu diesem Modul• Lang: Algebra• Artin: Galois Theory

1	Modulbezeichnung	Modul Kryll: Kryptographie II	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Übungen	
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert ruppert@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert ruppert@math.fau.de	
5	Inhalt	Die Vorlesung wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten, wobei jeweils ein spezielles zahlentheoretisches Gebiet (wie elliptische Kurven, quadratische Zahlkörper, Gitter) die Grundlage für kryptographische Anwendungen bildet. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erklären fortgeschrittene kryptographische Verfahren und ihre mathematischen Hintergründe • setzen geeignete Software zum praktischen Umgang mit den besprochenen Kryptosystemen ein 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Kryptographie I • Algebra 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h davon <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium 210 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskript zum Modul	

1	Modulbezeichnung	Modul LAll: Lineare Algebra II	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Lineare Algebra II Übungen zur Linearen Algebra I Tafelübung zur Linearen Algebra II	
3	Lehrende	Dr. Yasmine Sanderson sanderson@mi.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Jordan'sche Normalform • Anwendung der JNF: Matrixpotenzen und lineare Differentialgleichungssysteme • Quotientenvektorraum, Dualraum • Bilinearformen, hermitesche Formen • Adjungierte und normale Operatoren, Singulärwerte • Tensorprodukte • affine Geometrie <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen lineare und nichtlineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ; • verwenden und untersuchen quadratische Formen als die einfachsten nicht-linearen Funktionen; • formulieren und behandeln geometrische Probleme algebraisch; • verwenden Dual- und Quotientenräume zur Analyse linearer Abbildungen; • erkennen die Querverbindung zur Analysis; • führen exemplarische inner- und außermathematische Anwendungen durch. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra • Analysis I 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Grundlagen) • B. Sc. Technomathematik (Grundlagenmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Grundlagenmodul) • Lehramt vertieft 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Schriftliche oder mündliche Prüfung (nach Corona-Satzung) 	

11	Berechnung Modulnote	Schriftliche oder mündliche Prüfung (100 %)
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tafelübung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium 180 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • B. Huppert, W. Willems: Lineare Algebra; Vieweg • G. Fischer: Lineare Algebra; Vieweg • G. Fischer: Analytische Geometrie; Vieweg • W. Greub: Lineare Algebra; Springer • H. J. Kowalsky, G. Micheler: Lineare Algebra; de Gruyter • F. Lorenz: Lineare Algebra I, II; Spektrum • P. Knabner, W. Barth: Lineare Algebra – Grundlagen und Anwendungen; Springer • G. Strang: Lineare Algebra; Springer

1	Modulbezeichnung	Modul LNS: Lineare und nichtlineare Systeme	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Lineare und nichtlineare Systeme Tafelübung zu Lineare und nichtlineare Systeme Übungen zu Linearen und nichtlineare Systemen	
3	Lehrende	Dr. Dieter Weninger dieter.weninger@math.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Gleichungs-/Ungleichungssysteme • Alternativsätze • Iterationsverfahren • Grundbegriffe der Optimierung • Gemischt-ganzzahlige lineare Optimierung • Gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierung • Einblicke in die Optimalsteuerung von Differentialgleichungssystemen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erkennen und analysieren selbstständig lineare und nichtlineare Systeme bzw. Optimierungsprobleme • erläutern verschiedene algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an • stellen Verknüpfungen zwischen algebraischem und analytischem Wissen her 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen <ul style="list-style-type: none"> • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Mündliche Prüfung (20 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300 h</p> <p>davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 195 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript zu diesem Modul • Skript wird auf StudOn bereitgestellt • Alt: Nichtlineare Optimierung • Pochet, Wolsey: Production Planning by Mixed Integer Programming • Belotti et al.: Mixed-Integer Nonlinear Optimization • Kirk: Optimal Control Theory: An Introduction

