Department MATHEMATIK

FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

Modulhandbuch

für die Studiengänge

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

Sommersemester 2022

Stand: 02.05.2022

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.

Modulbeschreibungen zu den folgenden, englischsprachigen Modulen finden Sie im Modulhandbuch des Masterstudiengangs Computational and Applied Mathematics (CAM):

- Numerics of Partial Differential Equations II
- Practical Course on Finite Element Methods for Phase-Separation Equations

Inhaltsverzeichnis

Modul Anall: Analysis II 4
Modul BaA: Bachelor-Arbeit Mathematik 6
Modul BaA: Bachelor-Arbeit Technomathematik 7
Modul BaA: Bachelor-Arbeit Wirtschaftsmathematik 8
Modul BaSem: Bachelor-Seminar 9
Modul CompMath II: Computerorientierte Mathematik II 11
Modul DnO: Diskretisierung und numerische Optimierung 13
Modul EDT: Einführung in die Darstellungstheorie 15
Modul FA1: Funktionalanalysis I 17
Modul FThI: Funktionentheorie I 19
Modul Geom: Geometrie 21
Modul GDgl: Gewöhnliche Differentialgleichungen 23
Modul ItAHA: Introduction to Abstract Harmonic Analysis 25
Modul Stat: Introduction to Statistics and Statistical Programming 27
Modul KT: Körpertheorie 29
Modul KryII: Kryptographie II 31
Modul LAII: Lineare Algebra II 33
Modul LNS: Lineare und nichtlineare Systeme 35
Modul NuPDGII: Numerik partieller Differentialgleichungen II 37
Modul PDG II: Partielle Differentialgleichungen II 39
Modul Prog: Programmierung 41
Modul ProO: Projektseminar Optimierung 43
Modul QM: Querschnittsmodul 45
Modul RobOptnv: Robuste Optimierung 1 47
Modul Squa: Schlüsselqualifikation 49
Modul Sem: Seminar 51
Modul SemApprTh: Seminar Approximationstheorie ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Modul SemLA: Seminar Lehramt 55
Modul StVb: Statistik und Verhaltensbiologie 57
Modul Top: Topologie 59
Modul WT: Wahrscheinlichkeitstheorie 61
Obligatorische Nebenfachmodule 63
Modul GSP: Grundlagen der Systemprogrammierung 64
Modul RuW-2070: Makroökonomie 64
Modul 48501: Mikroökonomie 64
Modul SPIC: Systemnahe Programmierung in C 64

1	**Modulbezeichnung** **65004**	**Modul Anall: Analysis II** (englische Bezeichnung: Analysis II)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Analysis II (4 SWS) Übung zur Analysis II (2 SWS) Tafelübung zur Analysis II (2 SWS)	
3	**Lehrende**	PD Dr. Cornelia Schneider cornelia.schneider@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Frank Duzaar duzaar@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• 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 Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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: • Module Analysis I • Lineare Algebra I	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	2. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Grundlagen) • B. Sc. Technomathematik (Grundlagenmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Grundlagenmodul) • Lehramt vertieft	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Klausur (120 Min)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • 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**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • O. Forster: Analysis I, II; Vieweg • V. Zorich: Analysis I, II; Springer • S. Hildebrandt: Analysis I, II; Springer

