

Modulhandbuch

für die Studiengänge

Mathematik (M.Sc.)
Wirtschaftsmathematik (M.Sc.)

Sommersemester 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 Computational and Applied Mathematics (CAM) findet man im *Module handbook of the Master's degree programme Computational and Applied Mathematics* auf der Seite www.studium.math.fau.de.

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

- Advanced Solution Techniques
- Computational Complexity
- Control, Machine Learning and Numerics
- Discrete Optimization II
- Introduction to Material and Shape Optimization
- Master’s seminar MApA
- Master’s seminar NASi
- Master’s seminar Opti
- Master’s thesis
- Mathematics of Learning
- Modeling and Analysis in Continuum Mechanics II
- Modeling, Simulation and Optimization (Practical Course)
- Numerical Aspects of Linear and Integer Programming
- Numerics of Incompressible Flows I
- Numerics of Partial Differential Equations II
- Partial Differential Equations Based Image Processes
- Practical Course on Finite Element Methods for Phase-Separation Equations
- Programming Techniques for Supercomputers in CAM
- Robust Optimization II
- Scalar Conservation Laws
- Transport and Reaction in Porous Media: Modeling

Inhaltsverzeichnis

Modul DarLie: Darstellungstheorie von Lie-Algebren	4
Modul DiskOpt II: Diskrete Optimierung II	5
Modul ZMT: Einführung in die Zufallsmatrixtheorie	7
Modul FRA2: Fortgeschrittene Risikoanalyse 2	9
Modul LieG: Lie-Gruppen	11
Modul MaA: Masterarbeit Mathematik	13
Modul MaA: Masterarbeit Wirtschaftsmathematik	15
Modul MaSe: Masterseminar	16
Modul MathKINN II: Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II	18
Modul MS: Mathematische Statistik	20
Modul PDG II: Partielle Differentialgleichungen II	21
Modul ProjO: Projektseminar Optimierung	23
Modul QM2: Quantenmechanik 2	25
Modul RobOptv: Robuste Optimierung 2	27
Modul SemApprTh: Seminar Approximationstheorie	29
Modul CalcVar: Variationsrechnung	31

1	Modulbezeichnung 65934	Modul DarLie: Darstellungstheorie von Lie-Algebren (engl. Bezeichnung: Representations of Lie algebras)	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung	
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Peter Fiebig fiebig@math.fau.de	
5	Inhalt	Höchstgewichtsdarstellungen, Kategorie O, BGG-Reziprozität, Charakterformeln	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erklären und verwenden weiterführende Begriffe der Darstellungstheorie am Beispiel von Lie-Algebren • liefern Beispiele, die weiterführende Konzepte der Darstellungstheorie veranschaulichen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung Lie-Algebren	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab dem 1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • 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 300h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 4 SWS x 13 = 52h • Selbststudium: 222h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	
16	Literaturhinweise	J. Humphreys: Representations of semisimple Lie algebras in the BGG category O, AMS Publications	

1	Modulbezeichnung 738956	Modul DiskOpt II: Diskrete Optimierung II (englische Übersetzung: Discrete Optimization II)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Diskrete Optimierung II (2 SWS) Übung zu Diskrete Optimierung II (1 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@fau.de	
5	Inhalt	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung schwieriger ganzzahliger und gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme. Wir behandeln zunächst die Äquivalenz von Separierung und Optimierung. Zur Lösung großer diskreter Optimierungsprobleme werden Dekompositionsverfahren sowie Approximationsalgorithmen vorgestellt. Danach werden grundlegende Ergebnisse über ganzzahlige Polyeder bereitgestellt. Abgerundet und ergänzt wird die Vorlesung durch die Behandlung aktueller Fragestellungen aus Bereichen wie den Ingenieurwissenschaften, dem Finanz- und Energiemanagement und öffentlichen Personenverkehr.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verwenden die grundlegenden Begriffe aus der Theorie der Diskreten Optimierung, • modellieren selbständig diskrete Optimierungsprobleme aus der Praxis, stufen deren Schwierigkeitsgrade ein und lösen sie mit geeigneten mathematischen Verfahren. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Lineare und Kombinatorische Optimierung, Diskrete Optimierung I	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • M. Sc. Mathematik (Modellierung, Simulation und Optimierung) • M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Optimierung und Prozessmanagement) • M. Sc. Data Science • M. Sc. Computational and Applied Mathematics (CAM) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (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">• Vorlesungsskript zu diesem Modul• D. Bertsimas, R. Weismantel: Optimization over Integers, Dynamic Ideas, 2005• Conforti, Cornuéjols, Zambelli: Integer Programming, Springer 2014• G. L. Nemhauser, L.A. Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1994• A. Schrijver: Combinatorial optimization Vol. A - C, Springer 2003• A. Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986• L.A. Wolsey: Integer Programming, Wiley 1998
----	--------------------------	---

