

## **Anlage 5**

### **Modulhandbuch des Studiengangs**

### **Angewandte Mathematik**

#### **Master**

des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften  
der Hochschule Darmstadt – University of Applied Sciences

zuletzt geändert am 01.06.2021

Änderungen gültig ab 01.04.2022

vom 16.01.2018

Zugrundeliegende BBPO vom 16.01.2018 (Amtliche Mitteilungen 2018)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Pflichtmodule</b>	5
Maß- und Integrationstheorie	6
Partielle Differentialgleichungen	8
Zeitreihenanalyse	10
Statistische Datenanalyse	12
Stochastische Prozesse	14
Nichtlineare und Stochastische Methoden des OR	16
Funktionalanalysis	18
Management, Arbeitsorganisation und Personalführung	20
Projektseminar 1 bzw. Projektseminar 2	22
Mastermodul	24
<b>Wahlpflichtmodule</b>	26
Derivate	27
Ausgewählte Themen der Finanzmathematik	29
Advanced Asset Pricing	31
Corporate Finance und Controlling	33
Fortgeschrittene Methoden der Personenversicherung	35
Schadenversicherungsmathematik 1	37
Schadenversicherungsmathematik 2	39
Projektion und Simulation für Versicherungsverträge	41
Data Mining 1	43
Data Mining 2	45
Ereigniszeit- und Lebensdauermodelle	47
Fortgeschrittene Methoden der stochastischen Simulation	49
Computerintensive Methoden	51
Nichtlineare und nichtparametrische Modelle	53
Risk Management	55
Spezielle Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements	57
Anwendungsbezogene Warteschlangentheorie	59
Fortgeschrittene Methoden des Operations Research	61
Gemischt-Ganzzahlige Optimierung	63
Finite Methoden	65
Finite Methoden in Anwendungen	67
Inverse Probleme	69
Mathematische Methoden der Festigkeitslehre	71
Dynamische Systeme	73
Numerische Methoden zur Daten- und Signalverarbeitung	75
Systemtheorie der Bildverarbeitung	77
Algorithmen in der Bildverarbeitung	79
Systemtheorie der Optik	81
Computer Vision	83
Robot Vision	85
Anwendung und Entwicklung optischer Systeme	87
Mathematische Methoden der Mikro- und Bruchmechanik	89
Mikrooptik	91

# Anlage 5 - Modulhandbuch

## Pflichtmodule

Nr.	Modul
	Maß- und Integrationstheorie
	Partielle Differentialgleichungen / Zeitreihenanalyse
	Statistische Datenanalyse
	Stochastische Prozesse
	Nichtlineare und stochastische Methoden des Operations Research
	Funktionalanalysis
	Management, Arbeitsorganisation und Personalführung (SuK)
	Projektseminar I
	Projektseminar II
	Mastermodul

## Wahlpflichtmodule

Der jeweils aktuelle Wahlpflichtkatalog wird vom Fachbereich jeweils rechtzeitig vor Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Nr.	Modul	Schwerpunkt
	Derivate	Fin
	Ausgewählte Themen der Finanzmathematik	Fin
	Advanced Asset Pricing	Fin
	Corporate Finance and Controlling	Fin
	Fortgeschrittene Methoden der Personenversicherung	Vers
	Projektion und Simulation für Versicherungsverträge	Vers
	Schadenversicherungsmathematik 1	Vers, ORStoch
	Schadenversicherungsmathematik 2	Vers, ORStoch
	Data Mining / Machine Learning 1	ORStoch
	Data Mining / Machine Learning 2	ORStoch
	Ereigniszeit- und Zuverlässigkeitsanalyse	ORStoch, Tech
	Fortgeschrittene Methoden der stochastischen Simulation	ORStoch
	Computational Statistics	ORStoch
	Nichtlineare und nichtparametrische Methoden	ORStoch
	Risk Management	ORStoch, Fin, Vers
	Spezielle Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements.	ORStoch
	Warteschlangentheorie	ORStoch, Tech
	Fortgeschrittene Methoden des Operations Research	ORStoch
	Gemischt Ganzzahlige Optimierung	ORStoch

	Finite Methoden	Tech
	Finite Methoden in Anwendungen	Tech
	Inverse Probleme	Tech
	Mathematische Methoden der Festigkeitslehre	Tech
	Dynamische Systeme	
	Numerische Methoden der Daten- und Signalverarbeitung	Tech
	Systemtheorie der Bildverarbeitung	Tech
	Algorithmen der Bildverarbeitung	Tech
	Systemtheorie der Optik	Tech
	Computer Vision	Tech
	Robot Vision	Tech
	Anwendung und Entwicklung optischer Systeme	Tech
	Mathematische Methoden der Mikro- und Bruchmechanik	Tech
	Mikrooptik	Tech
	<b>Beispielhafte Angebote anderer Fachbereiche</b>	
	Technische Mechanik 2 (optional im Bachelor)	Tech, FB MK
	Technische Mechanik 3	Tech, FB MK
	Maschinendynamik	Tech, FB MK
	Regelungstechnik	Tech, FB MK
	Strömungsmechanik (optional im Bachelor)	Tech, FB MK
	Mehrkörpersysteme und Strukturmechanik	Tech, FB MK

# Pflichtmodule

Catalog of compulsory modules

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Maß- und Integrationstheorie Measure and Integration Theory
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MIT
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Maß- und Integrationstheorie
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 (2 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b> Maßtheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Maßtheorie &amp; Mengensysteme</li> <li>• Maße (Existenz und Eindeutigkeit von Fortsetzungen)</li> <li>• Konstruktion des Lebesgue-Maßes und Nullmengen</li> </ul> <p>Integrationstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration über Maße und messbare Funktionen</li> <li>• Konvergenzsätze</li> <li>• Lebesgue- und Lebesgue-Stieltjes-Integrale, Lebesgue-Räume <math>L^p</math> und Vergleich mit dem Riemann-Integral</li> <li>• Bildmaße, Produktmaße und Integration nach einem Produktmaß</li> <li>• Transformationssätze</li> <li>• Maße mit Dichten und Satz von Radon-Nikodym</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die fundamentalen Begriffe und Prinzipien der allgemeinen Maß- und Integrationstheorie</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der der allgemeinen Maß- und Integrationstheorie.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen der der allgemeinen Maß- und Integrationstheorie. Sie können mit den zentralen Begriffen der Maß- und Integrationstheorie korrekt und zielgerichtet mathematisch argumentieren. Insbesondere können Sie die Theorie anwenden auf Fragestellung der Stochastik und Funktionalanalysis.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 3 SWS Vorlesung +1 SWS Übung
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Maß- und Integrationstheorie (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Gute Kenntnisse der Analysis, Linearen Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie aus Grundkursen in Analysis, Linearer Algebra und Stochastik (aus einem Bachelor-Studiengang)
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Elstrodt: Maß- und Integrationstheorie, Springer Verlag</li><li>• H. Bauer: Maß- und Integrationstheorie, Walter de Gruyter</li><li>• K.D. Schmidt: Maß und Wahrscheinlichkeit, Springer Verlag</li><li>• H. Bauer: Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer Verlag</li><li>• D. Werner: Einführung in die Höhere Analysis, Springer Verlag</li><li>• H. Amann, J. Escher: Analysis III. Birkhäuser.</li><li>• W. Rudin: Real and Complex Analysis, McGraw-Hill</li><li>• P. Billingsley: Probability and Measure, Springer</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Partielle Differentialgleichungen Partial Differential Equations
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> PDGL
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht / Alternativ
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Partielle Differentialgleichungen
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 (2 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Romana Piat
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung, Motivation: Anwendungsbereiche der partiellen Differentialgleichungen</li> <li>• Lineare und quasilineare partielle Dgl. erster Ordnung</li> <li>• Charakteristikenmethode</li> <li>• Cauchysches Anfangswertproblem</li> <li>• Partielle Dgl. zweiter Ordnung, Klassifikation, Normalform</li> <li>• Diffusionen und Wellen auf der ganzen Achse (eindimensionale Diffusions- und Wellengleichung)</li> <li>• Laplace- und Poissongleichung</li> <li>• Black-Scholes-Gleichung</li> <li>• Anfangs-, und Randbedingungen</li> <li>• Trennung der Veränderlichen, Fouriersche Methode, Fouriersche Integraltransformation</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden können partielle Differentialgleichungen klassifizieren und kennen die wichtigsten Lösungsmethoden</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können anwendungsorientierte Problemstellungen analysieren und passende Lösungsmethoden vorschlagen</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden sind in der Lage geeignete Lösungsmethoden auszuwählen, anzuwenden und die Ergebnisse in den ingenieurwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS, Vorlesung mit integrierten Übungen Eingesetzte Medien: Tafel, Beamer
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)



<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Partielle Differentialgleichungen (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundkurs über gewöhnliche Differentialgleichungen
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Finite Methoden
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript,</li><li>• L. C. Evans. Partial Differential Equations, volume 19 of Graduate Studies in Mathematics. AMS, Providence, 2010</li><li>• E. Meister, Partielle Differentialgleichungen. Akademie-Verlag 1996</li><li>• Vladimir I. Arnold, T. Damm, Vorlesungen über partielle Differentialgleichungen, Springer, 2004.</li><li>• Ben Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013.</li><li>• W. Strampp, Ausgewählte Kapitel der Höheren Mathematik: Vektoranalysis, Spezielle Funktionen, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2014.</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Zeitreihenanalyse Time Series Analysis
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ZRA
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht / Alternativ
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Zeitreihenanalyse
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 (2 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christoph Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deskriptive Ansätze</li> <li>• Modellierung von Trends und Saisonalitäten</li> <li>• Stationarität, ARIMA-Modelle</li> <li>• Fortgeschrittene Methoden und Modelle</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen zentrale Ansätze zur Beschreibung und Modellierung von Zeitreihen kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können Zeitreihen adäquat analysieren, indem Sie die Modelle, die sie in der Veranstaltung kennenlernen, anwenden.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können unter Berücksichtigung der entsprechenden Voraussetzungen geeignete zeitreihenanalytische Modelle für praktische Fragestellungen auswählen, anwenden, und die Ergebnisse interpretieren, insbesondere für Prognosezwecke.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung und Übung bzw. Laborpraktikum. Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitreihenanalyse (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Das erfolgreiche Lösen von Übungsaufgaben kann angerechnet werden. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.</p>

