

# Modulhandbuch

für die Studiengänge

**Mathematik (M.Sc.)**  
**Wirtschaftsmathematik (B.Sc.)**  
**Technomathematik (B.Sc.)<sup>1</sup>**

**Sommersemester 2019**

---

<sup>1</sup> Zum Masterstudiengang Technomathematik konnte man sich letztmalig im Sommersemester 2017 einschreiben. Seit dem Wintersemester 2017/18 bietet das Department Mathematik den internationalen Masterstudiengang *Computational and Applied Mathematics (CAM)* an.

Hinweise:

- Weitere Informationen zu den einzelnen Studiengängen (Studien- und Prüfungsordnungen, Studienberatung, etc.) finden Sie auf [www.studium.math.fau.de](http://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.
- Dieses Modulhandbuch enthält auch Modulbeschreibungen zum Masterstudiengang Technomathematik. Zu diesem Studiengang konnte man sich letztmalig im Sommersemester 2017 einschreiben. Seit dem Wintersemester 2017/18 bietet das Department Mathematik den internationalen Masterstudiengang *Computational and Applied Mathematics (CAM)* an. Modulbeschreibungen zu CAM findet man im *Module handbook of the Master's degree programme Computational and Applied Mathematics* auf der Seite [www.studium.math.fau.de](http://www.studium.math.fau.de).

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

- Modelling and Analysis in Continuum Mechanics II
- Practical Course: Modelling, Simulation, Optimization
- Advanced Solution Techniques
- Transport and Reaction in Porous Media: Modelling
- Numerics of Incompressible Flows I
- Mathematics of Multiscale Models
- Partial Differential Equations Based Image Processing
- Numerical Aspects of Linear and Integer Programming
- Optimization with Partial Differential Equations
- Discrete Optimization II

### Inhaltsverzeichnis

Modul AKNIOpt: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Optimierung.....	4
Modul DiskOpt II: Diskrete Optimierung II.....	6
Modul EGA: Entropie und Große Zahlen.....	8
Modul LektSt: Lektüre neuerer Arbeiten zur Stochastik.....	10
Modul LieG: Lie-Gruppen.....	12
Modul MaA: Masterarbeit Mathematik.....	13
Modul MaA: Masterarbeit Technomathematik.....	14
Modul MaA: Masterarbeit Wirtschaftsmathematik.....	15
Modul MaKo: Masterkolloquium.....	16
Modul MaSe: Masterseminar.....	17
Modul MathBild: Mathematische Bildverarbeitung.....	19
Modul NgIONv: Nichtglatte Optimierung (nicht vertieft).....	20
Modul OpAlg: Operatoralgebren.....	22
Modul OvVNv: Optimierung von Versorgungsnetzen (vertieft).....	24
Modul PDG II: Partielle Differentialgleichungen II.....	26
Modul ProjO: Projektseminar Optimierung.....	27
Modul ReadSp: Reading Course in Spectral Theory.....	29
Modul: Reading Course Upscaling.....	31
Modul RobOptv: Robuste Optimierung (vertieft).....	32
Modul SFIWP2: Stochastik in Finance, Insurance und Wirtschaftspolitik 2.....	34
Modul CalcVar: Variationsrechnung.....	36
Modul WsSmB: Wechselwirkende stochastische Systeme der mathematischen Biologie und Ökonomie.....	38

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul AKNIOpt: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Optimierung</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Übung	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger <a href="mailto:achtziger@math.fau.de">achtziger@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Optimierungsprobleme mit spezieller mathematischer Struktur</li> <li>• äquivalente Problemformulierungen</li> <li>• angepasste Lösungsverfahren</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. . Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Selbststudium begleitender Literatur, unterstützt durch Zusammenkünfte innerhalb der Übungen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären und verwenden fortgeschrittene Methoden in Theorie und Anwendungen von numerischen Verfahren zur Lösung unrestringierter und restringierter nichtlinearer Optimierungsprobleme in endlich-dimensionalen Räumen.</li> </ul> <p>Sie können außerdem den Aufwand solcher Berechnungen abschätzen und die dabei auftretenden Schwierigkeiten in Theorie und Numerik einordnen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Abschluss des Moduls „Vertiefte nichtlineare Optimierung“	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Master Technomathematik und Master Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Forschungsmodul: Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation, Optimierung“, Master Technomathematik, Studienrichtung „Optimierung“, Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	In Abstimmung mit den Profillinien im Wintersemester oder Sommersemester (siehe Modulverzeichnis im <a href="#">UnivIS</a> )	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 150 h davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: ½ SWS x 15 = 7,5 h</li> </ul> <p>Selbststudium 112,5 h</p>	