1	**Modulbezeichnung 1999**	**Modul BaA: Bachelor-Arbeit Mathematik (englische Bezeichnung: Bachelor Thesis Mathematics)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Bachelor-Arbeit	
3	**Lehrende**	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	**Modulverantwortung**	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich der Mathematik innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (2 Monate) • Erstellung eines Berichtes (Bachelorarbeit)	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • 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** **1999**	**Modul BaA: Bachelor-Arbeit Technomathematik** (englische Bezeichnung: Bachelor Thesis Techno Mathematics)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Bachelor-Arbeit	
3	**Lehrende**	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	**Modulverantwortung**	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• Selbständige Bearbeitung einer Fragestellung aus dem Bereich der Technomathematik innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes (2 Monate) • Erstellung eines Berichtes (Bachelorarbeit)	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • 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** (englische Bezeichnung: Bachelor Thesis Engineering Mathematics)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Bachelor-Arbeit	
3	**Lehrende**	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	**Modulverantwortung**	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• 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 • 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 • 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** **65555**	**Modul BaSem: Bachelor-Seminar** (englische Bezeichnung: Bachelor Seminar)	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	1. Bachelorseminar „Approximationstheorie“ 2. Bachelorseminar „Diskrete Optimierung“ 3. Bachelorseminar „Kryptographie“ 4. Bachelorseminar „Mannigfaltigkeiten“ 5. Bachelorseminar „Markov-Ketten und Anwendungen“ 6. Bachelorseminar „Nichtlineare Optimierung“ 7. Numerische Methoden für Differentialgleichungen und Datenanalyse“ 8. Variationsrechnung und Differentialgleichungen	
3	**Lehrende**	1. PD Dr. Cornelia Schneider cornelia.schneider@math.fau.de 2. Prof. Dr. Timm Oertel timm.oertel@fau.de 3. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert ruppert@mi.uni-erlangen.de 4. Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de 5. Prof. Dr. Thorsten Neuschel neuschel@math.fau.de 6. Prof. Dr. Wolfgang Achtziger achtziger@math.fau.de 7. Prof. Dr. Manuel Friedrich manuel.friedrich@fau.de 8. Prof. Dr. Manuel Friedrich manuel.friedrich@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• 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. Die Präsentation des Stoffes erfolgt durch Vorträge der Seminarteilnehmer.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	• 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 • B. Sc. Mathematik • B. Sc. Technomathematik • B. Sc. Wirtschaftsmathematik
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Vortrag (90 Min) • schriftliche Ausarbeitung (5 Seiten)
11	**Berechnung Modulnote**	bestanden/nicht bestanden
12	**Turnus des Angebots**	semesterweise
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h: davon: • 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** **65185**	**Modul CompMath II: Computerorientierte Mathematik II** **(englische Bezeichnung: Computer based Mathematics II)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Computerorientierte Mathematik 2 (2 SWS) Tafel-/Rechnerübung zur Computerorientierten Mathematik 2 (1 SWS)	
3	**Lehrende**	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• 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 Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben am Rechner.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Nebenfach)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Erstellung eines Computerprogramms (30 Minuten) • Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet)	
11	**Berechnung Modulnote**	unbenotet	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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**	• Brian W. Kernighan and Rob Pike: The Unix Programming Environment

1	**Modulbezeichnung** **65231**	**Modul DnO: Diskretisierung und numerische Optimierung** **(englische Bezeichnung: Discretization and Numerical Optimization)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Diskretisierung und numerische Optimierung (4 SWS) Übung zur Diskretisierung und numerischen Optimierung (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de	
5	**Inhalt**	**Teil 1: Diskretisierung** Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen: • 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 **Teil 2: Unrestringierte Optimierung** • Abstiegsverfahren • CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton) • Quadratische Optimierungsprobleme • Penalty- und Barriereverfahren Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschriebenen 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 Barriereverfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.	

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Analysis • Lineare Algebra • Programmierung • Einführung Numerik
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab 3. Semester
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt vertieft (Angewandte Mathematik)
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Klausur (90 Min.)
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • 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**	• P. Deuflhard 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** **65070**	**Modul EDT: Einführung in die Darstellungstheorie** **(englische Bezeichnung: Introduction to Representation Theory)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Einführung in die Darstellungstheorie (4 SWS) Übung zur Einführung in die Darstellungstheorie (2 SWS) Tafelübung zur Einführung in die Darstellungstheorie (1 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert ruppert@mi.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• Darstellungen endlicher Gruppen • Module über Ringen • Halbeinfache Ringe • Kategorien und Funktoren • Anwendungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Data Science	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • mündliche Prüfung (20 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	mündliche Prüfung (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich	
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • Vorlesung: 4 SWS x 15 Wochen = 60 h • Übung: 2 SWS x 15 Wochen = 30 h	

		• Tafelübung: 1 SWS x 15 Wochen = 15 h • Selbststudium 195 h
14	**Dauer des Moduls**	ein Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. Meusburger, Vorlesungsskript "Einführung in die Darstellungstheorie" • S. Sternberg, "Group Theory and Physics", CUP 1994 • M. Artin, "Algebra", Pearson, 2011.