1	Modulbezeichnung	Modul NuPDGII: Numerik partieller Differentialgleichungen II	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Übung	
3	Lehrende	Prof. Dr. Günther Grün gruen@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Eberhard Bänsch baensch@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Klassische und variationelle Theorie linearer parabolischer Anfangswertaufgaben (ARWA) (Abriss). • Finite-Elemente-Methode (FEM) für lineare parabolische ARWA (2. Ordnung) (Semidiskretisierung im Ort, Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren, Stabilität, Maximumprinzip, Konvergenzordnung). • FEM für semilineare elliptische und parabolische Gleichungen (Fixpunkt- und Newton-Verfahren, Kombination mit sekundären Iterationen). • Zeitdiskretisierung höherer Ordnung, Extrapolation, Schrittweitensteuerung. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verwenden algorithmische Zugänge für Modelle mit partiellen Differentialgleichungen und erklären und bewerten diese; • urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Schwerpunkt konforme Finite-Element-Verfahren für parabolische Probleme, exemplarische Behandlung nichtlinearer Probleme; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung Numerik • Diskretisierung und Optimierung • Numerik partieller Differentialgleichungen 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • M. Sc. Physik (nichtphysikalisches Wahlpflichtmodul) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (90 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch oder englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • P. Knabner and L. Angermann "Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations". Springer, New York, 2003. • S. Larsson and V. Thomée "Partial Differential Equations with Numerical Methods". Springer, Berlin, 2005.

1	Modulbezeichnung	Modul Prog: Programmierung	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Programmieren für Mathematiker Übungen zu Programmieren für Mathematiker	
3	Lehrende	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Sprachelemente von Python • Schleifen, Verzweigungen, Funktionen, Rekursion • Klassen • Einfache Datenstrukturen • Benutzen von Modulen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • reproduzieren grundlegende Befehle und Vorgehensweisen der Programmiersprache Python; • implementieren einfache mathematische Algorithmen in Python • entwickeln ein einfaches Programm zu einem vorgegebenen Problem selbständig; • spüren die Ursachen von Programmierfehlern mit einfachen Debugging Techniken auf und korrigieren diese; • gehen mit Python Modulen sicher um und wenden sie in der Praxis zielorientiert an. • Programmierkenntnisse, um einfache mathematische Algorithmen implementieren zu können. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Schlüsselqualifikation, Ausnahme NF Informatik) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines Computerprogramms (30 Min.) • Übungsleistung (unbenotet) 	
11	Berechnung Modulnote	bestanden / nicht bestanden	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 3 SWS x 15 = 45 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Zed A. Shaw, "Learn Python the Hard Way"

1	Modulbezeichnung	Modul ProO: Projektseminar Optimierung	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar Optimierung	
3	Lehrende	Dr. Andreas Bäermann andreas.baermann@math.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@math.uni-erlangen.de	
5	Inhalt	<p>Anhand einer konkreten Anwendung sollen, die im Studium bis dahin erworbenen Kenntnisse zu mathematischen Optimierungsmodellen und -methoden umgesetzt werden.</p> <p>Der Inhalt ergibt sich aus einer aktuellen Problemstellung häufig in enger Zusammenarbeit mit einem Industriepartner.</p> <p>Als Beispiele seien die Wasserversorgung einer Stadt, die Gestaltung einer energieeffizienten Fassade eines Bürogebäudes oder das Baustellenmanagement im Schienenverkehr genannt.</p> <p>Das Seminar wird als Projekt durchgeführt.</p> <p>Das heißt, Studierende werden, in Teams von bis zu 4 Personen, die in der ersten Woche ausgehändigte Aufgabenstellung im Laufe des Semesters bearbeiten.</p> <p>Es werden zu vorgegebenen Meilensteinen Zwischenberichte (teilweise in Form von Präsentationen) erwartet.</p> <p>Am Ende des Semesters werden die Teams ihre Lösungsvorschläge vorstellen und vergleichen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden das bisher im Studium erworbene Fachwissen aus den Bereichen der Linearen Algebra und der Optimierung in einem größeren Projekt praktisch an; modellieren selbständig in Teams eine reale Fragestellung, entwickeln und implementieren Lösungsverfahren und wenden ihre Ergebnisse auf die Praxis an; präsentieren die Ergebnisse der Projektarbeit und diskutieren diese; arbeiten gemeinschaftlich in einem Team und lösen Probleme analytisch; tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> Lineare Algebra Kombinatorische Optimierung 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Aufbaumodul oder Schlüsselqualifikation) 	