<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse im statistischer Modellierung, insbesondere im Schätzen, Testen und in der Theorie und Anwendung linearer Regressionsmodelle
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Nützlich für den Bereich Technomathematik, Voraussetzung für vertiefende Veranstaltungen im Bereich Finanzmathematik: Advanced Asset Pricing, Quantifying Financial Instability, Risikomanagement.
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• P.J. Brockwell &amp; R.A. Davis: Introduction to Time Series and Forecasting, Springer</li><li>• C. Chatfield: The Analysis of Time Series, Chapman &amp; Hall</li><li>• Tsay, Ruey S. Analysis of Financial Time Series. Vol. 543. John Wiley &amp; Sons, 2005</li><li>• Robert H Shumway and David S Stoffer. Time Series Analysis and Its Applications: with R Examples. Springer Science &amp; Business Media, 2010</li><li>• TR. Schlittgen &amp; B.H.J. Streitberg: Zeitreihenanalyse</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Statistische Datenanalyse Statistical Data Analysis
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SDA
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Statistische Datenanalyse
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2 (1 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen aus der linearen Algebra</li> <li>• Multiple lineare Regression</li> <li>• ANOVA</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse</li> <li>• Faktorenanalyse</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Clusteranalyse</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die wichtigsten klassischen Verfahren der multivariaten Statistik, die das Fundament des Machine Learning bildet und somit zu den unverzichtbaren Werkzeugen von Data Scientists gehört. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren steht. Sie lernen diese Werkzeuge in den für Data Scientists charakteristischen Anwendungsbereichen – Modellierung, Analyse und Prognose (predictive analytics) – kennen</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten, indem Sie reale Daten mit den erlernten Verfahren der multivariaten Statistik analysieren. Dazu verwenden sie eine geeignete professionelle Software. Sie können die praktische Umsetzung ihrer Analyse angemessen präsentieren und kommunizieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen der multivariaten Statistik. Sie kennen die Stärken, Schwächen und Grenzen der jeweiligen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen die technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Rechner-Praktikum in Gruppen
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Statistische Datenanalyse (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Sommersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lattin, Carroll, Green: Analyzing Multivariate Data</li><li>• Johnson, Wichern: Applied Multivariate Statistical Analysis</li><li>• Backhaus, Erichson, Plinke, Weiber: Multivariate Analysemethoden</li><li>• Backhaus, Erichson, Weiber: Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden</li><li>• Affifi, Clark, May: Computer-Aided Multivariate Analysis</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Stochastische Prozesse Stochastic Processes
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Stochastische Prozesse
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2 (3 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Horst Zisgen, Christoph Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneuerungstheorie</li> <li>• Markovketten in diskreter Zeit</li> <li>• Markovketten in stetiger Zeit</li> <li>• Martingale</li> <li>• Wiener Prozess</li> <li>• Anwendungen, z.B. aus dem Bereichen Operations Research, Finanzmathematik oder Technik</li> <li>• Weitere aktuelle Themen nach Vorgabe des jeweiligen Dozenten</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden lernen die wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge der stochastischen Prozesse und deren wichtigsten Vertreter kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden können zufällige, zeitabhängige Prozesse modellieren und kennen die Voraussetzungen für die Anwendungen der jeweiligen Methoden.</p> <p><u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden können unter Berücksichtigung von den entsprechenden Voraussetzungen und geeignete theoretische Modelle der Stochastischen Prozesse für praktische Fragestellungen auswählen und auf diese anwenden sowie die Modellergebnisse adäquat interpretieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit integrierten Übungen
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Bearbeitung (inklusive Abnahme) von Übungs- und Praktikumsaufgaben Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Stochastische Prozesse (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Maß- und Integrationstheorie
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Sommersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Verwendbar in den Schwerpunkten Finanzmathematik, Versicherungsmathematik, Technik und OR und Stochastik für Management und Industrie
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• E. Cinlar: Introduction to stochastic processes. Prentice-Hall</li><li>• S. Karlin &amp; H.M. Taylor: A first course in stochastic processes. Academic Press</li><li>• S. Karlin, &amp; H.M. Taylor: A second course in stochastic processes. Academic Press</li><li>• S.M. Ross: Stochastic Processes . Wiley</li><li>• S. I. Resnick: Adventures in Stochastic Processes, Birkhäuser</li><li>• Jean Jacod and Philip Protter. Probability Essentials. Springer</li><li>• I. Karatzas and S. E. Shreve. Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer</li><li>• Oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Nichtlineare und Stochastische Methoden des OR Operations Research: Nonlinear and Stochastic Methods
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ORNLS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Nichtlineare und Stochastische Methoden des OR
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 3 (2 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Horst Zisgen
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Optimierung (NLP)</li> <li>• weitere Themenschwerpunkte nach Vorgabe des jeweiligen Dozenten aus der Liste: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dynamische Optimierung und Markovsche Entscheidungsprozesse</li> <li>○ Stochastische Suchverfahren</li> <li>○ Warteschlangentheorie</li> <li>○ Simulation und Optimierung</li> <li>○ Spiel- und Entscheidungstheorie</li> <li>○ Kombinatorische Optimierung</li> <li>○ Neuere Entwicklungen</li> <li>○ Bearbeitung praktischer Fragestellungen mit einem professionellen SW-Tool</li> <li>○ Weitere aktuelle Themen nach Vorgabe des jeweiligen Dozenten</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen, über die einfachen linearen und ganzzahligen Optimierungsverfahren hinausgehende, Methoden und Algorithmen des OR kennen, die die Modellierung nichtlinearer und stochastischer Modelle ermöglichen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können komplexe Modelle unter der Berücksichtigung nichtlinearer Zusammenhänge oder stochastischer Einflüsse erstellen und algorithmisch lösen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können unter Berücksichtigung von den entsprechenden Voraussetzungen geeignete nichtlineare oder stochastische Modelle des OR für praktische Fragestellungen auswählen und adäquate Modelle zur Problemlösung erstellen. Diese Modelle können sie darüber hinaus noch in einem professionellen SW-Tool umsetzen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit integrierten Übungen



<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OR: Nichtlineare und Stochastische Methoden (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Stochastik, Numerik, Statistik, ggf. Simulation und OR-Grundlagen-Kurse</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Verwendbar in den Schwerpunkten Finanzmathematik, Versicherungsmathematik, Technik und OR und Stochastik für Management und Industrie</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bazaraa/Sherali/Shetty: Nonlinear Programming, Wiley</li> <li>• Jarre, Stoer: Optimierung, Springer</li> <li>• Alt: Nichtlineare Optimierung, Vieweg</li> <li>• Neumann/Morlock: Operations Research, Hanser</li> <li>• Nickel/Stein/Waldmann: Operations Research, Springer</li> <li>• S.M. Ross: Applied Probability Models with Optimization Applications</li> <li>• Tijms: Stochastic Models – An Algorithmic Approach, Wiley</li> <li>• K. Neumann: Operations Research Verfahren, Band 2, Hanser</li> <li>• M. Fu (ed.): Handbook of Simulation Optimization, Springer</li> </ul> <p>oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</p>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Funktionalanalysis Functional Analysis
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FA
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Funktionalanalysis
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 3 (2 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Fischer
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• normierte, metrische und topologische Räume</li> <li>• beschränkte Operatoren</li> <li>• Vollständigkeit</li> <li>• Banachscher Fixpunktsatz</li> <li>• Hauptsätze (Satz von Hahn-Banach, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Satz von der offenen Abbildung, Satz vom abgeschlossenen Graphen)</li> <li>• Spektraltheorie</li> <li>• Hilberträume</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die Grundlagen der vollständigen Räume, insbesondere der Banach- und Hilberträume und wissen um deren Nutzen für andere Bereiche der Mathematik.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können die Banachraumtheorie auf verschiedene Fragestellungen innerhalb der Mathematik anwenden.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zu entscheiden, ob bei konkreten Problemstellungen ggf. Verfahren aus der Banachraumtheorie zur Lösung beitragen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit integrierter Übung Eingesetzte Medien: Tafel, Overhead-Projektor, Beamer
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 min)  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Heuser: Funktionalanalysis, Vieweg+Teubner</li><li>• Kreyszig: Introductory Functional Analysis with Applications, John Wiley &amp; Sons</li><li>• Werner: Funktionalanalysis, Springer</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Management, Arbeitsorganisation und Personalführung Management, Organisation of Work and Human Resources Management
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MAP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Management, Arbeitsorganisation und Personalführung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 (2 bei Studienbeginn im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Carsten Wirth
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management-Funktionen und Management-Methoden</li> <li>• Organisation: Aufbau-, Prozess- und Arbeitsorganisation</li> <li>• Neuere Theorien des Personal-Managements / Human Resources Managements und der Personal-Führung sowie des Managements von Arbeitsbeziehungen</li> <li>• Kommunikation, Team- und Konfliktmanagement</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb fachlicher Kenntnisse über die Management-Funktionen in Organisationen / Unternehmen</li> <li>• Erwerb von Methodenkompetenzen im Bereich Management und Organisation</li> <li>• Erwerb von Kenntnissen über traditionelle und innovative Formen von Arbeitsorganisation und Arbeitssystemgestaltung und Fähigkeiten zur Gestaltung von Arbeitssystemen</li> <li>• Erwerb von Kenntnissen über neue Formen und Methoden der Personalführung und des Managements von Arbeitsbeziehungen</li> <li>• Erwerb von Schlüsselqualifikationen im Bereich der Personalführung: Kommunikationsfähigkeit, Gesprächsführung, Methoden der Motivierung von Mitarbeiter/inne/n</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit Übungen und Seminaranteilen.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management, Arbeitsorganisation und Personalführung (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.