14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	aktuelle Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul DiskOpt II: Diskrete Optimierung II</b>	<b>ECTS 10</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Diskrete Optimierung II Übung zu Diskrete Optimierung II	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Alexander Martin <a href="mailto:alexander.martin@math.uni-erlangen.de">alexander.martin@math.uni-erlangen.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Alexander Martin <a href="mailto:alexander.martin@math.uni-erlangen.de">alexander.martin@math.uni-erlangen.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung schwieriger ganzzahliger und gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme. Wir behandeln zunächst die Äquivalenz von Separierung und Optimierung.</p> <p>Danach werden grundlegende Ergebnisse über ganzzahlige Polyeder sowie Gitter und Gitterpolytope aus dem Gesichtspunkt der Diskreten Optimierung bereitgestellt.</p> <p>Zur Lösung großer diskreter Optimierungsprobleme werden Dekompositionsverfahren sowie auf linearer Optimierung basierende Approximationsalgorithmen und Heuristiken vorgestellt.</p> <p>Abgerundet und ergänzt wird die Vorlesung durch die Behandlung aktueller Fragestellungen aus Bereichen wie den Ingenieurwissenschaften, dem Finanz- und Energiemanagement und öffentlichen Personenverkehr.</p> <p>Neben der vierstündigen Vorlesung werden zweistündige Übungen angeboten, in denen die Studierenden von einem Übungsgruppenleiter betreut werden.</p> <p>Zusätzlich wird ein Software- und Projektpraktikum angeboten.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die grundlegenden Begriffe aus der Theorie der Diskreten Optimierung,</li> <li>• modellieren selbständig diskrete Optimierungsprobleme aus der Praxis,</li> <li>• stufen deren Schwierigkeitsgrade ein und lösen sie mit geeigneten mathematischen Verfahren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Diskrete Optimierung I	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation, Optimierung“, Master Technomathematik Studienrichtung „Optimierung“</li> </ul> <p>Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h</li> <li>• Übung: 1 SWS x 15 = 15 h</li> <li>• Selbststudium: 225 h</li> </ul>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> <li>• D. Bertsimas, R. Weismantel: Optimization over Integers, Dynamic Ideas, 2005</li> <li>• Conforti, Cornuéjols, Zambelli: Integer Programming, Springer 2014</li> <li>• G. L. Nemhauser, L.A. Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1994</li> <li>• A. Schrijver: Combinatorial optimization Vol. A - C, Springer 2003</li> <li>• A. Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986</li> <li>• L.A. Wolsey: Integer Programming, Wiley 1998</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul EGA: Entropie und Große Zahlen</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Entropie und große Abweichungen Übungen zu Entropie und große Abweichungen	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Gerhard Keller <a href="mailto:keller@math.fau.de">keller@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Gerhard Keller <a href="mailto:keller@math.fau.de">keller@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Name der Vorlesung: Entropie und große Abweichungen Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• exponentielle Familien</li> <li>• (Relative) Entropie von Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> <li>• Gibbs-Verteilungen</li> <li>• Der Satz von Cramer</li> <li>• Das Prinzip der großen Abweichungen</li> <li>• Das Kontraktionsprinzip</li> <li>• Der Satz von Sanov</li> <li>• Der Satz von Gärtner und Ellis</li> </ul> <p>Diese Themen werden u.a. durch folgende Beispiele illustriert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MinEntropie-Schätzer, Effizienz und Cramer-Rao-Ungl.</li> <li>• Neyman-Pearson Tests</li> <li>• Stationäre Verteilung von Warteschlangen</li> <li>• Curie-Weiss-Modell</li> <li>• Große Abweichungen in Dynamischen Systemen</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Selbststudium begleitender Literatur, unterstützt durch Zusammenkünfte innerhalb der Übungen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erklären und verwenden mathematische Sichtweisen und Techniken, die in vielen Modulen in den Bereichen Statistik, stochastische Prozesse, statistische Physik und Ergodentheorie erforderlich sind.</p> <p>Sie sind in der Lage, das (informationstheoretische) Konzept der Entropie auf fundamentale Fragen der stochastischen Modellierung und der mathematischen Statistik anzuwenden und verschiedene stochastische Modelle wie z.B. Markov-Ketten, Warteschlangen und stochastische dynamische Systeme auf große Abweichungen hin zu untersuchen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse der Stochastik und der Maß- und Integrationstheorie	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1.,2. oder 3. Semester	