1	**Modulbezeichnung** **65110**	**Modul FA1: Funktionalanalysis I** **(englische Bezeichnung: Functional Analysis I)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Funktionalanalysis I (4 SWS) Übung zur Funktionalanalysis I (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@mi.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Günther Grün gruen@math.fau.de	
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • 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 Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • mündliche Prüfung (20 Min.)	

11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • 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**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis; Springer • D. Werner: Funktionalanalysis; Springer

1	**Modulbezeichnung** **65351**	**Modul FThI: Funktionentheorie I** **(englische Bezeichnung: Complex Analysis I)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Funktionentheorie (2 SWS) Übung zur Funktionentheorie (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Gandalf Lechner gandalf.lechner@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@math.fau.de	
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Holomorphe Abbildungen • Cauchy-Riemann'sche Differentialgleichungen • Wegintegrale und der Cauchy'sche Integralsatz • Satz von Liouville • Laurent-Reihen • Residuenkalkül Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	ab 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B.Sc. Physik Pflichtmodul in • Lehramt vertieft	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	als Wahlpflichtmodul (B. Sc.): • Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Klausur (90 Min.) als Pflichtmodul (LA): • Klausur (90 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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**	• Freitag, Busam: Funktionentheorie I • Remmert: Funktionentheorie

1	**Modulbezeichnung** **65621**	**Modul Geom: Geometrie** (englische Bezeichnung: Geometry)	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Geometrie Übungen zur Geometrie	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@mi.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@mi.uni-erlangen.de	
5	**Inhalt**	Dieses Modul wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten: • 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 Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt vertieft (Geometrie) (PO 2019) Pflichtmodul in • Lehramt vertieft (PO 2017)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	B.S. Mathematik, Wirtschaftsmathematik, Lehramt vertieft (PO 2019): • Übungsleistung (unbenotet) • Klausur (90 Min.) Lehramt vertieft (PO 2017): • Klausur (90 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon • 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 65100**	**Modul GDgl: Gewöhnliche Differentialgleichungen (englische Bezeichnung: Ordinary Differential Equations)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Gewöhnliche Differentialgleichungen (4 SWS) Übungen zu Gewöhnliche Differentialgleichungen (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Manuel Friedrich manuel.friedrich@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@math.fau.de	
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • 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 Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Klausur (90 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	

12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • 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**	• 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 Prüfungsnummer**	**Modul ItAHA: Introduction to Abstract Harmonic Analysis**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung (3 SWS) Übung (1 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Kang Li kang.li@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Kang Li kang.li@fau.de	
5	**Inhalt**	• Haar Integration on Locally Compact Groups • The Fourier Transform • Duality for Abelian Groups • Plancherel Theorem • Pontryagin Duality • The Structure of LCA-Groups • The Peter-Weyl Theorem for Compact Groups • Stone-von Neumann Theorem	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After following this course, the student (1) knows the integration on locally compact groups; (2) has acquired insight in the elementary theory on duality for abelian groups and compact groups; (3) can illustrate the various concepts and results treated in this course with relevant examples; (4) has gained basic intuition about unitary dual and is able to verify intuitive conjectures by giving either rigorous proofs or counterexamples; (5) -> is able to explore some problems, examples, applications or extensions related to the course, independently using the literature.	
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Knowledge of set theoretic topology, Lebesgue integration, and functional analysis on an introductory level.	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	4. oder 6. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik, Theoretische Mathematik) • M. Sc. Mathematik (Algebra und Geometrie, Stochastik und Analysis, Modellierung, Simulation und Optimierung)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	**Berechnung Modulnote**	mündliche Prüfung (100%)	
12	**Turnus des Angebots**	ca. alle 1 Jahre	
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon • 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**	englisch
16	**Literaturhinweise**	Principles of Harmonic Analysis-Springer International Publishing (2014), Second Edition by Anton Deitmar and Siegfried Echterhoff