10	Studien- und Prüfungsleistung	als Pflichtmodul <ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (45 Min.) • schriftliche Ausarbeitung (5-10 Seiten) als Schlüsselqualifikation: <ul style="list-style-type: none"> • Unbenoteter Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
11	Berechnung Modulnote	<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtmodul: Vortrag (50 %) und schriftliche Ausarbeitung (50 %) • Schlüsselqualifikation: Unbenotet
12	Turnus des Angebots	mindestens einmal jährlich
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Seminar 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	Bekanntgabe zu Beginn der Veranstaltung

1	Modulbezeichnung	Modul QM: Querschnittsmodul	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vorlesung, Übungen und Tafelübungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung 2. Vorlesung, Übungen und Tafelübungen zur Einführung in die Darstellungstheorie 3. Vorlesung, Übungen und Tafelübungen zu Lineare und Nichtlineare Systemen 	
3	Lehrende	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de 2. Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@mi.uni-erlangen.de 3. Dr. Dieter Weninger dieter.weninger@math.uni-erlangen.de 	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Dozentinnen/den Dozenten bekannt gegeben. Nähere Informationen können Sie semesteraktuell dem Modulverzeichnis im UnivIS entnehmen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erarbeiten sich Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik und erklären die entsprechenden grundlegenden Begriffe; • stellen Verknüpfungen zwischen analytischem und algebraischem Wissen her; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Module der GOP	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4.Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B. Sc. Technomathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Querschnittsmodul und Seminar) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • mündliche Prüfung (20 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium 195 h 	

14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	nach Vorgabe der Dozentin/des Dozenten

1	Modulbezeichnung	Modul ReadSp: Reading Course in Spectral Theory	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar Reading Course in Spectral Theory (Anwesenheitspflicht)	
3	Lehrende	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@math.fau.de	
5	Inhalt	Aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse im Umfeld der Spektraltheorie und nicht-kommutativer Geometrie. Der Inhalt wird jeweils neuesten Entwicklungen angepasst. Die Studenten erarbeiten gemeinsam mit dem Dozenten neue wissenschaftliche Literatur zur Spektraltheorie	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • arbeiten mit neuer wissenschaftlicher Literatur auf einem Spezialgebiet; • verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken und präsentieren mathematische Sachverhalte und diskutieren diese kritisch. • tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • Als Mastermodul (siehe Mastermodulhandbuch) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (90 Minuten) • mündliche Prüfung (15 Minuten) 	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 120 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	

16	Literaturhinweise	werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
----	--------------------------	---

1	Modulbezeichnung	Modul RobOptnv: Robuste Optimierung (nicht vertieft)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Robuste Optimierung (nicht vertieft) Übungen zu Robusten Optimierung (nicht vertieft)	
3	Lehrende	Dr. Jan Rolfes jan.rolfes@fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Frauke Liers frauke.liers@math.uni-erlangen.de	
5	Inhalt	<p>Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind.</p> <p>Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung.</p> <p>Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die „wiederherstellbare Robustheit“ gelehrt.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese; • nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt vertieft (Angewandte Mathematik) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (60 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	

13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript zu diesem Modul • Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press

1	Modulbezeichnung	Modul Squa: Schlüsselqualifikation	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tutorenqualifizierung 2. Verhaltensbiologie und Statistik 3. Programmierung für Mathematiker 4. Angebot aus Schlüsselqualifikationen der FAU 	
3	Lehrende	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Wilhelm Merz merz@math.fau.de 2. Prof. Dr. Christoph Richard richard@math.fau.de 3. Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de 	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Die Studierenden wählen ein Modul aus dem Angebot des Schlüsselqualifikationspools der Universität.</p> <p>Schlüsselqualifikationen der FAU bilden einen eigenständigen Bereich, der nicht den studierten Fächern zuzuordnen ist. Die Studierenden können frei entscheiden, welche wichtigen Zusatzkenntnisse sie für ihr Studium und ihre berufliche Zukunft erwerben wollen. Angeboten werden Schlüsselqualifikationen aus folgenden Kategorien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Argumentation und Präsentation • Sprachen • Kultur, Geschichte, Natur und Technik • Disziplinäre Grundkenntnisse • Interkulturelle Kommunikation • Praktika • Übungsleitertätigkeit mit Schulung • Betriebspraktikum (für B. Sc. Wirtschaftsmathematik) <p><i>In den Studiengängen Mathematik und Wirtschaftsmathematik kann anstatt dem Module Squa auch ein (mindestens) 4-wöchiges Betriebspraktikum absolviert werden. In diesem Fall besteht die Studienleistung in einem schriftlichen Praktikumsbericht.</i></p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erarbeiten sich berufsbezogene Kompetenzen (soft skills), die über die rein fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten hinausgehen, ein effektiveres Studium erlauben und sie in die Lage versetzen sollen, sich langfristig besser in der Wissenschaft oder auf dem Arbeitsmarkt zu behaupten; • erweitern ihre Allgemeinbildung; • erwerben disziplinübergreifendes Wissen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	nach den Regeln des jeweiligen Faches	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Schlüsselqualifikation) • B.Sc. Technomathematik (Schlüsselqualifikation) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Schlüsselqualifikation) 	