9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul (ASR): Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Analysis und Stochastik“,</li> <li>• Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Stochastik und Risikomanagement“</li> <li>• nichtphysikalisches Wahlfach Master Physik</li> </ul>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (15 Minuten)
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: ½ SWS x 15 = 7,5 h</li> <li>• Selbststudium: 112,5 h</li> </ul>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Dembo, O. Zeitouni: Large Deviations – Techniques and Applications, Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul LektSt: Lektüre neuerer Arbeiten zur Stochastik</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Hauptseminar Lektüre von Arbeiten zur Stochastik (Anwesenheitspflicht)	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Andreas Greven <a href="mailto:greven@math.fau.de">greven@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Andreas Greven <a href="mailto:greven@math.fau.de">greven@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	Neuere Arbeiten aus der Stochastik nach jeweils besonderer Ankündigung.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeiten mit neuer wissenschaftlicher Literatur auf einem Spezialgebiet der Stochastik</li> <li>• verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken und präsentieren mathematische Sachverhalte und diskutieren diese kritisch.</li> <li>• tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und stochastischer Analysis	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Analysis und Stochastik“,</li> <li>• Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Stochastik und Risikomanagement“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	Master Mathematik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (90 Minuten)</li> <li>• mündliche Prüfung (15 Minuten)</li> </ul> Master Wirtschaftsmathematik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> <li>• mündliche Prüfung (15 Minuten)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jedes Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Selbststudium: 120 h</li> </ul>	

14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul LieG: Lie-Gruppen</b>	<b>ECTS 10</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Übung	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Jan Frahm	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb <a href="mailto:neeb@mi.uni-erlangen.de">neeb@mi.uni-erlangen.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgeschlossene Untergruppen, Quotienten, homogene Räume</li> <li>• Überlagerungen von Lie-Gruppen, Strukturtheorie, Integrationsprobleme</li> <li>• Elementare Anwendungen in der Darstellungstheorie</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse über Mannigfaltigkeiten (Vektorfelder, Flüsse),</li> <li>• Grundkenntnisse in Topologie (Bogenzusammenhang, Überlagerungen)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1., 2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung "Algebra und Geometrie"</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	zweijährlich (siehe Modulverzeichnis im <a href="#">UnivIS</a> )	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 300 h davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h</li> <li>• Übung: 1 SWS x 15 = 15 h</li> </ul> <p>Selbststudium: 225 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch oder Englisch. Die Unterrichtssprache können Sie dem Modulverzeichnis im <a href="#">UnivIS</a> entnehmen.	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> <li>• Hilgert/Neeb, Structure and Geometry of Lie Groups</li> </ul>	

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

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

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

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul MaKo: Masterkolloquium</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Hauptseminar (Anwesenheitspflicht)	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Hochschullehrer/in der Mathematik	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Studiendekan/in <a href="mailto:studiendekan@math.fau.de">studiendekan@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	Präsentation des im Rahmen der Masterarbeit erarbeiteten Themas	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken und präsentieren die erarbeiteten Inhalte und Resultate der Masterarbeit;</li> <li>• tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Alle anderen Mastermodule müssen erfolgreich abgeschlossen sein.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	4. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Mathematik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (60 Minuten)</li> <li>• mündliche Prüfung (15 Minuten)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jedes Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>		
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch und bei Bedarf Englisch	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	nach Vorgabe der Betreuerin/des Betreuers	