<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundkenntnisse der Präsentationstechnik und des Wissenschaftlichen Arbeitens
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Steinmann, G. Schreyögg &amp; J. Koch: Management. Grundlagen der Unternehmensführung. Wiesbaden: Gabler, 6. Auflage, 2005</li><li>• H. Binner: Handbuch der prozessorientierten Arbeitsorganisation. München: Hanser, 4. Auflage, 2010</li><li>• F. Malik: Führen, Leisten, Leben: Wirksames Management für eine neue Zeit, Frankfurt: Campus, 2006</li><li>• Chr. Scholz: Personalmanagement: Informationsorientierte und verhaltenstheoretische Grundlagen, München: Vahlen, 2011</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Projektseminar 1 bzw. 2 Project Seminar 1 / 2
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ProjSem1 bzw. ProjSem2
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Projektseminar 1 bzw. Projektseminar 2
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1-3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christine Bach
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> je nach Themenbereich des Projektseminars Die Bearbeitung der Inhalte wird hierbei nach Bekanntgabe der/s Dozent/in in Form eines Seminars (d.h. in Form mehrerer Vorträge zu einem übergeordneten Thema) oder in Form eines Projektes (d.h. in Form selbstorganisierter, arbeitsteiliger Bearbeitung eines vorgegebenen Themas) durch die Studierenden organisiert.
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Je nach Thema  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit, sich effektiv in ein vorgegebenes Anwendungsfeld der Mathematik einzuarbeiten sowie gegebenenfalls anderen TeilnehmerInnen zuzuarbeiten und umgekehrt deren Ergebnisse und Lösungen zu nutzen.  <u>Kompetenzen:</u> Sie erweitern darüber hinaus ihre Kompetenz der Präsentation von Resultaten, die sich an ein zwar mathematisch vorgebildetes, aber nicht notwendigerweise mit den unmittelbaren Inhalten der Themenstellung vertrautes Publikum richtet.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Projekt- oder Seminararbeit und Präsentation unter Zuhilfenahme geeigneter Medien
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Anwesenheit zu den vorab bekannt gegebenen Präsenzterminen  Abgabe einer schriftlichen Ausarbeitung, Präsentation der Arbeitsergebnisse Bewertung der Präsentation, der schriftlichen Ausarbeitung und der Mitarbeit während der Präsenztermine  Das Studienprogramm umfasst im Pflichtbereich zwei Module „Projektseminar“. Hinsichtlich des Bestehens und der Wiederholbarkeit gelten für jedes dieser Module (unabhängig von den konkreten Themen der jeweiligen Veranstaltungen) die allgemeinen Regelungen der BBPO in Verbindung mit den ABPO.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> abhängig vom Thema des Projektseminars, werden bei Themenvorstellung bekannt gegeben.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> jeweils einsemestrige Veranstaltung (Projektseminar 1 und 2) Angebot im Winter- und Sommersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Modul zum Aufbau von Kenntnissen und Erfahrungen in einem Spezialgebiet
<b>11</b>	<b>Literatur</b> abhängig vom Thema des Projektseminars

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mastermodul Master Thesis
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MA
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mastermodul
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 4
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prüfungsausschuss Masterstudiengang Angewandte Mathematik
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Masterarbeit, Kolloquium zur Masterarbeit Die Masterarbeit ist eine betreute wissenschaftliche Arbeit, die zumeist in Industrie, Wirtschaft, in Instituten oder Forschungseinrichtungen durchgeführt wird. Typische Aufgabenstellungen einer Masterarbeit sind Anwendung und Weiterentwicklung von während des Studiums erlernten Methoden in Bezug auf neue oder erweiterte Problemfelder der mathematischen Anwendungsgebiete.  Das Mastermodul schließt mit einem Kolloquium ab.
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Die Masterstudierenden sind in der Lage, ein an wissenschaftlichen Fragestellungen orientiertes, in der Regel anwendungsbezogenes Thema aus dem Bereich der Angewandten Mathematik selbständig und unter Anwendung aktueller wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten. Sie können die erzielten Ergebnisse unter Beachtung der üblichen Anforderung an eine wissenschaftliche Ausarbeitung zusammenfassen und präzise darstellen. Es sollen Stand und Grenzen des gegenwärtigen Wissens kennengelernt und dargelegt werden.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> entfällt
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 30 CP 6 Monate Bearbeitungszeit für die Masterarbeit Vortrag von etwa 30 Minuten Dauer, anschließendes Kolloquium
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung Vorstellung der Masterarbeit in einem Vortrag von etwa 30 Minuten Dauer, anschließendes Kolloquium Zulassung zum Mastermodul gemäß BBPO §12 (2) Themenausgabe nach Absprache bei Erfüllung der Zulassungsvoraussetzungen
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Die Zulassung zum Mastermodul regelt die BBPO §12 (2).



<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> je nach Themenstellung

# Wahlpflichtmodule

Catalog of elective modules

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Derivate Derivatives
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DER
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Derivate
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christoph Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivate (insbesondere Optionen und Futures)</li> <li>• Zeitdiskrete stochastische Finanzmarktmodelle zur Bewertung von Finanzderivaten</li> <li>• Itô-Prozesse, Itô-Integrale und stochastische Differentialgleichungen</li> <li>• Zeitstetige Bewertungsmodelle, insbesondere das Black-Scholes-Modell</li> <li>• Allgemeines Bewertungsprinzip, Hedging und Arbitrage</li> <li>• Arbitragefreiheit und das äquivalente Martingalmaß; selbstfinanzierende Handelsstrategien</li> <li>• Eine Auswahl weiterer Optionen und Modelle</li> <li>• Übungen, u.a. in R</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen ausgewählte, fortgeschrittene Verfahren der Finanzmathematik zur Bewertung von Derivaten kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können Preise von Derivaten mit dem allgemeinen Bewertungsansatz bestimmen, indem Sie die Modelle anwenden, die sie in der Veranstaltung kennenlernen. Die Studierenden können das allgemeine Bewertungsprinzip auf die Bewertung und das Hedging neuer Optionen anwenden und beherrschen den Financial Calculus.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können unter Berücksichtigung der entsprechenden Voraussetzungen geeignete finanzmathematische Modelle zur Bewertung von Derivaten auswählen und diese anwenden sowie die Ergebnisse adäquat interpretieren. Im Vergleich zu themenverwandten Bachelorveranstaltungen wird in dieser Lehrveranstaltung verstärkt Wert auf die theoretisch mathematischen Grundlagen gelegt. Befähigung zu einer Masterarbeit auf dem Gebiet der Finanzmathematik.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung und Übung bzw. Laborpraktikum. Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Derivate (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Das erfolgreiche Lösen von Übungsaufgaben kann angerechnet werden. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Maß- und Integrationstheorie, Stochastische Prozesse
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Sehr gute Ergänzung zu Quantifying Financial Instability und Advanced Asset Pricing.
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J.C. Hull: Options, Futures and Other Derivatives, Prentice Hall;</li><li>• S.E. Shreve. Stochastic Calculus for Finance II. Springer Berlin, 2004</li><li>• Jean Jacod and Philip Protter. Probability Essentials. Springer Science &amp; Business Media, 2004</li><li>• I. Karatzas and S. E. Shreve. Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer Verlag Berlin, 1988</li><li>• B. Øksendal. Stochastic Differential Equations. Springer Berlin, 1995</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Ausgewählte Themen der Finanzmathematik Advanced Topics in Financial Mathematics
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ATFM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Ausgewählte Themen der Finanzmathematik
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christoph Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Es wird eine Auswahl vertiefender Methoden zur Bewertung von Derivaten oder zur Risikomessung in Finanzmärkten gemäß Bekanntgabe durch den Dozenten dargestellt und erarbeitet (wie beispielsweise Methoden zur Volatilitätsmodellierung in der Derivatebewertung, Systemrisikomessung, Frühwarnsysteme etc.).
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen ausgewählte, fortgeschrittene Verfahren zur Bewertung von Finanzaktiva oder Risiken im Finanzsystem gemäß Auswahl des Dozenten in einem Spezialgebiet der Finanzmathematik kennen.  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können den Preis von Finanzaktiva mit einem allgemeinen Bewertungsmodell bestimmen, indem Sie die Methoden anwenden, die sie in der Veranstaltung kennenlernen.  <u>Kompetenzen:</u> Die Veranstaltung befähigt zur Lektüre von Spezialliteratur und dient als Ausgangspunkt für weiterführende, vertiefende Studien in aktuellen Spezialgebieten der Finanzmathematik.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung und Übung bzw. Laborpraktikum. Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Advanced Topics in Financial Mathematics (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Das erfolgreiche Lösen von Übungsaufgaben kann angerechnet werden.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Gemäß Auswahl des Schwerpunktes Durch den/die DozentInnen, der/die diese zu Beginn der Veranstaltung bekannt gibt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Gemäß Auswahl des Schwerpunktes Durch den/die DozentInnen, der/die diese zu Beginn der Veranstaltung bekannt gibt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Literatur gemäß Auswahl des Schwerpunktes durch den/die DozentInnen, der/die diese zu Beginn der Veranstaltung bekannt gibt.