1	Modulbezeichnung Prüfungsnummer	Modul ZMT: Einführung in die Zufallsmatrixtheorie (englische Bezeichnung: Introduction to Random Matrix Theory)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung 2 SWS Übung 1 SWS	
3	Lehrende	Prof. Dr. Thorsten Neuschel neuschel@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Thorsten Neuschel neuschel@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Das Wignersche Halbkreisgesetz für selbstadjungierte Zufallsmatrizen • Momentenmethode und die zugehörige Kombinatorik • Konvergenz zufälliger Spektralmaße • Eigenwertverteilung Gaußscher Matrizen (GOE/GUE) <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Durch begleitende Übungen wird das Verständnis des Vorlesungsstoffs vertieft.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen und erklären allgemeine Prinzipien für das spektrale Verhalten hochdimensionaler Zufallsmatrizen • lernen die Durchführung der Momentenmethode • führen Kenntnisse aus der Analysis, linearen Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie zusammen, um die spektralen Eigenschaften der wichtigsten Klasse von Zufallsmatrizen zu beschreiben 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen werden Grundkenntnisse in Analysis, Lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 2. oder 3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Sc. Data Science (MSD) • M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Analysis und Stochastik“) • M.Sc. Technomathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • M.Sc. Wirtschaftsmathematik (Studienrichtung „Stochastik und Risikomanagement“) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (15-20 Minuten) oder Klausur (120 Minuten) (wird zu Semesterbeginn bekanntgegeben)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100%) oder Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30h • Übung: 1 SWS x 15 = 15h • Selbststudium: 105h 	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	Anderson, Guionnet, Zeitouni, An Introduction to Random Matrices

1	Modulbezeichnung	Modul FRA2: Fortgeschrittene Risikoanalyse 2 (englische Übersetzung: Advanced Risk Analysis 2)	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Fortgeschrittene Risikoanalyse 2 (4 SWS) Übung zu Fortgeschrittene Risikoanalyse 2 (1 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Stummer stummer@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Wolfgang Stummer stummer@math.fau.de	
5	Inhalt	Die aktualisierten definitiven Inhalte werden zeitnah veröffentlicht. Exemplarisch seien hier angeführt: Fortgeschrittene zeitdiskrete Risikoprozesse; fortgeschrittene zeitkontinuierliche Risikoprozesse. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Selbststudium begleitender Literatur und der Bearbeitung von speziell abgestimmten zugehörigen Seminarthemen, unterstützt durch Zusammenkünfte innerhalb des Seminars.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erlernen und verwenden aktuelle, vielseitig nutzbare, sehr fortgeschrittene Methoden zur Lösung von zeitgemäßen Problemstellungen aus der Quantifizierung von unsicherheitsbehafteten Fakten, Vorgängen und darauf aufbauenden Entscheidungen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> Fundierte Grundkenntnisse der Stochastik und der Integrationstheorie. 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. oder 3.Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> M. Sc. Mathematik (Analysis und Stochastik) M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Stochastik und Risikomanagement) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (180 Minuten) wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100%) oder 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: 1 SWS x 15 = 15 h Selbststudium: 225 h 	