1	**Modulbezeichnung** **48071**	**Modul Stat: Introduction to Statistics and Statistical Programming**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Introduction to Statistics and Statistical Programming (2 SWS) Tafelübungen zu Introduction to Statistics and Statistical Programming (1 SWS) Rechnerübungen zu Introduction to Statistics and Statistical Programming (1 SWS) Wiederholungsstunde zu Introduction to Statistics and Statistical Programming (1 SWS) (optional)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Christoph Richard christoph.richard@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Christoph Richard christoph.richard@fau.de	
5	**Inhalt**	• 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 Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • 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**	Stochastische Modellbildung	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • M. Sc. Integrated Life Sciences Pflichtmodul in • B. Sc. Wirtschaftsmathematik	

		Schlüsselqualifikation in • B. Sc. Mathematik • B. Sc. Wirtschaftsmathematik • Lehramt vertieft (Angewandte Mathematik)
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: • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15 h • Rechnerübung: 1 SWS x 15 = 15 h • Wiederholungsstunde: 1 SWS x 15 = 15 h (optional) • Selbststudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	ein Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	englisch
16	**Literaturhinweise**	• Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 • www.cran.r-project.org

1	**Modulbezeichnung** **65612**	**Modul KT: Körpertheorie** **(englische Bezeichnung: Field Theory)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Körpertheorie (2 SWS) Übungen zur Körpertheorie (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@mi.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Friedrich Knop knop@mi.uni-erlangen.de	
5	**Inhalt**	• Körpererweiterungen • Konstruktionen mit Zirkel und Lineal • Galoiskorrespondenz • Auflösbarkeit von Gleichungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	ab 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) Pflichtmodul • Lehramt vertieft	
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: • 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**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Lang: Algebra • Artin: Galois Theory

1	**Modulbezeichnung** **65980**	**Modul KryII: Kryptographie II** (englische Bezeichnung: Cryptography II)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Kryptographie II (4 SWS) Übungen zur Kryptographie II (2 SWS)	
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 • 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: • Kryptographie I • Algebra	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab 4. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik, Theoretische Mathematik) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) • M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Algebra und Geometrie“) • M. Sc. Data Science (TSQ) • M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Algebra und Geometrie“) • M.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule)	
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 • 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

	Modulbezeichnung **65013**	**Modul LAII: Lineare Algebra II** **(englische Bezeichnung: Linear Algebra II)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Lineare Algebra II (4 SWS) Übungen zur Linearen Algebra I (2 SWS) Tafelübung zur Linearen Algebra II (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Catherine Meusburger catherine.meusburger@math.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• Jordan'sche Normalform • Anwendung der JNF: Matrixpotenzen und lineare Differentialgleichungssysteme • Quotientenvektorraum, Dualraum • Bilinearformen, hermitesche Formen • Adjungierte und normale Operatoren, Singulärwerte • Tensorprodukte • affine Geometrie Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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: • Lineare Algebra • Analysis I	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	2. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Grundlagen) • B. Sc. Technomathematik (Grundlagenmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Grundlagenmodul) • Lehramt vertieft	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Klausur (120 min) • Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet)	

11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • 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**	• 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** **65072**	**Modul LNS: Lineare und nichtlineare Systeme** **(englische Übersetzung: Linear and Nonlinear Systems)**	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Lineare und nichtlineare Systeme (4 SWS) Tafelübung zu Lineare und nichtlineare Systeme (1 SWS) Übungen zu Lineare und nichtlineare Systemen (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Dr. Dieter Weninger dieter.weninger@math.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@fau.de	
5	**Inhalt**	• Iterationsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme • Grundbegriffe der Optimierung • Innere-Punkte-Verfahren für lineare und nichtlineare Optimierungsprobleme • Grundbegriffe und Lösungsmethoden der gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung • Grundbegriffe und Lösungsmethoden der gemischt-ganzzahligen nichtlinearen Optimierung Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II • Lineare und Kombinatorische Optimierung	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	4. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Data Science (Mathematisches Wahlpflichtmodul)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Mündliche Prüfung (20 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	mündliche Prüfung (100 %)	

12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon: • 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**	• Vorlesungsskript wird auf StudOn bereitgestellt • Ulbrich/Ulbrich: Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser, 2012 • Nocedal/Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006 • Wolsey: Integer Programming, Wiley, 2021 • Belotti et al.: Mixed-Integer Nonlinear Optimization, 2013