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Advanced Asset Pricing
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> AAP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Advanced Asset Pricing
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christoph Becker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur modernen Asset Pricing-Theorie mit Fokus auf <ul style="list-style-type: none"> <li>○ empirischen Fakten und</li> <li>○ mathematischen Modellen.</li> </ul> </li> <li>• Stochastische Diskontfaktoren</li> <li>• Allgemeines Bewertungsprinzip (Fundamental Theorem of Asset Pricing)</li> <li>• Factor Pricing Models (CAPM, ICAPM, APT)</li> <li>• Return Predictability</li> <li>• Übungen in R</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen ausgewählte, fortgeschrittene Verfahren der modernen Asset Pricing-Theorie und wichtige empirische Fakten über das Verhalten von Asset-Preisen kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können den Preis von Finanzaktiva mit einem allgemeinen Bewertungsmodell bestimmen indem Sie die Methoden, die sie in der Veranstaltung kennenlernen, anwenden.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können unter Berücksichtigung der entsprechenden Voraussetzungen geeignete finanzmathematische Modelle gemäß der allgemeinen Bewertungstheorie und ihrer Kenntnis des empirischen Verhaltens von Assetpreisen für praktische Fragestellungen auswählen und diese anwenden sowie die Ergebnisse hinsichtlich Risiko und Rendite adäquat interpretieren. Die Veranstaltung befähigt u.a. zur Lektüre von Spezialliteratur und zur Anfertigung einer Masterarbeit auf dem Gebiet des Asset Pricing.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>Vorlesung und Übung bzw. Laborpraktikum. Eingesetzte Medien: Tafel und Beamer.</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b></p> <p>5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Advanced Asset Pricing (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Das erfolgreiche Lösen von Übungsaufgaben kann angerechnet werden.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundkenntnisse der Finanzmathematik und der Stochastik, Lineare Regression, Zeitreihenanalyse, Derivate
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Sehr gute Ergänzung zu Quantifying Financial Instability und Derivate.
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Cochrane, Asset Pricing, Princeton University Press, 2005.</li><li>• Z. Bodie, A. Kane, A.J. Marcus, Investments and Portfolio Management, Mc-Graw Hill, 2010</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Corporate Finance und Controlling
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> CFC
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Corporate Finance und Controlling
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Thümmel
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionsrechnung und Finanzierungsmethoden</li> <li>• Bilanzierung, Gewinn- und Verlustrechnung, Finanzmittelflussrechnung</li> <li>• Prognose und Budgetierung: direkt und mittels Kennzahlen anhand von ökonomischen Zeitreihen</li> <li>• Unternehmensbewertung</li> <li>• Die Fallstudien in den Praktika werden mit Hilfe eines geeigneten, marktrelevanten Tools und praxisnahem Datenmaterial durchgeführt.</li> <li>• Wahlweise zusätzlich noch folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corporate Hedging</li> <li>• Steuern</li> <li>• Geschäftsmodellanalysen und Innovationsmanagement</li> <li>• Automatische Bilanzanalyse, z.B. für Fraud Protection</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Theoretische und praktische Kenntnisse über mathematisch durchdrungene Theorien und Wissen über deren Stärken und Schwächen  <u>Fertigkeiten:</u> Unternehmerisches Denken über Finanzierung und den Betrieb von Geschäftsmodellen insb. im Hinblick auf Risiken und Chancen betriebswirtschaftlicher Ansätze  <u>Kompetenzen:</u> Analysen und Interpretationen für betriebliche Elemente und Situationen
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS, Vorlesung mit integrierten Praktika
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Corporate Finance und Controlling (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundkenntnisse der Betriebswirtschaftslehre, der Finanzmathematik und der Statistik, Kenntnisse zu Stochastischen Prozessen
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• P.L. Bossaerts &amp; B.A. Oedegaard: Lectures on Corporate Finance, Singapore University Press, 2000.</li><li>• W.E. Eayrs, D. Ernst &amp; S. Prexl: Corporate-Finance-Training, 2. Auflage, Schäffer-Poeschel, 2011</li><li>• A. Ziegler: A Game Theory Analysis of Options</li></ul> Ggf. Vorlesungsskripte der Dozenten

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fortgeschrittene Methoden der Personenversicherung Life Insurance: Theoretical Foundations and Pensions
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> PV-II
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fortgeschrittene Methoden der Personenversicherung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christine Bach
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen (Wiederholung aus Lebensversicherungsmathematik und Stochastik)</li> <li>• Stochastische Modelle und Rechnungsgrundlagen in der Personenversicherung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grundlagen</li> <li>○ Erfüllungsbetrag und versicherungsmathematische Bewertung einer Verpflichtung</li> <li>○ Sterbetafeln</li> </ul> </li> <li>• Pensionsversicherung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grundlagen</li> <li>○ Bevölkerungsmodell der Richttafeln und Ausscheideordnungen</li> <li>○ Kommutations- und Barwerte</li> <li>○ Rückstellungen und Teilwert</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Kenntnisse der stochastischen Modellierung von Verpflichtungen aus Versicherungsverträgen. Kenntnisse der Methoden zur Erstellung von Sterbetafeln inklusive der speziellen Aspekte der Erstellung von Sterbetafeln für Versicherungen. Kenntnisse von Gegenstand und versicherungsmathematischen Methoden der Pensionsversicherungsmathematik.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Erstellung von Sterbetafeln anhand vorgegebener Daten. Bewertung unsicherer Verpflichtungen. Bewertung von Direktzusagen der betrieblichen Altersversorgung mit den Methoden der Pensionsversicherungsmathematik.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Auswahl geeigneter Rechnungsgrundlagen zur Bewertung von Verpflichtungen. Umsetzen von Leistungszusagen in mathematische Formeln. Urteilsfähigkeit im Hinblick auf sachgemäße Verwendung von Rechnungsgrundlagen und Regeln zur Überschussbeteiligung.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4SWS Vorlesung mit integrierter Übung Medien: Overhead-Projektor, Beamer, Tafel, PC

<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Bearbeitung (inklusive Abnahme) von Übungs- und Praktikumsaufgaben Prüfung: Klausur 90 Minuten Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse der Kalkulationsmethoden der Lebensversicherung, Stochastik, Finanzmathematik
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Führer/Grimmer, Einführung in die Lebensversicherungsmathematik, Verlag Versicherungswirtschaft</li><li>• Gerber, Life Insurance Mathematics, Springer</li><li>• Koller, Stochastische Modelle in der Lebensversicherung, Springer</li><li>• Milbrodt, Aktuarielle Methoden der deutschen privaten Krankenversicherung, Verlag Versicherungswirtschaft</li><li>• Neuburger, Mathematik und Technik betrieblicher Pensionszusagen, Verlag Versicherungswirtschaft</li><li>• ggf. Skripte und sonstige Unterlagen zur Vorlesung</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Schadenversicherungsmathematik 1 Indemnity Insurance 1
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SV1
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Schadenversicherungsmathematik 1
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, insbesondere individuelles und kollektives Modell</li> <li>• Prämienkalkulation</li> <li>• Risikoteilung</li> <li>• Schadenreservierung inklusive stochastischer Ansätze</li> <li>• Verfahren zur Berücksichtigung von Großschäden</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die fundamentalen Begriffe und Verfahren der Schadenversicherungsmathematik. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren und Ergebnissen steht.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen Ihre Fertigkeiten, indem sie die erlernten Modelle und Verfahren der Schadenversicherungsmathematik auf praktische Beispiele anwenden. Dazu verwenden sie geeignete professionelle Software.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen der Schadenversicherung. Sie kennen Stärken, Schwächen und Grenzen der verschiedenen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen deren technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse Ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung + 2 SWS Übung/Praktikum
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