10	Studien- und Prüfungsleistung	nach Maßgabe des Wahlpflichtfachs (Einzelheiten sind in der jeweiligen PO bzw. im Modulhandbuch des Wahlpflichtfaches geregelt)
11	Berechnung Modulnote	nach den Regeln des jeweiligen Faches
12	Turnus des Angebots	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h <ul style="list-style-type: none"> • Kontaktzeit und Selbststudium
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	nach den Regeln des jeweiligen Faches
16	Literaturhinweise	nach den Regeln des jeweiligen Faches

1	Modulbezeichnung	Modul Sem: Seminar	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Seminar Erzeugende Funktionen	
3	Lehrende	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Dozenten/innen bekannt gegeben. Nähere Informationen können Sie semesteraktuell dem Modulverzeichnis im UnivIS entnehmen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik; • verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; • tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Module der GOP	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B.Sc.Technomathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Querschnittsmodul und Seminar) Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • vertieftes Lehramt (Seminar) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (90 Min.) • schriftliche Ausarbeitung des Vortrags (5-10 Seiten) • mündliche Prüfung (15 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	<ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Ausarbeitung (25%) • mündliche Prüfung (75%) 	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommer- und Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 120 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	

16	Literaturhinweise	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.
----	--------------------------	--

1	Modulbezeichnung	Modul StMo: Stochastische Modellbildung	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Stochastische Modellbildung Übungen zur Stochastischen Modellbildung Tutorium zur Stochastischen Modellbildung	
3	Lehrende	Dr. Andrej Depperschmidt depperschmidt@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Dr. Andrej Depperschmidt depperschmidt@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung) • Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung • Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit) • Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation) • Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen • Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten • Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen • Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis • Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen • der Poissonprozess • Markowketten • Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität) • Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele) • Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität • Regressionsanalyse <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden; • führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch; • verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her; • klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftsmathematik (Aufbaumodul) • Lehramt vertieft (PO 2015) Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt vertieft (Stochastik, PO 2019)
10	Studien- und Prüfungsleistung	Klausur (90 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	Workload: 300 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tutorium: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 195 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005 • Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007

1	Modulbezeichnung	Modul StMo: Stochastische Modellbildung Ia (Vorlesung)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Stochastische Modellbildung	
3	Lehrende	Dr. Andrej Depperschmidt depperschmidt@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Dr. Andrej Depperschmidt depperschmidt@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung) • Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung • Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit) • Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation) • Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen • Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten • Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen • Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis • Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen • der Poissonprozess • Markowketten • Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität) • Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele) • Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität • Regressionsanalyse <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden; • führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch; • verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her; • klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis I und II 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra I und II • gleichzeitiger Besuch von Stochastische Modellbildung 1b.
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • vertieftes Lehramt (PO 2017)
10	Studien- und Prüfungsleistung	Klausur (90 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Selbststudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005 • Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II • Gleichzeitiger Besuch von „Stochastischer Modellbildung 1a“
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • vertieftes Lehramt (PO 2017)
10	Studien- und Prüfungsleistung	Übungsleistung (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	unbenotet
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tutorium: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005 • Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007