1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul MaSe: Masterseminar</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Masterseminar</li> <li>2. Masterseminar</li> <li>3. Masterseminar</li> <li>4. Masterseminar</li> <li>5. Masterseminar „Optimierung/Steuerung“</li> </ol>	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prof. Dr. Friedrich Knop <a href="mailto:knop@mi.uni-erlangen.de">knop@mi.uni-erlangen.de</a></li> <li>2. Prof. Dr. Martin Burger <a href="mailto:martin.burger@fau.de">martin.burger@fau.de</a></li> <li>3. Prof. Dr. Florian Frank <a href="mailto:florian.frank@fau.de">florian.frank@fau.de</a></li> <li>4. Prof. Dr. Günther Grün <a href="mailto:gruen@math.fau.de">gruen@math.fau.de</a></li> <li>5. Prof. Dr. Günter Leugering <a href="mailto:guenter.leugering@fau.de">guenter.leugering@fau.de</a></li> </ol>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Studiendekan/in <a href="mailto:studiendekan@math.fau.de">studiendekan@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	Die aktuell angebotenen Themen werden von den Dozenten rechtzeitig bekannt gegeben.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik;</li> <li>• analysieren Fragestellungen und Probleme aus dem gewählten Teilgebiet der Mathematik und lösen diese mit wissenschaftlichen Methoden;</li> <li>• verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken und präsentieren die mathematischen Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form;</li> <li>• tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	nach Vorgabe der Dozentin/des Dozenten	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (90 Minuten)</li> <li>• schriftliche Ausarbeitung (5–10 Seiten)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Vortrag (50%), schriftliche Ausarbeitung (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jedes Semester	

13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> </ul> Selbststudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Vorgabe der Dozentin/des Dozenten</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul MathBild: Mathematische Bildverarbeitung</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Mathematische Methoden der Bildverarbeitung Übung zu Mathematische Methoden der Bildverarbeitung	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Dr. Michael J. Fried <a href="mailto:fried@math.fau.de">fried@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Dr. Michael J. Fried <a href="mailto:fried@math.fau.de">fried@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zu digitalen Bildern</li> <li>• Deblurring mit partiellen Differentialgleichungen</li> <li>• Variationsmethoden zur Bildrestaurierung und Bildsegmentierung</li> <li>• Levelsetmethoden</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erklären mathematische Verfahren zum Deblurring mit partiellen Differentialgleichungen und Bildsegmentierung mit der Levelsetmethode und wenden die entsprechenden Algorithmen an.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1., 2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation und Optimierung“, Master Technomathematik Studienrichtung „Modellierung und Simulation“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	alle zwei Jahre	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: ½ SWS x 15 = 7,5 h</li> </ul> <p>Selbststudium: 112,5 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekanntgabe in der Vorlesung</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul NgIOnv: Nichtglatte Optimierung (nicht vertieft)</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Übung	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger <a href="mailto:achtziger@math.fau.de">achtziger@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Auftreten nichtglatter Probleme, Vertiefung der Theorie zu konvexen Funktionen, lokal Lipschitz-stetige Funktionen, Subdifferential, Einblick in Subgradienten-Algorithmen etc.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.</p> <p>Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Selbststudium begleitender Literatur, unterstützt durch Zusammenkünfte innerhalb der Übungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erklären und verwenden Theorie und Funktionsweisen von numerischen Verfahren der Nichtglatte Optimierung (nicht vertieft). Die Studierenden stellen Probleme der nichtglatte Optimierung auf, untersuchen sie mathematisch und entwickeln numerische Lösungsmethoden, welche sie schließlich anwenden.</p> <p>Diese Fähigkeiten sind in naturwissenschaftlichen, medizinischen, wirtschaftswissenschaftlichen und technischen Anwendungen von Bedeutung.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <p>Beherrschung grundlegender Theorie und Methodiken der Nichtlinearen Optimierung aus den Bachelor-Studiengängen Mathematik, Technomathematik, Wirtschaftsmathematik (z.B. Abschluss des Moduls „Nichtlineare Optimierung“) oder Abschluss des Master-Moduls „Optimierung in normierten Räumen“</p>	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation, Optimierung“, Master Technomathematik Studienrichtung „Optimierung“</li> <li>Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematik, Technomathematik:</li> <li>mündliche Prüfung (20 Minuten)</li> </ul> <p>Wirtschaftsmathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mündliche Prüfung (15 Minuten)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in Abstimmung mit den Profillinien im Sommersemester oder im Wintersemester (siehe Modulverzeichnis im <a href="#">UnivIS</a> )	