6	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b></p> <p>Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadenversicherungsmathematik 1 (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>
7	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b></p> <p>entfällt</p>
8	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b></p> <p>Stochastik</p>
9	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b></p> <p>entfällt</p>
10	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b></p> <p>entfällt</p>
11	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cottin &amp; Döhler: Risikoanalyse</li> <li>• Goelden et al., Schadenversicherungsmathematik</li> <li>• Kaas et al.: Modern Actuarial Risk Theory</li> <li>• Klugman &amp; Panjer &amp; Willmot: Loss Models</li> <li>• Mack: Schadenversicherungsmathematik</li> <li>• Schmidt: Versicherungsmathematik</li> <li>• Oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Schadenversicherungsmathematik 2 Indemnity Insurance 2
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SV2
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Schadenversicherungsmathematik 2
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Eine Auswahl aus folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Credibility-Theorie</li> <li>• Ruintheorie</li> <li>• Extremwertmodelle</li> <li>• Mikroökonomische Modelle mit Anwendungen (Probit-, Tobit- und Verweildauermodelle)</li> <li>• Abhängigkeitsmodellierung</li> <li>• Stochastischer Vergleich von Risikomodellen</li> <li>• Verallgemeinerte lineare Modelle</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen und vertiefen ihre Kenntnisse der Begriffe und Verfahren der Schadenversicherungsmathematik. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren und Ergebnissen steht.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen Ihre Fertigkeiten, indem sie die erlernten Modelle und Verfahren der Schadenversicherungsmathematik auf praktische Beispiele anwenden. Dazu verwenden sie geeignete professionelle Software.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen der Schadenversicherung. Sie kennen Stärken, Schwächen und Grenzen der verschiedenen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen deren technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse Ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung + 2 SWS Übung/Praktikum
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b></p> <p>Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadenversicherungsmathematik 2 (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß § 12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß § 10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b></p> <p>entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b></p> <p>entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b></p> <p>entfällt</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b></p> <p>entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cottin &amp; Döhler: Risikoanalyse</li> <li>• Denuit et al.: Actuarial Theory for dependent risks</li> <li>• Goelden et al., Schadenversicherungsmathematik</li> <li>• Kaas et al.: Modern Actuarial Risk Theory</li> <li>• Klugman &amp; Panjer &amp; Willmot: Loss Models</li> <li>• Mack: Schadenversicherungsmathematik</li> <li>• Mikosch: Non-Life Insurance Mathematics</li> <li>• Embrechts &amp; Klüppelberg &amp; Mikosch: Modelling Extremal Events - for Insurance and Finance</li> <li>• Schmidt: Versicherungsmathematik</li> <li>• Oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</li> </ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Projektion und Simulation für Versicherungsverträge Projection and Simulation of Insurance Contracts
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SimV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Projektion und Simulation für Versicherungsverträge
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Christine Bach
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen / Wiederholung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prämien und Deckungsrückstellung</li> <li>○ Bilanz und GuV,</li> <li>○ Überschussbeteiligung</li> </ul> </li> <li>• Modellierung, Projektion und Simulation von Zahlungsverpflichtungen und Erträgen aus Versicherungsverträgen</li> <li>• Überblick über mögliche Anwendungsgebiete, u.a. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sicherheitszuschläge und Ruinwahrscheinlichkeit</li> <li>○ Embedded Value</li> <li>○ Solvency II</li> <li>○ Asset Liability Management und Dynamic Financial Analysis</li> </ul> </li> <li>• Vertiefte Behandlung und praktische Bearbeitung von Beispielen aus wenigstens zweien der Anwendungsgebiete</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Kenntnis von Methoden zur Prämienkalkulation in Versicherungsunternehmen, Kenntnisse der wichtigsten Bilanz- und GuV-Positionen eines Versicherungsunternehmens, Kenntnis der Funktion und des Mechanismus der Rückstellung für Beitragsrückerstattung in Lebens- und Krankenversicherungsunternehmen, Kenntnis von Methoden zur Projektion der Entwicklung von Versicherungsbeständen. Kenntnis von Simulationsmethoden zur Bewertung von Versicherungsbeständen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Projektion der zeitlichen Entwicklung von Verpflichtungen und Erträgen von Versicherungsverträgen und -beständen, <b>Erstellen geeigneter Simulationsszenarien, Berechnung relevanter Kenngrößen der genannten Anwendungen unter Verwendung der Projektions- und Simulationsergebnisse.</b></p> <p><u>Kompetenzen:</u> Fähigkeit zur Durchführung praktischer Berechnungen zur Bewertung von Versicherungsbeständen. Abschätzung des Wertes und des inhärenten Risikos von Versicherungsbeständen. Fähigkeit, sich schnell in branchen- und / oder unternehmensspezifische Dokumentationen zu den behandelten Themen einzuarbeiten.</p>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4SWS Vorlesung mit integrierter Übung Medien: Overhead-Projektor, Beamer, Tafel, PC
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Bearbeitung (inklusive Abnahme) von Übungs- und Praktikumsaufgaben Prüfung: Klausur 90 Minuten Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse der Kalkulationsmethoden der Lebensversicherung, Stochastik, Finanzmathematik
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsche Aktuarvereinigung, Arbeitsgruppe Embedded Value, Embedded Value / Market Consistent Embedded Value</li> <li>• Deutsche Aktuarvereinigung, Ausschuss Lebensversicherung, Stochastisches Unternehmensmodell für deutsche Lebensversicherungen, Verlag Versicherungswirtschaft</li> <li>• Führer, Asset-Liability-Management in der Lebensversicherung, Verlag Versicherungswirtschaft</li> <li>• Kaufmann et. al., Introduction to Dynamic Financial Analysis, ASTIN-Bulletin</li> <li>• Mikosch, Non-Life-Insurance Mathematics: An Introduction with Stochastic Processes, Springer</li> <li>• ggf. Skripte und sonstige Unterlagen zur Vorlesung</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Data Mining 1 Machine Learning 1
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DataMin1
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Data Mining 1
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Philosophie des Data Mining – Analyse großer Datenbestände. Praktische Umsetzung. Fallstudien</li> <li>• Modellbildung</li> <li>• Effektiver Einsatz von stat. Methoden des Data Mining bei DM-Projekten, wie z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Multiple Lineare Regression</li> <li>○ Logistische Regression</li> <li>○ Diskriminanzanalyse</li> <li>○ Entscheidungsbäume (CART u.a.)</li> <li>○ Neuronale Netze</li> <li>○ Neuere Methoden: MARS, Trees &amp; Forests</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Verständnis der Philosophie des Data Mining Ansatzes und typischer Anwendungsfelder. Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Entwicklung und Auswahl von Modellen. Kenntnis und Verstehen wesentlicher Data Mining Methoden. Vertiefende Kenntnis der statistischen Modelle hinter typischen Data Mining Projekten. Sie kennen die Anwendungsgrenzen bzw. Voraussetzungen der jeweiligen Methoden.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können Verfahren des Data Mining auf praktische Beispiele anwenden. Sie können passende Modelle entwickeln bzw. auswählen. Sie beherrschen ein professionelles Tool zur Lösung praktischer Probleme.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können in der Praxis adäquate Verfahren auswählen bzw. weiterentwickeln. Sie können Projekte software-technisch durchführen und die Ergebnisse sachgemäß interpretieren. Sie können die Voraussetzungen der Methoden eigenständig prüfen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Rechner-Praktikum in Gruppen
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Data Mining 1 (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Sommersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Backhaus, Erichson, Plinke, Weiber: Multivariate Analysemethoden, Springer</li><li>• Backhaus, Erichson, Weiber: Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden, Springer</li><li>• Pruscha: Statistisches Methodenbuch</li><li>• Bozdogan (Ed.): Statistical Data Mining &amp; Knowledge Discovery, Chapman &amp; Hall</li><li>• Dunham: Data Mining: Introductory and Advanced Topics, Pearson</li><li>• Gareth et al.: An Introduction to Statistical Learning, Springer</li><li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning. Springer</li><li>• Pyle: Business Modeling and Data Mining, Morgan Kaufmann</li><li>• Witten: Data Mining, Hanser</li><li>• Witten, Frank, Hall: Data Mining – Practical Machine Learning Tools, Witten et al, Morgan Kaufmann</li><li>• Von den Dozenten bereitgestelltes Material</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Data Mining 2 Machine Learning 2
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DataMin2
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Data Mining 2 Machine Learning 2
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagging und Boosting</li> <li>• Random Forests</li> <li>• Kernel Methoden, Support Vector Machines</li> <li>• Generalized additive Models</li> <li>• Ensemble Methoden</li> <li>• Mischungsmodelle und EM-Algorithmus</li> <li>• Hidden Markov models</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen fortgeschrittene Methoden des Data Mining, die zu den wichtigen Werkzeugen von Data Scientists gehören. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren steht. Sie lernen diese Werkzeuge in den für Data Scientists charakteristischen Anwendungsbereichen kennen, d.h. in der Modellierung, Analyse und Prognose (predictive analytics).</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten, indem Sie die erlernten Methoden mittels einer geeigneten professionellen Software auf reale Daten anwenden. Sie können die praktische Umsetzung angemessen präsentieren und kommunizieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen der verschiedenen Verfahren. Sie kennen die Stärken, Schwächen und Grenzen der jeweiligen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen die technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminaristischer Unterricht ggf. mit praktischen Übungen am Rechner.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Data Mining 2 (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Empfohlen werden die Module „Multivariate Statistik“ und „Data Mining 1“.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Abu-Mostafa et al.: Learning from data</li><li>• Gareth et al.: An Introduction to Statistical Learning</li><li>• Gentle: Elements of Computational Statistics.</li><li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning.</li><li>• Kuhn: Applied Predictive Modeling</li><li>• Schapire, Freund: Boosting: Foundations and Algorithms</li><li>• Shalev-Shwartz: Understanding Machine Learning</li><li>• Zhou: Ensemble Methods: Foundations and Algorithms.</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Ereigniszeit- und Lebensdauermodelle Event time and lifetime models
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ELM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Ereigniszeit- und Lebensdauermodelle
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Antje Jahn, Horst Zisgen
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ereigniszeiten und Zensierungen</li> <li>• Lebensdauerverteilungen</li> <li>• Themenschwerpunkte nach Vorgabe des jeweiligen Dozenten aus der Liste <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schätzung von Verteilungsfunktionen</li> <li>○ Regressionsmodelle</li> <li>○ Versuchsplanung</li> <li>○ Simulation von Ereigniszeitdaten</li> <li>○ Multivariate Ereigniszeitdaten (konkurrierende Risiken, rekurrente Ereignisse)</li> <li>○ Zuverlässigkeit technischer Systeme</li> <li>○ Beschleunigte Tests</li> <li>○ Anwendungen im Versicherungskontext</li> </ul> </li> <li>• Bearbeitung praktischer Fragestellungen mit statistischer/stochastischer Software</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen wesentliche Begriffe und Verfahren der Ereigniszeitmodelle kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können stochastische bzw. statistische Ereigniszeitmodelle auf praktische Beispiele anwenden. Sie beherrschen ein praktisches Tool zur Umsetzung.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können für praktische Beispiele und Fragestellungen geeignete Methoden auswählen, anwenden und die Ergebnisse interpretieren. Sie kennen die Voraussetzungen und Anwendungen der jeweiligen Methoden.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung + 2 SWS Laborpraktikum
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Biostatistik (schriftliche Klausurprüfung gemäß §12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß §12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kleinbaum, Klein: Survival Analysis</li><li>• Hosmer, Lemeshow, May: Applied Survival Analysis</li><li>• Klein, Moeschberger: Survival Analysis</li><li>• Moore: Applied Survival Analysis Using R</li><li>• Collett: Modelling Survival Data in Medical Research</li><li>• Meeker, Escobar: Statistical methods for reliability data, Wiley</li><li>• Härtler: Statistik für Ausfalldaten, Springer</li><li>• Oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fortgeschrittene Methoden der stochastischen Simulation Advanced Methods of stochastic Simulation
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FMSS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fortgeschrittene Methoden der stochastischen Simulation
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Horst Zisgen, Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugung multivariater Zufallsvariablen</li> <li>• Varianzreduktionstechniken</li> <li>• Markov Chain Monte Carlo Methods</li> <li>• Schätzung von Inputverteilungen</li> <li>• Simulation und Optimierung</li> <li>• Anwendungen, z.B. aus den Bereichen Operations Research, Finanzmathematik oder Technik</li> <li>• Weitere aktuelle Themen nach Vorgabe des jeweiligen Dozenten</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen ausgewählte, fortgeschrittene Verfahren der stochastischen Simulation kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können Prozesse mit Hilfe der kennengelernten Simulationsverfahren modellieren bzw. entsprechende Stichproben mittels Simulation erzeugen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können unter Berücksichtigung von den entsprechenden Voraussetzungen und geeigneten Simulationsverfahren für praktische Fragestellungen auswählen und auf diese anwenden sowie die Simulationsergebnisse adäquat interpretieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit integrierten Übungen
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Fortgeschrittene Methoden der stochastischen Simulation (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12).</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Stochastik, Stochastische Prozesse, Stochastische Simulation (Bachelor)
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Für die Schwerpunkte Finanzmathematik und OR und Stochastik in Management und Industrie
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• S. M. Ross: Simulation, Elsevier</li><li>• S. Asmussen, P.W: Glynn: Stochastic Simulation</li><li>• P. Glasserman: Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer</li><li>• Oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Computerintensive Methoden Computational Statistics
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> CompStat
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Computerintensive Methoden
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Jutta Groos
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationsmethoden</li> <li>• Resampling-Verfahren</li> <li>• Beurteilung der Modellgüte und Reproduzierbarkeit von Ergebnissen</li> <li>• Nichtparametrische Dichteschätzung Komprimierung von hochdimensionalen Daten</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden lernen statistische Methoden jenseits der parametrischen Standard-Verfahren kennen. Sie erfahren, wie man Daten simuliert und in welchen Situationen man die verschiedenen Arten von Simulationen nutzt. Ihnen wird vermittelt, was man unter Resampling versteht und in welchen Situationen welche Verfahren verwendet werden. Sie werden darüber in Kenntnis gesetzt, wie man sich systematisch für ein statistisches Modell entscheidet, dessen Güte beurteilt und die Ergebnisse auf Grundlage des Modells validiert. Ihnen werden parametrischen Methoden vermittelt und alternative nichtparametrische Methoden und deren praktische Umsetzung aber auch deren Grenzen aufgezeigt. Im Falle hochdimensionaler Daten werden Methoden vermittelt die Dimensionen soweit zu reduzieren um bekannte Methoden auf die reduzierten Daten anwenden zu können.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten in einer geeigneten Statistik-Software um die gelehrteten Methoden praktisch umzusetzen. Sie können sich selbständig in ein Thema einlesen und die praktische Umsetzung angemessen präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können sich in der Praxis für geeignete Methoden entscheiden und können diese anwenden. Sie haben Kenntnisse über eventuelle Grenzen oder Schwierigkeiten der einzelnen Methoden.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminaristischer Unterricht ggf. mit praktischen Übungen am Rechner
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Computational Statistics (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Empfohlen werden die Module „Multivariate Statistik“ und „Data Mining 1“
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Sommersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Davidson, Hinkley: Bootstrap Methods and their Application</li><li>• Efron, Tibshirani: An Introduction to the Bootstrap</li><li>• Gareth et al.: An Introduction to Statistical Learning</li><li>• Gentle: Elements of Computational Statistics</li><li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Nichtlineare und nichtparametrische Methoden Nonlinear and nonparametric methods
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> NichtLP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Nichtlineare und nichtparametrische Modelle
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Regression</li> <li>• Modellselektion und Regularisierung</li> <li>• Polynomiale Regression</li> <li>• Basisfunktionen</li> <li>• Regression &amp; Smoothing Splines</li> <li>• Lokale Regression</li> <li>• GAMs Multivariate Regression</li> <li>• MARS</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen wichtige klassische und moderne nichtparametrische und nichtlineare Methoden, die wesentliche Werkzeuge des Machine Learning (Regression, Klassifikation, Dichteschätzung) darstellen. Sie lernen diese Werkzeuge in den Anwendungsbereichen kennen, die für Data Scientists wesentlich sind d.h. in der Modellierung, Analyse als auch Prognose (predictive analytics).</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten, indem sie die vorgestellten Methoden mittels einer geeigneten Software auf reale Daten anwenden. Sie können die praktische Umsetzung angemessen präsentieren und kommunizieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen und kennen die Stärken und Schwächen der jeweiligen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und technisch umsetzen. Sie kennen die Anwendungsgrenzen bzw. Voraussetzungen der verschiedenen Methoden und können die Ergebnisse ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminaristischer Unterricht ggf. mit praktischen Übungen am Rechner.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Nichtlineare und nichtparametrische Methoden (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Empfohlen werden die Module „Statistische Datenanalyse“ und „Data Mining 1“.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Ein Semester, Wintersemester
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Berk: Statistical Learning from a Regression Perspective</li><li>• Fahrmeir, Kneib: Regression</li><li>• Hastie, Tibshirani, Friedman: The Elements of Statistical Learning</li><li>• Klemela: Multivariate Nonparametric Regression and Visualization</li><li>• Klemela: Smoothing of Multivariate Data</li><li>• Kuhn: Applied Predictive Modeling</li><li>• Schapire, Freund: Boosting: Foundations and Algorithms</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Risk Management
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> RisM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Risk Management
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Sebastian Döhler
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikoarten und regulatorische Grundlagen</li> <li>• Risikofaktoren und Risikomapping</li> <li>• Risikomaße und ihre Eigenschaften</li> <li>• Abhängigkeiten und Copulas</li> </ul> <p>Zusätzlich erfolgt eine Auswahl aus folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremwertmodelle</li> <li>• Backtesting</li> <li>• Ökonomisches Kapital, Kapitalallokation, Performancemessung</li> <li>• Verhaltensrisiken: Dynamische und Evolutionäre Spieltheorie, Behavioral Finance</li> <li>• Dynamische Systeme und Komplexität</li> <li>• Bayesianische Netze zur Risikomodellierung und zum Knowledge Management</li> <li>• Optionsmanagement</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen wichtige klassische Verfahren des quantitativen Risikomanagements. Sie kennen und verstehen die Mathematik, die hinter diesen Verfahren und Ergebnissen steht. Sie lernen diese Werkzeuge in charakteristischen Anwendungsbereichen kennen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden vertiefen Ihre Fertigkeiten, indem sie die erlernten Modelle und Verfahren des Risiko-Managements auf praktische Beispiele anwenden. Dazu verwenden Sie geeignete professionelle Software.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen und beherrschen die mathematischen Grundlagen des quantitativen Risikomanagements. Sie kennen Stärken, Schwächen und Grenzen der verschiedenen methodischen Ansätze. Sie können diese vergleichen und in der Praxis zielführende Verfahren auswählen und beherrschen deren technische Umsetzung. Sie können die Ergebnisse Ihrer Analysen korrekt interpretieren und effektiv kommunizieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung + 2 SWS Übung/Praktikum
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