14	Dauer des Moduls	ein Semester <u>Anm.:</u> Aufgrund des turnusmäßigen halbjährigen Forschungssemesters des Lehrenden (als eingeladener Gastprofessor in Paris) wird diese Vorlesung im SoSe 2022 AUSNAHMSWEISE ausschließlich geblockt vom 10. bis 16. Oktober 2022 abgehalten.
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Manuskript des Dozenten • Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	Modulbezeichnung 720057	Modul LieG: Lie-Gruppen	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung (4 SWS) Übung (2 SWS)	
3	Dozenten/-innen	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@mi.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Lie-Algebra einer Lie-Gruppe, Exponentialfunktion • Abgeschlossene Untergruppen, Quotienten, homogene Räume • Überlagerungen von Lie-Gruppen, Strukturtheorie, Integrationsprobleme • Elementare Anwendungen in der Darstellungstheorie <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt in den Übungen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden verwenden die grundlegenden Methoden der Lie'schen Gruppentheorie und insbesondere den Übersetzungsmechanismus von Lie-Algebra zur Gruppe mittels der Exponentialfunktion. Sie ordnen Methoden aus den Bereichen Algebra, Geometrie und Analysis in einen übergreifenden Kontext ein und wenden sie dort an.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse über Mannigfaltigkeiten (Vektorfelder, Flüsse), • Grundkenntnisse in Topologie (Bogenzusammenhang, Überlagerungen) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 2. oder 3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik • Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung "Algebra und Geometrie" 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	zweijährlich (siehe Modulverzeichnis im UnivIS)	
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	Unterrichtssprache	deutsch oder englisch. Die Unterrichtssprache können Sie dem Modulverzeichnis im UnivIS entnehmen.	

16	Vorbereitende Literatur	<ul style="list-style-type: none">• Vorlesungsskript zu diesem Modul• Hilgert/Neeb, Structure and Geometry of Lie Groups
----	--------------------------------	---

1	Modulbezeichnung 1999	Modul MaA: Masterarbeit Mathematik (englische Übersetzung: Master Thesis Mathematics)	ECTS 30
2	Lehrveranstaltungen	Masterarbeit Masterkolloquium	ECTS 25 ECTS 5
3	Lehrende	Hochschullehrer/in der Mathematik	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<p>Masterarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe im Bereich der Mathematik unter Anleitung und schriftliche Ausarbeitung. • Betreuung durch Hochschullehrer/in der Mathematik <p>Masterkolloquium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präsentation des im Rahmen der Masterarbeit erarbeiteten Themas 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Masterarbeit:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • bearbeiten eine Problemstellung aus dem Bereich der Mathematik mit wissenschaftlichen Methoden selbständig und stellen diese strukturiert in schriftlicher Form dar; • wirken bei der Bearbeitung aktueller Forschungsthemen problemorientiert mit und definieren anhand dieses Wissens neue Forschungsziele. <p>Masterkolloquium:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken und präsentieren die erarbeiteten Inhalte und Resultate der Masterarbeit; • tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Die übrigen Mastermodule müssen abgeschlossen sein	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3./4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in M. Sc. Mathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Arbeit (ca. 60 Seiten) • Vortrag mit mündlicher Prüfung (ca. 60 + 15 Min) 	
11	Berechnung Modulnote	<ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Arbeit (85%) • Vortrag mit mündlicher Prüfung (15%) 	
12	Turnus des Angebots	jederzeit nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer	
13	Arbeitsaufwand	Workload: 900 h Selbststudium: 900 h	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch oder englisch
16	Literaturhinweise	nach Vorgabe der Betreuerin/des Betreuers der Masterarbeit

1	Modulbezeichnung 1999	Modul MaA: Masterarbeit Wirtschaftsmathematik (englische Übersetzung: Master Thesis Engineering Mathematics)	ECTS 30
2	Lehrveranstaltungen	Masterarbeit	
3	Lehrende	Hochschullehrer/in der Mathematik	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe im Bereich der Wirtschaftsmathematik unter Anleitung und schriftliche Ausarbeitung. • Betreuung durch Hochschullehrer/in der Mathematik 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • bearbeiten eine Problemstellung aus dem Bereich der Wirtschafts-mathematik mit wissenschaftlichen Methoden selbständig und stellen diese strukturiert in schriftlicher Form dar; • wirken bei der Bearbeitung aktueller Forschungsthemen problemorientiert mit und definieren anhand dieses Wissens neue Forschungsziele. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Die übrigen Mastermodule müssen abgeschlossen sein	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3./4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in M. Sc. Wirtschaftsmathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistung	schriftliche Arbeit (ca. 60 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	schriftliche Arbeit (100 %)	
12	Turnus des Angebots	jederzeit nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer	
13	Arbeitsaufwand	Workload: 900 h Selbststudium: 900 h	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch oder dnglisch	
16	Literaturhinweise	nach Vorgabe der Betreuerin/des Betreuers der Masterarbeit	