1	**Modulbezeichnung** **65937**	**Modul NuPDGII: Numerik partieller Differentialgleichungen II** **(englische Übersetzung: Numerics of Partial Differential Equations II)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Numerik partieller Differentialgleichungen II (2 SWS) Übung Numerik partieller Differentialgleichugen II (1 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Eberhard Bänsch baensch@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Eberhard Bänsch baensch@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• 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**	Die Studierenden • 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: • Einführung Numerik • Diskretisierung und Optimierung • Numerik partieller Differentialgleichungen	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	6. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • M. Sc. Physik (nichtphysikalisches Wahpflichtlmodul)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Klausur (90 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	

12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon ● 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**	● 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** **PYrüfungsnummer**	**Modul PDG II: Partielle Differentialgleichungen II** (englische Bezeichnung: Partial Differential Equations I)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	a) Vorlesung: 4 SWS b) Übung: 2 SWS	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Hannes Meinlschmidt hannes.meinlschmidt@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Günther Grün gruen@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• direkte Methoden der Variationsrechnung, Existenz im konvexen Fall, Hölder-Regularität • Die Wärmeleitungsgleichung und andere parabolische Gleichungen • Die Wellengleichung und andere hyperbolische Gleichungen • Weitere ausgewählte Themen, z.B.: • Energiemethoden • Viskositätslösungen • skalare Erhaltungsgleichungen • parabolische p-Laplace und poröse Mediengleichung (Regularität, qualitative Eigenschaften, usw.) • Gleichungen vierter Ordnung Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden wenden Methoden für Existenzbeweise bei nichtlinearen Gleichungen an, und erweitern ihr Methodenspektrum für Lösungskonzepte und Eindeutigkeitsresultate.	
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Partielle Differentialgleichungen I	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	Semester 2 oder 3	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • M. Sc. Mathematik (Studienrichtung „Analysis und Stochastik“, „Modellierung, Simulation und Optimierung“) • M. Sc. Technomathematik (Studienrichtung „Modellierung und Simulation“) • M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	mündliche Prüfung (20 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	mündliche Prüfung (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 300 h davon • 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 oder englisch
16	**Literaturhinweise**	• L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS 1997 • D. Gilbarg, N. S. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983 • E. DiBenedetto, Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001 • E. Giusti, Direct methods in the calculus of variations. *World Scientific Publishing* 2003 • Vorlesungsskriptum

	Modulbezeichnung **65050**	**Modul Prog: Programmierung** **(englische Übersetzung: Programming for mathematicians))**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Programmieren für Mathematiker (3 SWS) Übungen zu Programmieren für Mathematiker (1 SWS)	
3	**Lehrende**	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Dr. Matthias Bauer bauerm@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• Sprachelemente von Python • Schleifen, Verzweigungen, Funktionen, Rekursion • Klassen • Einfache Datenstrukturen • Benutzen von Modulen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • B. Sc. Mathematik (Schlüsselqualifikation, Ausnahme NF Informatik)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Erstellung eines Computerprogramms (30 Min.) • Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet)	
11	**Berechnung Modulnote**	bestanden / nicht bestanden	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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**	• Zed A. Shaw, “Learn Python the Hard Way”

1	**Modulbezeichnung** **Prüfungsnummer**	**Modul ProO: Projektseminar Optimierung** **(englische Übersetzung: Project Seminar Optimization)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Projektseminar Optimierung (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Dr. Andreas Bärmann andreas.baermann@math.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@math.uni-erlangen.de	
5	**Inhalt**	Anhand einer konkreten Anwendung sollen, die im Studium bis dahin erworbenen Kenntnisse zu mathematischen Optimierungsmodellen und -methoden umgesetzt werden. Der Inhalt ergibt sich aus einer aktuellen Problemstellung häufig in enger Zusammenarbeit mit einem Industriepartner. Als Beispiele seien die Wasserversorgung einer Stadt, die Gestaltung einer energieeffizienten Fassade eines Bürogebäudes oder das Baustellenmanagement im Schienenverkehr genannt. Das Seminar wird als Projekt durchgeführt. Das heißt, Studierende werden, in Teams von bis zu 4 Personen, die in der ersten Woche ausgehändigte Aufgabenstellung im Laufe des Semesters bearbeiten. Es werden zu vorgegebenen Meilensteinen Zwischenberichte (teilweise in Form von Präsentationen) erwartet. Am Ende des Semesters werden die Teams ihre Lösungsvorschläge vorstellen und vergleichen.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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: • Lineare Algebra • Lineare und Kombinatorische Optimierung	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	4. oder 5. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul in • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Aufbaumodul oder Schlüsselqualifikation) • M. Sc. Mathematik (Analysis und Stochastik, Modellierung, Simulation und Optimierung)	