6	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b></p> <p>Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risk Management (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>
7	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
8	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b></p> <p>Statistik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungssysteme, Maß- und Integrationstheorie, Stochastische Prozesse, OR: Nichtlineare und stochastische Verfahren.</p>
9	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt</p>
10	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt</p>
11	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript der Dozenten</li> <li>• Cottin &amp; Döhler: Risikoanalyse</li> <li>• A.J. McNeil, R. Frey, P. Embrechts: Quantitative Risk Management, Princeton University Press, 2015.</li> <li>• F. Romeike (Hrsg.): Modernes Risikomanagement: Die Markt-, Kredit- und operationellen Risiken zukunftsorientiert steuern. Wiley, 2004.</li> <li>• V. Bieta, H. Milde, J. Kirchhoff: Risikomanagement und Spieltheorie, Galileo Business, 2002</li> <li>• D. Vose: Risk Analysis – A Quantitative Guide, 3rd ed., Wiley, 2008</li> <li>• S. Hartmann: Risikomanagement als Führungsaufgabe von Unternehmen. Universität Lüneburg, 2003</li> <li>• U.M. Seidel (Hrsg.): Risikomanagement: Erkennen, Bewerten und Steuern von Risiken. Weka Media, 2003</li> <li>• Dokumente zu KonTrAG, Solvency II und Basel II/III</li> </ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Spezielle Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements Special procedures and methods of quality management
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SVMQM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Spezielle Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Thümmel
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen der multivariaten Datenanalyse für das Qualitätsmanagement</li> <li>• Allgemeine Theorie von Ursache-Wirkungs-Analysen und praktische Ansätze (z.B. Logistische binäre, ordinale und nominale Regression, Allgemeines Lineares Modell)</li> <li>• Lebensdaueranalyse insb. mit zensierten Daten, beschleunigte Lebensdauerests, Garantieanalyse, Ausfallursacheanalyse, auch für Systeme, Risikoschätzung, Bayes'sche Schätzungen)</li> <li>• Transformationen: Box-Cox, Johnsen</li> <li>• DoE: Mischungen, Wirkungsflächen, Taguchi, D-Optimalität</li> <li>• Anwendung von Data Mining auf massiv komplexe Probleme</li> <li>• Die Fallstudien in den Praktika werden mit Hilfe eines geeigneten, marktrelevanten statistischen Tools (z.B. MINITAB, SAS, JMP) mit praxisnahem Datenmaterial durchgeführt.</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse</u> : Wissen der im QM wichtigen Verfahren, insb. math. Analysen, die in Industrie und Wirtschaft in Forschung, Entwicklung und produktionsbegleitend eingesetzt werden.  <u>Fertigkeiten</u> : Erkennen von Strukturen und eigenständiges Analysieren im Sinne von Ursache-Wirkungs-Analysen auch in komplexen Situationen.  <u>Kompetenzen</u> : Anwenden von allgemeinen Ansätzen im QM, insb. auch interdisziplinär und im Team.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 3 SWS Lehrveranstaltung / 1 SWS Praktikum Die Übungen sind ggf. in 2er-Gruppen zu absolvieren. Abarbeiten von div. praxisrelevanten Fallbeispielen zur Vertiefung des Stoffes.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Spezielle Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Eine einführende Vorlesung in QM mit weitestgehend statistischen und wahrscheinlichkeitsrelevanten Inhalten, vertiefende Statistik-Kenntnisse, insb. Modellbildung
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• T. Pyzdek, P. Keller: Six Sigma Handbook, McGraw-Hill</li><li>• T.T. Allen: Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma, Springer</li><li>• A.M. Joglekar: Statistical Methods for Six Sigma, Wiley</li><li>• R. Rehbehn, Z.B. Yurdakul: Mit Six Sigma zu Business Excellence, Publicis Corporate Publishing</li><li>• 5. ggf. Vorlesungsskript der Dozenten</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Anwendungsbezogene Warteschlangentheorie Application queuing theory
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> AWS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Anwendungsbezogene Warteschlangentheorie
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Horst Zisgen
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführende Wiederholung der wichtigsten Grundlagen aus dem Bereich der stochastischen Prozesse, z.B. Geburts- und Todesprozesse, Q-Matrizen</li> <li>• Einzelne Bediensysteme</li> <li>• Markovsche Bediensysteme</li> <li>• Approximationsverfahren für nicht-Markovsche Bediensysteme, z.B. Diffusionsapproximation</li> <li>• Verallgemeinerungen von Bediensystemen, z.B. Blockierungen oder Gruppenankünfte und -bedienung</li> <li>• Warteschlangennetzwerke</li> <li>• Produktformnetzwerke (Jackson-Networks)</li> <li>• Dekompositionsmethoden für offene Netzwerke</li> <li>• Mean Value Verfahren für geschlossene Netzwerke</li> <li>• Mehrproduktnetzwerke und weitere Verallgemeinerungen</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus der Praxis, z.B. aus der Produktionsplanung, dem Verkehrsmanagement und der Analyse von technischen Systemen und Software</li> <li>• Weitere aktuelle Themen nach Vorgabe des jeweiligen Dozenten</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden erwerben ein Verständnis über die prinzipiellen Konzepte und Verfahren zur Modellierung von Bediensystemen.  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können Bediensituationen (einzelne sowie vernetzte) adäquat modellieren.  <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können Warteschlangenmodelle zur Lösung von komplexen praktischen Problemstellungen (aus unterschiedlichen Bereichen in Wirtschaft und Technik) erstellen und aus dem Verständnis des theoretischen Hintergrundes der Verfahren heraus die Ergebnisse der erstellten Modelle hinsichtlich der praktischen Umsetzung richtig einschätzen und bewerten.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit integrierten Übungen