1	Modulbezeichnung	Modul MaSe: Masterseminar (englische Übersetzung: Master Seminar)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masterseminar „Algebraische Stacks“ 2. Masterseminar „Approximationstheorie“ 3. Masterseminar „Diskrete Optimierung“ 4. Masterseminar „Kryptographie“ 5. Masterseminar „Mannigfaltigkeiten“ 6. Masterseminar „Spin Glasses with Applications to Deep Learning“ 7. Masterseminar „Theory of Discrete Optimization“ 8. „Masterseminar über Horns Vermutung“ 	
3	Lehrende	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Friedrich Knop friedrich.knop@fau.de 2. PD Dr. Cornelia Schneider cornelia.schneider@math.fau.de 3. Prof. Dr. Timm Oertel tim.oertel@fau.de 4. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert ruppert@mi.uni-erlangen.de 5. Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb neeb@mi.uni-erlangen.de 6. Prof. Dr. Thorsten Neuschel thorsten.neuschel@fau.de 7. Prof. Dr. Frauke Liers frauke.liers@math.uni-erlangen.de 8. Prof. Dr. Bart Van Steirteghem bartvs@math.fau.de 	
4	Modulverantwortung	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	Die aktuell angebotenen Themen werden von den Dozenten rechtzeitig bekannt gegeben.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <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 und präsentieren die mathematischen Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form; • tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	nach Vorgabe der Dozentin/des Dozenten	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> • M. Sc. Mathematik (Masterseminar) • M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Masterseminar) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (90 Minuten) • schriftliche Ausarbeitung (5–10 Seiten) 	

11	Berechnung Modulnote	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (50%) • schriftliche Ausarbeitung (50%)
12	Turnus des Angebots	jedes Semester
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Selbststudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	nach Vorgabe der Dozentin/des Dozenten

1	Modulbezeichnung 303776	Modul MathKINN II: Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II (englische Übersetzung: Mathematical foundations of Artificial Intelligence, Neural Networks and Data Analytics)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II (2 SWS)	
3	Dozenten/-innen	Dr. Hans-Georg Zimmermann hans.georg.zimmermann@iis.fraunhofer.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Alexander Martin alexander.martin@fau.de	
5	Inhalt	<p>Künstliche-Intelligenz Forschung ist der Versuch, menschenähnliche Denkprozesse auf Maschinen zu übertragen. Das betrifft insbesondere Wahrnehmung (nicht nur Sensordaten, sondern auch Bild- und Audio-daten), Modellierung (Untersuchung von Zusammenhängen in Beobachtungen) und Aktionsplanung (für optimale Aktionsplanung ist ein Modell zur Beurteilung vorgeschlagener Aktionen essenziell). Die Mathematik der Neuronalen Netze wurde von Anfang an als adäquate Lösungsmethode gesehen – es dauerte aber ein halbes Jahrhundert, bis diese Mathematik und die Computer Hardware soweit entwickelt waren, dass die Vision tatsächlich bearbeitet werden kann.</p> <p>Im Sommersemester werden wir insbesondere komplexe (d.h. nichtlineare, hochdimensionale) dynamische Systeme, Zeitreihenanalyse und Prognosemethoden untersuchen. Zeit ist ein a-priori Strukturrahmen, der sich mit Rekurrenten Neuronalen Netzen darstellen lässt. Die Formulierung von Strukturelementen der Aufgabenstellungen in Form adäquater Netzwerkarchitekturen ist ein wesentliches Lernelement der Vorlesung. Es geht also nicht nur um das Lernen von Netzwerkparametern sondern um einen Denkstil. Diese Leitlinie zieht sich weiter zu dynamischen Systemen auf Mannigfaltigkeiten, der Wahl optimaler Koordinatensysteme zur Beschreibung dynamischer Systeme und der Berechnung optimaler Steuerungen. Der Vergleich offener und geschlossener dynamischer Systeme wird sich als essenziell für Langfristprognosen erweisen. Allerdings wird die Eleganz der Modelle mit zusätzlichen mathematischen Schwierigkeiten erkaufte. Lösungsansätze hierfür werden in der Vorlesung ausgearbeitet. Deep-Learning liefert auch hier wichtige Erweiterungen. In einem weiteren Teil sollen menschengemachte dynamische Systeme (Märkte) untersucht werden. Für Prognosen in diesem Rahmen entwickeln wir Kausal-Retro-Kausale Netze. Gerade bei ökonomischen Prognosen ist die Analyse der Unsicherheit wesentlicher Teil der Aufgabe.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen selbständig Aufgabenstellungen, in denen Neuronale Netze eine hilfreiche Lösungsmethode sind • Sind in der Lage die richtigen Netzstrukturen für echte Anwendungsprobleme Probleme zu konstruieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Mathematische Grundlagen aus dem Bachelor-Studium. Vorlesung Mathematische Grundgagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics I aus dem Wintersemester.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab 2. Semester Master	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Sc. Mathematik (Studienrichtung „Modellierung, Simulation und Optimierung“) • M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“) • M.Sc. CAM (Spezialisierung „Opti“) 	