13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Workload 150 h davon <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: ½ SWS x 15 = 7.5 h</li> </ul> Selbststudium: 112,5 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Alt: Numerische Verfahren der konvexen, nichtglatten Optimierung, Teubner, 2004</li> <li>• J.P. Hiriart-Urruty, C. Lemarechal: Fundamentals of Convex Analysis, Springer, 2001</li> <li>• M.M. Mäkelä, P. Neittaanmäki: Nonsmooth Optimization – Analysis and Algorithms with Application to Optimal Control, World Scientific, 1992</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul OpAlg: Operatoralgebren</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Operatoralgebren Übung zu Operatoralgebren	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb <a href="mailto:neeb@math.fau.de">neeb@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb <a href="mailto:neeb@math.fau.de">neeb@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Von Neumann-Algebren (Bikommutantensatz, Projektionen)</li> <li>• Struktur kommutativer Algebren (Spektraltheorie)</li> <li>• Faktoren vom Typ I,II,III</li> <li>• C*- Algebren, positive Funktionale, GNS-Konstruktion</li> <li>• CCR und CAR-Algebra; Fockraumdarstellungen; Weyl-Algebra und Clifford-Algebren</li> <li>• Automorphismengruppen und kovariante Darstellungen</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erlernen den Umgang mit den zentralen Begriffen und Methoden der Operatoralgebren auf Hilberträumen. Dies befähigt sie insbesondere Zerlegungs- und Klassifikationsprobleme zu bearbeiten sowie Methoden aus den Bereichen Algebra und Funktionalanalysis in einen übergreifenden Kontext einzuordnen und dort anzuwenden.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse über Operatoren auf Hilberträumen, wie sie in der Vorlesung Funktionalanalysis bereitgestellt werden.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1., 2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Forschungsmodul der Studienrichtungen „Algebra und Geometrie“, „Analysis und Stochastik“ oder als Wahlmodul	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100 %)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Selbststudium: 90 h</li> </ul>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Neumark, M. A., "Normierte Algebren", Verlag Henri Deutsch, 1990,</li><li>• Brattelli, Robinson, "Operator algebras and quantum statistical mechanics I", Springer, 1987,</li><li>• Rudin, Functional Analysis, McGraw Hill, 1991</li></ul>
----	--------------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul OvVNv: Optimierung von Versorgungsnetzen (vertieft)</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Optimierung von Versorgungsnetzen Übung zu Optimierung von Versorgungsnetzen	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Dr. Lars Schewe <a href="mailto:lars.schewe@fau.de">lars.schewe@fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Dr. Lars Schewe <a href="mailto:lars.schewe@fau.de">lars.schewe@fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul greift die Flussprobleme des nicht vertieften Teils auf und erweitert sie auf potential-getriebene Flüsse, wie z.B. Wasser- und Gastransportnetze. Diese Netze erfordern zudem die aktive Steuerung der entsprechenden Flüsse, was auf gemischt-ganzzahlig nichtlineare Optimierungsprobleme führt. Die Veranstaltung führt diese Problemklasse und solche Verfahren ein, die für die genannten Anwendungsfälle relevant sind.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform</p> <p>In den Übungen werden die Modelle und Verfahren am Rechner umgesetzt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erkennen potential-getriebene Flussprobleme aus dem Bereich der Versorgungsnetze.</p> <p>Sie modellieren diese, entscheiden welche Verfahren zur Lösung geeignet sind und analysieren und evaluieren die Ergebnisse.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Optimierung von Versorgungsnetzen (nicht vertieft) Wünschenswert: Grundkenntnisse konvexer und diskreter Optimierung	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	im Masterstudium ab 1. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kernmodul Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 150 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: 1 SWS x 15 = 15 h</li> <li>• Selbststudium: 105 h</li> </ul>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	



16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	Vorlesungsskript
----	--------------------------------	------------------