<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150h (Präsenzzeit gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbezogene Warteschlangentheorie (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Stochastik, Stochastische Prozesse</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Für die Schwerpunkte Technik und OR und Stochastik in Management und Industrie</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolch, G., Greiner, S., de Meer, H., Trivedi, K. S., "Queuing Networks and Markov Chains", John Wiley &amp; Sons</li> <li>• Breuer, L., Baum, D.: Introduction to Queueing Theory and Matrix-Analytical Methods, Springer</li> <li>• Buzacott, J.A., and Shanthikumar, J. George: Stochastic Models of Manufacturing Systems, Prentice Hall</li> <li>• Chen, H., Yao, D. D., "Fundamentals of Queuing Networks", Springer</li> <li>• Gross, D., and Harris, C. M., "Fundamentals of Queuing Theory", John Wiley &amp; Sons</li> <li>• Oder weitere neuere Literatur nach Bekanntgabe des Dozenten</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fortgeschrittene Methoden des Operations Research Advanced Operations Research
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FMOR
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fortgeschrittene Methoden des Operations Research
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Tobias Bedenk
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Der Fokus der Vorlesung liegt auf deterministischen Modellen und Methoden des OR. Dabei geht es etwa um weiterführende Verfahren zur Lösung bekannter Probleme, aber auch um die Behandlung weiterführender Problemstellungen. Die Inhalte der Vorlesung können z.B. aus folgenden Gebieten ausgewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere-Punkte-Methoden</li> <li>• Multi-Criteria-Analyse (MADM und MODM)</li> <li>• Konische Optimierung</li> <li>• Fuzzy-Mathematik und Optimierung</li> <li>• OR in der Logistik (exakte und approximative Verfahren)</li> <li>• usw.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen und verstehen weiterführende Verfahren zur Berechnung von Optimierungsmodellen sowie die zugrundeliegende Theorie. Sie wissen, auf welche Modelle oder Modellklassen sie anwendbar sind.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können die erlernten Techniken auf bekannte Problemklassen anwenden. Insbesondere sind sie in der Lage, kleine Modellinstanzen händisch zu lösen. Für größere Modelle steht in der Regel ein Solver zur Verfügung, den die Studierenden anwenden können.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können die unterschiedlichen Techniken problembezogen gegeneinander bewerten und entscheiden, mit welcher Technik ein Problem behandelt werden kann, sowie mit welchen Vor- und Nachteilen dies jeweils verbunden ist. Sie können eine berechnete Lösung interpretieren und bewerten.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>4 SWS Vorlesung mit integrierten Übungen Eingesetzte Medien: Vorlesung: Tafel und Beamer; Praktikum: PC-Labor mit OR-Software (z. B. GAMS)</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b></p> <p>5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Fortgeschrittene Methoden des Operations Research.</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 ABPO durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse grundlegender Methoden des Operations Research
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> ggf. Vorlesungsskripte der Dozenten

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Gemischt-Ganzzahlige Optimierung Mixed integer optimization
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> GGO
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Gemischt-Ganzzahlige Optimierung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Tobias Bedenk
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierungstechniken für gemischt-ganzzahlige Optimierungsprobleme, beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modellierung logischer Bedingungen</li> <li>○ Transformation spezieller nichtlinearer Terme und Strukturen auf MILP-Ungleichungen</li> </ul> </li> <li>• Theorie und praktische Anwendung von Algorithmen und allgemeinen Lösungstechniken, beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Branch-and-Bound, Branch-and-Cut</li> <li>○ Schnittebenenverfahren</li> <li>○ Dynamische Programmierung</li> <li>○ Exakte Dekompositionsverfahren, z. B. Column Generation</li> </ul> </li> <li>• Typische Praxisprobleme, beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Produktionsplanung, Distributionsnetzwerke, Supply Chain Optimierung</li> <li>○ Standortplanungsprobleme</li> <li>○ Mischungsprobleme</li> <li>○ Routenplanung</li> <li>○ Verschnittoptimierung</li> </ul> </li> </ul>

3	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen und verstehen Techniken zur Lösung gemischt-ganzzahlige Optimierungsprobleme und können unterscheiden, auf welche Modelle oder Modellklassen sie anwendbar sind. Sie kennen Methoden zur Entwicklung gemischt-ganzzahliger Optimierungsmodelle und eine Modellierungssprache, mit der sie in den Computer eingegeben werden können.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten Modellierungstechniken auf neue Sachverhalte anzuwenden, um Optimierungsmodelle zu formulieren. Zur Lösung solcher Modelle können sie die in der Vorlesung behandelten Optimierungsverfahren händisch auf kleine Probleminstanzen anwenden. Die Berechnung von Modellen in praktisch relevanten Problemgrößen erfolgt mit einem Solver. Um diesem ein Modell in geeigneter Form bereitstellen zu können, sind die Studierenden in der Lage, ein gegebenes Modell mit einer Modellierungssprache zu implementieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Durch die Analyse unbekannter Modelle können die Studierenden entscheiden, welche Lösungsverfahren anwendbar sind. Bei der computerbasierten Lösung von Modellen sind die Studierenden in der Lage, nicht gegebene Parameter festzulegen, um das Verfahren problembezogen zu optimieren. Eine vom Solver zurückgegebene Lösung kann gelesen und interpretiert werden.</p>
4	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>4 SWS Vorlesung mit integrierten Übungen Eingesetzte Medien: Vorlesung: Tafel und Beamer; Praktikum: PC-Labor mit OR-Software (z. B. GAMS)</p>
5	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b></p> <p>5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>
6	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b></p> <p>Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemischt-ganzzahlige Optimierung. (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>
7	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b></p> <p>entfällt</p>
8	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b></p> <p>Bachelor-Modul „Graphentheorie“ Bachelor-Modul „Operations Research“</p>
9	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b></p> <p>entfällt</p>
10	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b></p> <p>Master-Studiengang: Angewandte Mathematik</p>
11	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemhauser/Wolser: Integer Programming</li> <li>• Kallrath: Gemischt-ganzzahlige Optimierung</li> <li>• Grünert/Irnich: Optimierung im Transport</li> </ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Finite Methoden Finite methods
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FEM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Finite Methoden
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Torsten-Karl Stempel
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methode der finiten Differenzen</li> <li>• Differenzenquotienten</li> <li>• explizite und implizite Verfahren</li> <li>• Konsistenz, Stabilität, Konvergenz</li> <li>• Methode der finiten Elemente</li> <li>• Variationsgleichungen, Extremalprinzipien</li> <li>• Verfahren von Ritz und Galerkin</li> <li>• Konstruktion finiter Elemente, Ansatzfunktionen</li> <li>• Steifigkeitsmatrix und Lastvektor</li> <li>• Fehlerabschätzungen</li> <li>• Verfahren von Ritz und Galerkin, Kollokationsmethoden</li> <li>• Approximation von Zweipunkt-Randwertproblemen</li> <li>• Approximation von Rand- und Anfangsrandwertproblemen für partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden haben Grundkenntnisse der Numerik partieller Differentialgleichungen. Sie erhalten einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Techniken zur Diskretisierung von Rand- und Anfangsrandwertproblemen.  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können mathematische Methoden zur Untersuchung der diskreten Ersatzgleichungen anwenden. Sie können die numerischen Verfahren in Programme umsetzen und die Ergebnisse und Fehler visualisieren.  <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können geeignete Verfahren zur numerischen Lösung von Anfangsrandwertproblemen auswählen. Sie erkennen und verstehen die bei der Realisation auftretenden, numerischen Effekte.

<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b> 3 SWS Vorlesung, 1 SWS Praktikum Seminaristische Vorlesung, Overhead-Projektor, Beamer, Tafel, PC Rechner-Praktikum: PC-Labor, Implementierung numerischer Verfahren</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Bearbeitung (inklusive Abnahme) von Übungs- und Praktikumsaufgaben. Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite Methoden (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundkenntnisse in Numerik und gewöhnlichen Differentialgleichungen , Partielle Differentialgleichungen</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großmann, Roos: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer-Verlag</li> <li>• Schwarz, Numerische Mathematik, Teubner</li> <li>• Knabner, Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer</li> <li>• Jung, Langer, Methode der finiten Elemente für Ingenieure, Teubner</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Finite Methoden in Anwendungen Finite Elements Method for Applications
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FEMAnw
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Finite Methoden in Anwendungen
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Romana Piat
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, Elemente der Tensorrechnung</li> <li>• Grundlagen, Variationsformulierung</li> <li>• Randwertprobleme</li> <li>• Anfangswertprobleme</li> <li>• Finite-Elemente-Technologie</li> <li>• Lösungsverfahren für lineare Finite-Elemente-Gleichungssysteme (Direkte und iterative Verfahren)</li> <li>• Spannungsberechnung, Elementtypen</li> <li>• Fehlerschätzung</li> </ul> <p>Beim Laborunterricht: Einsatz kommerzieller Software (ABAQUS/ANSYS/weitere) zur Lösung anwendungsorientierter Probleme</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die mathematischen und mechanischen Grundlagen der FEM-Technologie werden vermittelt.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind in der Lage, die gestellten praktischen Aufgaben zu analysieren, passende FE-Modelle zu entwickeln und die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu beurteilen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> In der Industrie und Forschung weitverbreitete kommerzielle Softwarepakete werden beim Laborpraktikum für die Lösung der anwendungsorientierten Probleme eingesetzt. Damit erwerben die Studierenden die für die Industrie und Forschung notwendigen Kompetenzen.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>Vorlesung (V), Laborpraktikum (L) 3 SWS Vorlesung [60] und 1 SWS Laborpraktikum [20] Eingesetzte Medien: Tafel, Beamer</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b></p> <p>5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Finite Methoden in Anwendungen (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Gewöhnliche Differentialgleichungen, Partielle Differentialgleichungen
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Fish, J., Belytschko, T.: A First Course in Finite Elements, Wiley 2007 (enthält eine Einführung in ABAQUS)</li><li>• Jung, M., Langer, U.: Methode der finiten Elemente für Ingenieure : Eine Einführung in die numerischen Grundlagen und Computersimulation, Teubner 2015</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Inverse Probleme Inverse Problems
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> lvP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Inverse Probleme
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Weinmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Wissen über: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlecht gestellte Probleme</li> <li>• Diskretisierung</li> <li>• Kondition</li> <li>• Regularisierung</li> <li>• Iterative Verfahren Tichonov-Regularisierung</li> <li>• Inverses Filtern</li> <li>• Imaging</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden besitzen theoretische und praktische Grundkenntnisse über Inverse Probleme. Sie wissen, was ein schlecht gestelltes Problem ist, wissen über die Effekte bei der Diskretisierung und kennen Regularisierungsmethoden.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden erkennen ein schlecht gestelltes Problem in einer Anwendung aus dem Ingenieur-Bereich. Sie können ihr Wissen über Regularisierungsmethoden anwenden, um diese Probleme eigenständig zu lösen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden sind in der Lage, mit schlecht gestellten inversen Problemen umzugehen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit Übungen (Medienformen: Tafel, Beamer)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5CP Präsenzstudium: 60 h; Eigenstudium: 90h.