		• M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Optimierung und Prozessmanagement) Wahlpflichtmodul: • B. Sc. Mathematik (Anrechnung als Bachelorseminar)
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	als Pflichtmodul • Vortrag (45 Min.) • schriftliche Ausarbeitung (5-10 Seiten) als Schlüsselqualifikation: • unbenoteter Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
11	**Berechnung Modulnote**	• Pflichtmodul: Vortrag (50 %) und schriftliche Ausarbeitung (50 %) • Schlüsselqualifikation: Unbenotet
12	**Turnus des Angebots**	mindestens einmal jährlich
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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** **65335**	**Modul QM: Querschnittsmodul** (englische Bezeichnung: Interdisciplinary Module)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	1. Diskretisierung und numerische Optimierung (4+2+1 SWS) 2. Funktionalanalysis 1 (4 + 2 SWS) 3. Lineare und Nichtlineare Systeme (4+2+1 SWS) 4. Topologie (4+2+1 SWS)	
3	**Lehrende**	1. Prof. Dr. Martin Burger martin.burger@fau.de 2. Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@mi.uni-erlangen.de 3. Dr. Dieter Weninger dieter.weninger@math.uni-erlangen.de 4. Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@mi.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 • 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**	• B. Sc. Mathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B. Sc. Technomathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Querschnittsmodul und Seminar)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• 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: • 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** **65175**	**Modul RobOptnv: Robuste Optimierung 1** **(englische Übersetzung: Robust Optimization 1)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Robuste Optimierung 1 (2 SWS) Übungen zu Robusten Optimierung 1 (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Timm Oertel timm.oertel@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Frauke Liers frauke.liers@math.uni-erlangen.de	
5	**Inhalt**	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. Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung. Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die „wiederherstellbare Robustheit“ gelehrt. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	ab dem 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) • B. Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt vertieft (Angewandte Mathematik)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Klausur (60 min) • Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press

1	**Modulbezeichnung** **12010**	**Modul Squa: Schlüsselqualifikation** **(englische Übersetzung: Key Qualifications)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	1. Tutorenqualifizierung 2. Statistik und Verhaltensbiologie 3. Programmieren für Mathematiker 4. Angebot aus Schlüsselqualifikationen der FAU	
3	**Lehrende**	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**	Die Studierenden wählen ein Modul aus dem Angebot des Schlüssel-qualifikationspools der Universität. 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: • Argumentation und Präsentation • Sprachen • Kultur, Geschichte, Natur und Technik • Disziplinäre Grundkenntnisse • Interkulturelle Kommunikation • Praktika • Übungsleitertätigkeit mit Schulung • Betriebspraktikum (für B. Sc. Wirtschaftsmathematik) *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.*	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • 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 • 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** **65332**	**Modul Sem: Seminar** **(englische Übersetzung: Seminar)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	1. Mathematisches Seminar „Variationsrechnung und Differentialgleichungen“ 2. Seminar „Approximationstheorie“ 3. Seminar „Markov-Ketten und Anwendungen“ 4. Seminar über Fourier-Analysis 5. Seminar über Spiegelungsgruppen 6. Seminar zur Spektraltheorie	
3	**Lehrende**	1. Prof. Dr. Manuel Friedrich manuel.friedrich@fau.de 2. PD Dr. Cornelia Schneider schneider@math.fau.de 3. Prof. Dr. Thorsten Neuschel thorsten.neuschel@fau.de 4. Prof. Dr. Gandalf Lechner gandalf.lechner@fau.de 5. Prof. Dr. Bart van Steirteghem bartvs@math.fau.de 6. Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes schuba@mi.uni-erlangen.de	v
	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 • 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**	ab dem 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B.Sc.Technomathematik (Querschnittsmodul und Seminar) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Querschnittsmodul und Seminar) Wahlpflichtmodul in • vertieftes Lehramt (Seminar)	