1	<b>Modulbezeichnung</b>	Modul PDG II: Partielle Differentialgleichungen II	ECTS 10
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Seminar Partielle Differentialgleichungen II	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Jens Habermann habermann@math.fau.de	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Jens Habermann <a href="mailto:habermann@math.fau.de">habermann@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existenzsätze für elliptische Differentialgleichungen</li> <li>• Regularitätstheorie für elliptische Differentialgleichungen</li> <li>• Hölderstetigkeit von schwachen Lösungen und Regularitätsbeweise</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden wenden Methoden für Existenzbeweise bei nichtlinearen Gleichungen an und erweitern ihr Methodenspektrum für Lösungskonzepte und Eindeutigkeitsresultate.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Modul Partielle Differentialgleichungen I	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> </ul> Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtungen „Analysis und Stochastik“ und „Modellierung-Simulation-Optimierung“, Master Technomathematik Studienrichtung „Modellierung und Simulation“	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag: (60 min)</li> <li>• Mündliche Prüfung (15 min)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nach Bedarf	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h</li> </ul> Selbststudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS 1997</li> <li>• D. Gilbarg, N. S. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983</li> <li>• E. DiBenedetto, Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001</li> <li>• E. Giusti, Direct methods in the calculus of variations. <i>World Scientific Publishing</i> 2003</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul ProjO: Projektseminar Optimierung</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Projektseminar Optimierung (Anwesenheitspflicht)	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Frauke Liers frauke.liers@math.uni-langen.de	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Alexander Martin <a href="mailto:alexander.martin@math.uni-erlangen.de">alexander.martin@math.uni-erlangen.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• präsentieren die Ergebnisse der Projektarbeit und diskutieren diese;</li> </ul> <p>tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra, Lineare und Kombinatorische Optimierung	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1., 2. oder 3.Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation, Optimierung“, Master Technomathematik Studienrichtung „Optimierung“, Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (45 Minuten)</li> <li>• schriftliche Ausarbeitung (5-10 Seiten)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	bestanden / nicht bestanden	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	mindestens einmal jährlich	

13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h</li> </ul> Selbststudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>

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

16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
----	--------------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul: Reading Course Upscaling</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Hauptseminar (Anwesenheitspflicht)	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Priv.-Doz. Dr. Nicolas Neuß	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Priv.-Doz.Dr. Nicolas Neuß (neuss@math.fau.de)	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden Vorträge über Originalliteratur gehalten mit folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• n-width for elliptic problems</li> <li>• Generalized finite element methods</li> <li>• Residual-free bubbles</li> <li>• Multiscale finite element methods</li> <li>• Wavelet-based homogenization</li> <li>• Flux-Norm and localized basis functions</li> <li>• Composite finite element methods</li> <li>• Relations to hierarchical solvers</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitung aktueller Forschungsliteratur</li> <li>• Präsentation und Diskussion mathematischer Sachverhalte</li> <li>• Wissenschaftlicher Austausch untereinander und mit den Dozenten</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Numerik partieller Differentialgleichungen	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	Ab 1. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik, Ausrichtung Technomathematik</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (90 Minuten)</li> <li>• mündliche Prüfung (Fragen während oder nach dem Vortrag)</li> </ul>	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	Vortrag (50%) und mündliche Prüfung (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	alle zwei Jahre	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 150h, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besuch Seminar 2 SWS x 15=30 SWS</li> <li>• Selbststudium 120 h</li> </ul>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	Ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch oder Englisch	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben	

	Modulbezeichnung	Modul RobOptv: Robuste Optimierung (vertieft)	ECTS 10
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Robuste Optimierung (vertieft) Übungen zur Robusten Optimierung (vertieft)	
3	Dozenten/-innen	Prof. Dr. Frauke Liers <a href="mailto:frauke.liers@math.uni-langen.de">frauke.liers@math.uni-langen.de</a>	
4	Modulverantwortung	Prof. Dr. Frauke Liers <a href="mailto:frauke.liers@math.uni-langen.de">frauke.liers@math.uni-langen.de</a>	
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 Netzwerflüsse, 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"> <li>• erkennen selbstständig komplexe Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet mit fortgeschrittenen Methoden der robusten Optimierung und analysieren diese;</li> <li>• nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> </ul>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	empfohlen: Robuste Optimierung (nicht vertieft)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab 1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> </ul> <p>Kern-/Forschungsmodul Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozesssteuerung“</p>	
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 davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> <li>• Übung: 1 SWS x 15 = 15 h</li> </ul> <p>Selbststudium: 105 h</p>	



