Department
MATHEMATIK

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
NATURWISSENSCHAFTLICHE
FAKULTÄT

Modulhandbuch

für die Studiengänge

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

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 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
- Numerical Methods for Nonsmooth Problems
- 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 KryII: Kryptographie II 11
Modul LieG: Lie-Gruppen 13
Modul MaA: Masterarbeit Mathematik 15
Modul MaA: Masterarbeit Wirtschaftsmathematik 17
Modul MaSe: Masterseminar 18
Modul MathKINN II: Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II 20
Modul MS: Mathematische Statistik 22
Modul PDG II: Partielle Differentialgleichungen II 23
Modul ProjO: Projektseminar Optimierung 25
Modul QM2: Quantenmechanik 2 27
Modul RobOptv: Robuste Optimierung 2 28
Modul SemApprTh: Seminar Approximationstheorie 30
Modul CalcVar: Variationsrechnung 32

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 • 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 • 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: • 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 Ingenieurswissenschaften, dem Finanz- und Energiemanagement und öffentlichen Personenverkehr.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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 • 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: • 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**	• 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**	**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**	• Das Wignersche Halbkreisgesetz für selbstadjungierte Zufallsmatrizen • Momentenmethode und die zugehörige Kombinatorik • Konvergenz zufälliger Spektralmaße • Eigenwertverteilung Gaußscher Matrizen (GOE/GUE) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Durch begleitende Übungen wird das Verständnis des Vorlesungsstoffs vertieft.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	Wahlpflichtmodul in • 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**	Workload 150 h davon: • 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 65951**	**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: • Fundierte Grundkenntnisse der Stochastik und der Integrationstheorie.	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	2. oder 3.Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul in • 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: • Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h • Übung: 1 SWS x 15 = 15 h • Selbststudium: 225 h	

14	**Dauer des Moduls**	ein Semester Anm.: 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**	• Manuskript des Dozenten • Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

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

1	**Modulbezeichnung 720057**	**Modul LieG: Lie-Gruppen** (englische Bezeichnung: Lie groups)	**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**	• Lie-Algebra einer Lie-Gruppe, Exponentialfunktion • Abgeschlossene Untergruppen, Quotienten, homogene Räume • Überlagerungen von Lie-Gruppen, Strukturtheorie, Integrationsprobleme • Elementare Anwendungen in der Darstellungstheorie Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt in den Uebungen.	
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: • Grundkenntnisse über Mannigfaltigkeiten (Vektorfelder, Flüsse), • Grundkenntnisse in Topologie (Bogenzusammenhang, Überlagerungen)	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	1., 2. oder 3. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	• 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 • 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**	• 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**	Masterarbeit: • Eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe im Bereich der Mathematik unter Anleitung und schriftliche Ausarbeitung. • Betreuung durch Hochschullehrer/in der Mathematik Masterkolloquium: • Präsentation des im Rahmen der Masterarbeit erarbeiteten Themas	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Masterarbeit: Die Studierenden • 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. Masterkolloquium: Die Studierenden • 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**	• schriftliche Arbeit (ca. 60 Seiten) • Vortrag mit mündlicher Prüfung (ca. 60 + 15 Min)	
11	**Berechnung Modulnote**	• 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**	• 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 • 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**	Pflichmodul 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**	1. Masterseminar „Algebraische Stacks“ 2. Masterseminar „Approximationstheorie“ 3. Masterseminar „Diskrete Optimierung“ 4. Masterseminar „Kryptographie“ 5. Masterseminar “Mannigfaltigkeiten” 6. Masterminar „Spin Glasses with Applications to Deep Learning‘ 7. Masterseminar „Theory of Discrete Optimization“ 8. „Masterseminar über Horns Vermutung“	
3	**Lehrende**	1. Prof. Dr. Friedrich Knop friedrich.knop@fau.de 2. PD Dr. Cornelia Schneider cornelia.schneider@math.fau.de 3. Prof. Dr. Timm Oertel timm.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**	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 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: • M. Sc. Mathematik (Masterseminar) • M. Sc.Wirtschaftsmathematik (Masterseminar)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• Vortrag (90 Minuten) • schriftliche Ausarbeitung (5–10 Seiten)	

11	**Berechnung Modulnote**	• Vortrag (50%) • schriftliche Ausarbeitung (50%)
12	**Turnus des Angebots**	jedes Semester
13	**Arbeitsaufwand**	Workload 150 h davon: • 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**	Künstliche-Intelligenz Forschung ist der Versuch, menschenähnliche Denkprozesse auf Maschinen zu übertragen. Das betrifft insbesondere Wahrnehmung (nicht nur Sensordaten, sondern auch Bild- und Audiodaten), 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. 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 erkauft. 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.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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**	Wahlpflichtmodul: • M. Sc. Mathematik (Studenrichtung „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: • Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h • Bearbeitung von Übungsaufgaben: 20 h • Selbstudium: 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**	• Parameterschätzung • Konfidenzbereiche • Hypothesentests Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. In der Übung vertiefen Lösungen typischer Beispiele das Verständnis des Vorlesungsstoffs.	
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**	Stochastische Modellbildung sowie Maßtheorie (Analysis III), Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab 1. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlplichtmodul in • 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 • 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**	• 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 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

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 Bärmann andreas.baermann@math.uni-erlangen.de Prof. Dr. Timm Oertel timm.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 • 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: • Lineare Algebra • Lineare und Kombinatorische Optimierung	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	1., 2. oder 3.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)	
10	**Studien- und Prüfungsleistung**	• 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: • 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**	• 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 • 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 • 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**	• 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	

1	**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**	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 fortgeschrittene Methoden der robusten Optimierung in Theorie und Modellierung, insbesondere robuste Netzwerkflüsse, robuste ganzzahlige Optimierung und robuste Approximation. Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die „light robustness“ oder die justierbare Robustheit gelehrt. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • 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: • Robuste Optimierung 1	
8	**Einpassung in Musterstudienplan**	ab 1. Semester	
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	• 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**	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	**Unterrichtssprache**	deutsch
16	**Literaturhinweise**	• 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 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 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**	• Direkte Methode der Variationsrechnung • Euler-Lagrange-Gleichung • Konvexitätsbegriffe und Existenzsätze • Sobolev-Räume • Regularitätsaussagen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Einige Begriffe werden auch mit Übungen präsentiert.	
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**	• 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**	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	**Unterrichtssprache**	deutsch	
16	**Literaturhinweise**	• M.Giaquinta, S. Hildebrandt, Calculus of Variations (Springer 2004) • E. Giusti, Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific 2003)	