10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Vortrag (90 Min.) • schriftliche Ausarbeitung des Vortrags (5-10 Seiten) • mündliche Prüfung (15 Min.)
11	**Berechnung Modulnote**	• schriftliche Ausarbeitung (25%) • mündliche Prüfung (75%)
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommer- und Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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** **65332**	**Modul SemApprTh: Seminar Approximationstheorie**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Hauptseminar Approximationstheorie (2 SWS) (Anwesenheitspflicht)	
3	**Dozenten/-innen**	PD. Dr. Cornelia Schneider schneider@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	PD Dr. Cornelia Schneider schneider@math.fau.de	
5	**Inhalt**	Ausgewählte Kapitel im Bereich der klassischen und modernen Approximationstheorie: z.B. - Satz von Stone-Weierstrass, Satz von Korovkin, Müntz-Sätze, Haarscher Eindeutigkeitssatz, Sätze vom Jackson-Bernstein-Typ Approximation mit Splines und Wavelets, Entropie, Approximations- und Kolmogorovzahlen	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten selbständig mit Literatur auf einem Spezialgebiet; • verwenden Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte und diskutieren diese; • tauschen sich untereinander und mit dem Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen aus.	
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab 4. Semester: B. Sc. ab 1. Semester M. Sc.	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) • B. Sc. Technomathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) • M.Sc. Mathematik (Studienrichtungen “Analysis und Stochastik”, “Modellierung, Simulation und Optimierung”) • M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Vortrag (90min) • mündliche Prüfung (15min)	
11	**Berechnung Modulnote**	• mündliche Prüfung (100%)	
12	**Turnus des Angebots**	unregelmäßig, nach Bedarf	
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h, davon: • Seminar: 2 SWS x15=30 h • Selbststudium 120 h	
14	**Dauer des Moduls**	ein Semester	

15	**Unterrichtssprache**	deutsch
16	**Vorbereitende Literatur**	- B. Carl und I. Stephani: Entropy, compactness, and the approximation of operators, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1990). - R.A. DeVore und G.G. Lorentz: Constructive Approximation, Springer, Berlin, 1993. - G.G. Lorentz: Approximation of functions, 2. Auflage, Chelsea, New York (1986). - M.W. Müller: Approximationstheorie, Studientexte Mathematik, Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden (1978) - A. Schönhage: Approximationstheorie, De Gruyter, Berlin (1971). Originalliteratur.

1	**Modulbezeichnung** **Prüfungsnummer**	**Modul SemLA: Seminar Lehramt** (englische Bezeichnung: Seminar (Teaching Degree Programme))	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Seminar „Angewandte Mathematik“ (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger achtziger@math.fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	**Inhalt**	Die aktuellen Themen werden zeitnah vom Dozenten bekannt gegeben und mit den Studierenden individuell abgesprochen. Nähere Informationen können semesteraktuell dem Modulverzeichnis im **UnivIS** entnommen werden.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Angewandten Mathematik; • verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; • tauschen sich untereinander und mit dem Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.	
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Module der GPO	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab dem 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • Lehramt (vertieft), Fach Mathematik • Teilstudiengang Mathematik des Bachelorstudiengangs „Berufliche Bildung/Fachrichtung Sozialpädagogik -- Vocational Education/Social Pedagogy and Social Services“ • Module „Seminare“ und „Angewandte Mathematik“	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Vortrag (80 Min.) • schriftliche Ausarbeitung des Vortrags (5–15 Seiten)	
11	**Berechnung Modulnote**	• Vortrag (50%) • schriftliche Ausarbeitung (50%)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommer- und Wintersemester	
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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 rechtzeitig vom Dozenten bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung 40706**	**Modul StVb: Statistik und Verhaltensbiologie (englische Übersetzung: Statistics and Behavioural Biology)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung/Übung 1SWS während des Vorlesungszeitraums sowie 3-wöchige Blockveranstaltung im Tiergarten Nürnberg und an der FAU	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Christoph Richard (FAU), Dr. Ralph Simon (Tiergarten Nürnberg) christoph.richard@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Christoph Richard christoph.richard@fau.de	
5	**Inhalt**	• Einführung in die Verhaltensbiologie und hierfür relevante statistische Methoden, insbesondere lineare Modelle und ihre Erweiterungen • 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**	Die Studierenden • 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 B. Sc.	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	FAU-Schlüsselqualifikation in • B. Sc. Mathematik • B. Sc. Wirtschaftsmathematik • B. Sc. (ILS und Biologie) • freier Bereich Lehramt vertieft Freies Wahlpflichtmodul • M. Sc. Mathematik	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Vortrag (90 Min.) • Ausarbeitung (5-10 Seiten)	
11	**Berechnung Modulnote**	unbenotet	
12	**Turnus des Angebots**	Sommersemester	