10	Studien- und Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung (15 Minuten)
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung (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 • Bearbeitung von Übungsaufgaben: 20 h • Selbststudium: 100 h
14	Dauer des Moduls	Ein Semester (Vorlesung als Blockveranstaltung vor Semesterbeginn)
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Keine

1	Modulbezeichnung 65969	Modul MS: Mathematische Statistik (englische Bezeichnung: Mathematical Statistics)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Mathematische Statistik (2 SWS) Übungen zur Mathematischen Statistik (1 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Richard richard@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Christoph Richard richard@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Parameterschätzung • Konfidenzbereiche • Hypothesentests <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. In der Übung vertiefen Lösungen typischer Beispiele das Verständnis des Vorlesungsstoffs.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erklären und verwenden mathematische Grundlagen der Statistik. Sie entwickeln Lösungsmethoden für einfache statistische Problemstellungen eigenständig.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Grundkenntnisse in Stochastik	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • M. Sc. Data Science (MSD) • M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Analysis und Stochastik“) • M.Sc. Wirtschaftsmathematik (Studienrichtung „Stochastik und Risikomanagement“) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (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 • Selbststudium: 105 h 	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Georgii, Stochastik • Casella, Berger, Statistical Inference 	

1	Modulbezeichnung	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 Meinschmidt hannes.meinschmidt@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Günther Grün gruen@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • 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 <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 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <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 oder englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <i>World Scientific Publishing</i> 2003 • Vorlesungsskriptum

1	Modulbezeichnung 562819	Modul ProjO: Projektseminar Optimierung (englische Übersetzung: Project Seminar Optimization)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar Optimierung (2 SWS) (Anwesenheitspflicht)	
3	Lehrende	Dr. Andreas Bäermann andreas.baermann@math.uni-erlangen.de Prof. Dr. Timm Oertel tim.oertel@fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. 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 genannt die Wasserversorgung einer Stadt, die Gestaltung einer energieeffizienten Fassade eines Bürogebäudes oder das Baustellenmanagement im Schienenverkehr. 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. Am Ende des Semesters werden die Teams ihre Lösungsvorschläge vorstellen und vergleichen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • führen selbständig in Teams ein größeres Projekt durch, in dem sie eine reale Fragestellung modellieren, Lösungsverfahren entwickeln und implementieren und ihre Ergebnisse auf die Praxis anwenden; • präsentieren die Ergebnisse der Projektarbeit und diskutieren diese; • 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 • Lineare und Kombinatorische Optimierung 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 2. oder 3.Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Aufbaumodul oder Schlüsselqualifikation) • M. Sc. Mathematik (Analysis und Stochastik, Modellierung, Simulation und Optimierung) • M. Sc. Wirtschaftsmathematik (Optimierung und Prozessmanagement) 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag (45 Minuten) • schriftliche Ausarbeitung (5-10 Seiten) 	
11	Berechnung Modulnote	bestanden / nicht bestanden	
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	werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