14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul SFIWP2: Stochastik in Finance, Insurance und Wirtschaftspolitik 2</b>	<b>ECTS 10</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Fortgeschrittene Risikoanalyse 2 Übung zu Fortgeschrittene Risikoanalyse 2	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Wolfgang Stummer <a href="mailto:stummer@math.fau.de">stummer@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Wolfgang Stummer <a href="mailto:stummer@math.fau.de">stummer@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>"Fortgeschrittene Risikoanalyse 2"</p> <p>Die aktualisierten definitiven Inhalte werden zeitnah veröffentlicht.</p> <p>Exemplarisch seien hier angeführt: Fortgeschrittene zeitdiskrete Risikoprozesse; fortgeschrittene zeitkontinuierliche Risikoprozesse.</p> <p>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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Kenntnisse des Moduls „Stochastik in Finance, Insurance und Wirtschaftspolitik 1“. Fundierte Grundkenntnisse der Stochastik und der Integrationstheorie.	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3.Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kern-/Forschungsmodul im Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Stochastik und Risikomanagement“, sowie im Master Mathematik Studienrichtung „Analysis und Stochastik“.</li> <li>• Wahlmodul im Master Mathematik sowie im Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Optimierung und Prozessmanagement“.</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h</li> <li>• Übung: 1 SWS x 15 = 15 h</li> </ul> <p>Selbststudium: 225 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuskript des Dozenten</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul CalcVar: Variationsrechnung</b>	<b>ECTS 10</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung zur Variationsrechnung Übungen zur Variationsrechnung	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Frank Duzaar <a href="mailto:duzaar@math.fau.de">duzaar@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Frank Duzaar <a href="mailto:duzaar@math.fau.de">duzaar@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Methode der Variationsrechnung</li> <li>• Euler-Lagrange-Gleichung</li> <li>• Konvexitätsbegriffe und Existenzsätze</li> <li>• Sobolev-Räume</li> <li>• Regularitätsaussagen</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Einige Begriffe werden auch mit Übungen präsentiert.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erlernen und erarbeiten die wichtigsten Begriffe aus der Variationsrechnung, mit besonderem Gewicht auf dem mehrdimensionalen Fall.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Partielle Differentialgleichungen I, Funktionalanalysis	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	1., 2. oder 3.Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul: Master Mathematik Studienrichtung „Analysis und Stochastik“, Master Mathematik Studienrichtung „Modellierung, Simulation und Optimierung“, Master Technomathematik Studienrichtung „Modellierung und Simulation“,</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	mündliche Prüfung (20 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	mündliche Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Workload 300 h davon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h</li> <li>• Übung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> </ul> <p>Selbststudium: 210 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M.Giaquinta, S. Hildebrandt, Calculus of Variations (Springer 2004)</li><li>• E. Giusti, Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific 2003)</li></ul>
----	--------------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b>	<b>Modul WsSmB: Wechselwirkende stochastische Systeme der mathematischen Biologie und Ökonomie</b>	<b>ECTS 5</b>
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung Wechselwirkende stochastische Systeme der mathematischen Biologie	
3	<b>Dozenten/-innen</b>	Prof. Dr. Andreas Greven <a href="mailto:greven@math.fau.de">greven@math.fau.de</a>	
4	<b>Modulverantwortung</b>	Prof. Dr. Andreas Greven <a href="mailto:greven@math.fau.de">greven@math.fau.de</a>	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkende Teilchensysteme</li> <li>• Fleming-Viot-Diffusionen</li> <li>• Dawson-Watanabe-Prozess</li> <li>• Baumwertige Dynamiken</li> <li>• Systeme im zufälligen Medium</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erlernen exemplarisch neuere Theorien der Stochastik, insbesondere aus der theoretischen Biologie und wenden sie an. Sie tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und stochastischer Analysis	
8	<b>Einpassung in Musterstudienplan</b>	2. oder 3. Semester	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul: Master Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Kern-/Forschungsmodul Master Mathematik Studienrichtung „Analysis und Stochastik“,</li> <li>• Master Wirtschaftsmathematik Studienrichtung „Stochastik und Risikomanagement“</li> </ul>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung Modulnote</b>	unbenotet	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	jährlich im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand</b>	Workload 150 h davon: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h</li> </ul> Selbststudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	ein Semester	
15	<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Vorbereitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die vorbereitende Literatur wird für jede Lehrveranstaltung jedes Semester neu festgelegt</li> </ul>	