1	Modulbezeichnung	Modul StVb: Statistik und Verhaltensbiologie	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	4-wöchige Blockveranstaltung Vorlesung und Übung im Tiergarten Nürnberg und an der FAU	
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Richard, Dr. Lorenzo von Fersen christoph.richard@fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Richard christoph.richard@fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Verhaltensbiologie und hierfür relevante statistische Methoden • Formulierung einer Fragestellung zur Verhaltensbeobachtung am Tiergarten Nürnberg • Eigenständige Durchführung der Verhaltensbeobachtung • Datenaufbereitung und grafische Darstellung • Statistische Analyse der Fragestellung • Darstellung der Ergebnisse mittels Protokoll und Vortrag 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erhalten einen grundlegenden Einblick in die Methoden der qualitativen und quantitativen Verhaltensbiologie • erlernen statistische Methoden zur Analyse verhaltensbiologischer Beobachtungen und üben diese ein • erwerben die Fähigkeit, statistische Verfahren zur Analyse einer verhaltensbiologischen Fragestellung vergleichend zu bewerten • erwerben die Fähigkeit, eine verhaltensbiologische Fragestellung zu formulieren sowie Beobachtungen hierzu durchzuführen, zu dokumentieren, statistisch auszuwerten und korrekt zu interpretieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Einführende Veranstaltung des Departments Mathematik zur Stochastik oder Statistik mit Rechnerübungen, zB „Stochastische Modellbildung“ oder „Introduction to Statistics and Statistical Programming“	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester im BSc	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Schlüsselqualifikation in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik • B. Sc. Wirtschaftsmathematik • B. Sc. (ILS und Biologie) • freier Bereich Lehramt vertieft 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (90 Min.) • Ausarbeitung (5-10 Seiten) 	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots		
13	Arbeitsaufwand	V Statistik und Verhaltensbiologie: 10 h, Eigenstudium 20 h, Ü Beobachtung im Tiergarten und Auswertung 90 h	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	

16	Literaturhinweise	P. Martin und P. Bateson, Measuring Behaviour, Cambridge University Press, Cambridge, 2016, 3. Aufl. M. Naguib, Methoden der Verhaltensbiologie, Springer, 2006. S. Siegel, Nonparametric statistics for the behavioral sciences, McGraw-Hill, 1988. Die ersten beiden Referenzen sind über das Uninetz abrufbar.
----	--------------------------	--

1	Modulbezeichnung	Modul Top: Topologie	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Topologie Übungen zur Topologie	
3	Lehrende	Prof. Dr. Hermann Schulz Baldes schuba@mi.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome • Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.) • Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze) • Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume) • Anwendung auf Funktionenräume (Satz von Stone-Weierstraß, Satz von Ascoli) <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommt, an; • ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein; • erklären und verwenden wichtige Resultate, die in vielen Bereichen der Mathematik zum Handwerkzeug gehören. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. oder 6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt Mathematik (Geometrie) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (60 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand	Workload: 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Übung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 90 h 	

14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Vorlesungsskript zu diesem Modul• Bredon: Geometry and Topology• Skript auf StudOn bereitgestellt und auch unter www.studium.math.fau.de/lehrveranstaltungen/skripten.html

Obligatorische Nebenfachmodule

Modulbezeichnung	Modul GSP: Grundlagen der Systemprogrammierung (englische Bezeichnung: Fundamentals of Systems Programming)	ECTS 10
Verwendbarkeit	Pflichtmodul B.Sc. Technomathematik	
Link	Modulbeschreibung (aus UnivIS)	

Modulbezeichnung	Modul RuW-2070: Makroökonomie	ECTS 5
Verwendbarkeit	Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik	
Link	Siehe Modulhandbuch für die Bachelorstudiengänge Wirtschaftswissenschaften, Sozialökonomik, International Business Studies, Wirtschaftsinformatik	

Modulbezeichnung	Modul 48501: Mikroökonomie (englische Bezeichnung: Microeconomics)	ECTS 5
Verwendbarkeit	Pflichtmodul B.Sc. Wirtschaftsmathematik	
Link	Modulbeschreibung (des Instituts für Wirtschaftswissenschaft)	

Modulbezeichnung	Modul SPIC: Systemnahe Programmierung in C (englische System-Level Programming in C)	ECTS 5
Verwendbarkeit	Pflichtmodul B.Sc. Technomathematik	
Link	Modulbeschreibung (aus UnivIS)	