1	Modulbezeichnung 65078	Modul QM2: Quantenmechanik 2 (englische Bezeichnung: Quantum Mechanics, Part 2)	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung (2 SWS) Übung (1 SWS)	
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@math.fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstadjungiertheit unbeschränkter Operatoren • Teilchen im Magnetfeld • Periodizität und Quasiperiodizität • Zufällige Potentiale 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erklären und verwenden die geometrischen und analytischen Konzepte der mathematischen Beschreibung der Quantenmechanik und deren Anwendungen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Vorlesung zur Funktionalanalysis oder Quantenmechanik	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. oder 4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Mathematik (Studienrichtungen „Analysis und Stochastik“ und „Algebra und Geometrie“) • M.Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	Sommer- oder Wintersemester	
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">• Skript• M. Reed, B. Simon: Methods of Modern Mathematical Physics. Academic Press• H. Cycon, R. Froese, W. Kirsch, B. Simon: Schrödinger Operators. Springer• W. Thirring: Lehrbuch der Mathematischen Physik. Band 3: Quantenmechanik von Atomen und Molekülen. Springer
----	--------------------------	--

	Modulbezeichnung	Modul RobOptv: Robuste Optimierung 2	ECTS 5
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Robuste Optimierung 2 Übungen zur Robusten Optimierung 2	
3	Lehrende	Prof. Dr. Frauke Liers frauke.liers@math.uni-erlangen.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 fortgeschrittene Methoden der robusten Optimierung in Theorie und Modellierung, insbesondere robuste Netzwerkflüsse, robuste ganzzahlige Optimierung und robuste Approximation.</p> <p>Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die „light robustness“ oder die justierbare Robustheit gelehrt.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen selbstständig komplexe Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet mit fortgeschrittenen Methoden der robusten Optimierung und analysieren diese; • nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> • Robuste Optimierung 1 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	ab 1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik • Kern-/Forschungsmodul Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“ 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100%)	
12	Turnus des Angebots	jährlich im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h</p> <p>davon:</p> <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	Unterrichtssprache	deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Vorlesungsskript zu diesem Modul

1	Modulbezeichnung	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 Eindeutigkeitsatz, 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> - Workload 150 h, <ul style="list-style-type: none"> • davon: Seminar: 2 SWS x15=30 h • Selbststudium 120 h
14	Dauer des Moduls	ein Semester
15	Unterrichtssprache	deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - 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, Studentexte Mathematik, Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden (1978) - A. Schönhage: Approximationstheorie, De Gruyter, Berlin (1971). - Originalliteratur.

1	Modulbezeichnung 930178	Modul CalcVar: Variationsrechnung (englische Übersetzung: Calculus of Variations)	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Variationsrechnung (4 SWS) Übung zur Variationsrechnung (2 SWS)	
3	Lehrende	Dr. Anton Treinov anton.treinov@fau.de	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Frank Duzaar duzaar@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Methode der Variationsrechnung • Euler-Lagrange-Gleichung • Konvexitätsbegriffe und Existenzsätze • Sobolev-Räume • Regularitätsaussagen <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Einige Begriffe werden auch mit Übungen präsentiert.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erlernen und erarbeiten die wichtigsten Begriffe aus der Variationsrechnung, mit besonderem Gewicht auf dem mehrdimensionalen Fall.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Partielle Differentialgleichungen I, Funktionalanalysis	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 2. oder 3.Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul: Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik • Kern-/Forschungsmodul: Master Mathematik Studienrichtung „Analysis und Stochastik“, Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation und Optimierung“ 	
10	Studien- und Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100%)	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
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	Unterrichtssprache	deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • M.Giaquinta, S. Hildebrandt, Calculus of Variations (Springer 2004) • E. Giusti, Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific 2003) 	