13	**Arbeitsaufwand**	während der Vorlesungszeit des SoSe: • V/Ü Lineare Modelle und Erweiterungen : 15 h, Eigenstudium 30 h Blockveranstaltung 19.09.22-10.10.22: • V Verhaltensbiologie und Statistik: 5 h, Eigenstudium 10 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, 2021, 4. Auflage. • M. Naguib, Methoden der Verhaltensbiologie, Springer 2006. • L. Sachs und J. Hedderich, Angewandte Statistik, Springer 2020, 17. Auflage. • A.F. Zuur et al, Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R, Springer 2009. • A. Galecki und T. Burzykowski, Linear Mixed-Effect-Models Using R, Springer 2013. Die ersten drei Referenzen sind über das Uninetz abrufbar.

1	**Modulbezeichnung** **65080**	**Modul Top: Topologie** **(englische Übersetzung: Topology)**	**ECTS 5**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Topologie (2 SWS) Übungen zur Topologie (2 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@mi.uni-erlangen.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de	
5	**Inhalt**	• 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) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	ab dem 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt Mathematik (Geometrie)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Klausur (60 Min.)	
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100 %)	
12	**Turnus des Angebots**	jährlich im Sommersemester	
13	**Arbeitsaufwand**	Workload: 150 h davon: • 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**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Bredon: Geometry and Topology • Skript auf StudOn bereitgestellt und auch unter www.studium.math.fau.de/lehrveranstaltungen/skripten.html

1	**Modulbezeichnung** **65091**	**Modul WT: Wahrscheinlichkeitstheorie** (englische Bezeichnung: Probability theory)	**ECTS 10**
2	**Lehrveranstaltungen**	Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie (4 SWS) Tutorien zur Wahrscheinlichkeitstheorie (2 SWS) Zentralübung zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS)	
3	**Lehrende**	Prof. Dr. Torben Krüger torben.krueger@fau.de	
4	**Modulverantwortung**	Prof. Dr. Torben Krüger torben.krueger@fau.de	
5	**Inhalt**	• Mengensysteme, messbare Abbildungen, Maße, Integrationstheorie • Maße mit Dichten • Podukträume, unabhängige Zufallsvariablen und gekoppelte Experimente • Bedingte Erwartungen und Martingale • Mehrdimensionale Normalverteilungen • Stochastische Ungleichungen und Grenzwertsätze • 0-1 Gesetze • Grenzwertsätze • Große Abweichungen • Grundlagen stochastischer Prozesse Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Präsenzübungen und Hausaufgaben.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und erklären die formale maßtheoretische Grundlage der Wahrscheinlichkeitstheorie und übertragen diese. • erfassen und formulieren zufällige Phänomene mit mathematisch komplexeren Strukturen. • nennen und erklären die wichtigsten stochastischen Prozesse, die in den Anwendungen eine Rolle spielen. • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Themenfeldern. • klassifizieren und lösen selbstständig Probleme analytisch.	
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Stochastische Modellbildung, sowie Grundlagen in Analysis und Linearer Algebra	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	4. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik, Angewandte Mathematik) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • - Lehramt vertieft (Stochastik)	

10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Übungsleistungen (unbenotet) • Klausur (90 min.)
11	**Berechnung Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Regelmäßig im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload: 300h davon • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60h • Übung: 3 SWS x 15 = 45h • Selbststudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	Ein Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Bauer: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie • Breiman: Probability • Durrett: Probability • Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie

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)	