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Inverse Probleme (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Fundierte Kenntnisse über Analysis und lineare Algebra, Kenntnisse in Numerik, Kenntnisse in Funktionalanalysis hilfreich
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Parameterschätzung z.B. bei PDEs, Bildverarbeitungsprobleme z.B. Deblurring, Bildgebungsprobleme, Statistik (Regression)
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rieder, Keine Probleme mit inversen Problemen, Springer.</li><li>• Richter, Inverse Problem – Grundlagen, Theorie, und Anwendungen, Springer.</li><li>• Bertero, Boccacci, Introduction to Inverse Problems in Imaging, CRC Press (Taylor &amp; Francis).</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mathematische Methoden der Festigkeitslehre Mathematical methods of strength of materials
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MMF
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mathematische Methoden der Festigkeitslehre
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Romana Piat
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master Advanced level course: Modul zur Förderung und Verstärkung der Fachkompetenz
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Tensoralgebra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektoren; Basistransformation; Tensoren 2. Stufe</li> <li>• Eigenschaften von Tensoren 2. Stufe: Symmetrie, Orthogonalität etc.</li> <li>• Invarianten; Tensoren höherer Stufe, Tensoranalysis</li> <li>• Tensoralgebra und -analysis in schiefwinkligen und krummlinigen Koordinatensystemen</li> </ul> Anwendungen der Tensorrechnung in der Festigkeitslehre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzgleichungen, Spannungstensor</li> <li>• Elastizitätstheorie</li> <li>• Thermoelastizitätstheorie</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden haben die Grundlagenkenntnisse der Tensorrechnung erworben, sind in der Lage, die wichtigsten Tensoroperationen an Beispielen durchzuführen und können Tensoren anhand ihrer Eigenschaften klassifizieren.  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind dazu fähig die Kinematik infinitesimaler und finiter Deformationen in Tensornotation zu beschreiben und die Bilanzgleichungen in der Kontinuumsmechanik in Tensornotation abzuleiten.  <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden sind in der Lage einzelne Elemente der Tensoranalysis für angewandte Problemstellungen der Elastizitätstheorie und der Thermoelastizität anzuwenden und konkrete Beispielaufgaben zu lösen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V), Übung (Ü) 3 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung Eingesetzte Medien: Tafel, Beamer.

<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Modulprüfung Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Methoden der Festigkeitslehre (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht in der ersten Woche der Vorlesungszeit durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Finite Methoden und Finite Methoden für Anwendungen.</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Liu, I.-S.: Continuum Mechanics, Springer, 2002</li> <li>• Schade, H.: Tensoranalysis, Walter de Gruyter, New York, 2009</li> <li>• Parkus, H.: Mechanik der festen Körper, Springer, 2009</li> </ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Dynamische Systeme Dynamical Systems
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> DS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Dynamische Systeme
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Thümmel
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Theorie der Dynamischen Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bifurkationen</li> <li>• Katastrophen</li> <li>• Chaos</li> </ul> <p>Methode und Simulationen der Systems Dynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systems Dynamics Simulationen</li> <li>• Räuber-Beute-Systeme</li> <li>• Klimamodelle</li> <li>• Spezielle Anwendungen in der Ökonomie</li> </ul> <p>Eine Auswahl aus den folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agenten-basierte Simulationen</li> <li>• Evakuierungsszenarien</li> <li>• Verkehrsszenarien</li> </ul> <p>Weitere Anwendungen in der Ökonomie und Finanzmärkten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufällige dynamische Systeme</li> <li>• Stochastische dynamische Systeme</li> </ul> <p>Die Fallstudien in den Praktika werden mit Hilfe eines geeigneten, marktrelevanten statistischen Tools (z.B. AnyLogic, PowerSim, Vensim) mit praxisnahem Datenmaterial durchgeführt.</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Wissen über die Ansätze zur Modellierung und Analyse Dynamischer Systeme bis hin zu den speziellen Gegebenheiten, die für solche Systeme beachtet werden müssen (Bifurkationen, numerische Instabilitäten, Parameterkalibrierung).</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Vernetztes Denken und Zusammenhangsanalysen sicher durchführen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Fachliche Zusammenhänge modellieren und insb. auch interdisziplinär und im Team analysieren.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>3 SWS Lehrveranstaltung / 1 SWS Praktikum</p> <p>Abarbeiten von div. praxisrelevanten Fallbeispielen zur Vertiefung des Stoffes.</p>

<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Systeme (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> <p>Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.</p> <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Numerik, Differenzialgleichungen, Stochastik, Programmieren in C++ oder Java.</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> entfällt</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D.K. Arrowsmith, C.M. Place: An Introduction to Dynamical Systems, Cambridge University Press</li> <li>• J. Sterman: Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw Hill</li> <li>• J. Strohhecker, J. Sehnert: System Dynamics für die Finanzindustrie, Frankfurt School Verlag</li> <li>• Peitgen, H.O., Jürgens, H., Saupe, D., Chaos and Fractals, Springer</li> <li>• L. Arnold: Random Dynamical Systems, Springer Monographs in Mathematics</li> <li>• V.I. Arnold, V.S. Afrajmovich, Yu.S. Il'yashenko, Bifurkation Theory and Catastrophe Theory (Dynamical Systems), Springer-Verlag</li> <li>• K. Warren: Competitive Strategic Dynamics, Wiley</li> <li>• S. Wiggins: Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos, Springer</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Numerische Methoden zur Daten- und Signalverarbeitung Numerical Methods for Data and Signal Processing
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> NMDS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Numerische Methoden zur Daten- und Signalverarbeitung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Weinmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Methoden zur Approximation von Daten/Signalen/Bildern (z.B. Splines, Wavelets)</li> <li>• Variationelle Probleme/Optimierungsprobleme/PDE Methoden zur Darstellung und Verarbeitung von Daten/Signalen/Bildern</li> <li>• Signalfiltertechniken</li> <li>• Aktuelle Themen (Maschinelles Lernen, Mustererkennung u.a.)</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden besitzen theoretische und praktische Grundkenntnisse über Numerische Methoden zur Daten- und Signalverarbeitung. Sie wissen um explizite Approximationsmethoden und implizite Methoden, die mitunter als Minimierer von Optimierungsproblemen auftauchen und deren numerischer Realisierung.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren zum Verarbeiten von Daten auf konkrete Signale/Bilder und Datensätze anzuwenden. Sie wissen um deren numerischen Hintergrund und können entsprechende Algorithmen modifizieren bzw. konzipieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden sind in der Lage, numerische Algorithmen zur Datenverarbeitung anzuwenden, verstehen die numerischen Hintergründe und können entsprechende Algorithmen konzipieren/implementieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 4 SWS Vorlesung mit Übungen (Medienformen: Tafel, Beamer)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP 150 h (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium)

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Numerische Methoden zur Daten- und Signalverarbeitung (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Fundierte Kenntnisse über Analysis und lineare Algebra, Kenntnisse in Numerik
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Parameterschätzung aus Daten, Bildverarbeitung, Statistik (Regression)
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• L. Trefethen, Numerical Linear Algebra, SIAM.</li><li>• H. Schwarz, Numerische Mathematik, Springer.</li><li>• G. Collins, Fundamental Numerical Methods and Data Analysis, Online Manuscript.</li><li>• G. Aubert, P. Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Partial Differential Equations and the Calculus of Variations, Springer.</li><li>• J. Weickert, Anisotropic Diffusion in Image Processing, Teubner.</li><li>• Originalarbeiten zu aktuellen Themen.</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Systemtheorie der Bildverarbeitung Linear systems in image processing
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SysBV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Systemtheorie der Bildverarbeitung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Weinmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtheoretische Grundlagen und die allgemeine Transferfunktion,</li> <li>• lineare Übertragungssysteme.</li> <li>• Orthogonale Systeme, die Fouriertransformation in 1D und 2D.</li> <li>• Filtertechniken im Ortsfrequenzraum und Filterdesign.</li> <li>• Bildanalyse aus spektraler Information</li> <li>• Inverse Filterung</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden verstehen die Prinzipien der Systemübertragung und die Besonderheiten bei linearen Systemen. Sie haben vertiefte Kenntnisse bzgl. der diskreten Fouriertransformation. Sie können lineare Filter aufgrund der Übertragungseigenschaften bewerten. Sie verstehen einfache Techniken der inversen Filterung und wissen um die dabei entstehenden Probleme. Sie kennen weitergehende Verfahren vom prinzipiellen Aufbau her.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind vertraut mit der Interpretation von Spektralbildern. Sie können die Frequenzanalyse und die Richtungsanalyse aus spektraler Information ableiten und einschätzen. Sie entwickeln im Labor die Fähigkeit, ihre Kenntnisse in konkreten Fragestellungen wie beispielsweise der Texturanalyse anzuwenden. Sie erwerben die Fähigkeit aus geforderten Übertragungseigenschaften Filter zu gestalten. Sie beherrschen einfache Techniken der inversen Filterung.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können Probleme von einem systemtheoretischen Standpunkt beleuchten und ihr systemtheoretisches Wissen zu deren Lösung einsetzen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung, Labor
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP Präsenzstudium: 45 h; Eigenstudium: 105h

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Systemtheorie der Bildverarbeitung (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse in höherer Analysis vorteilhaft, Programmierkenntnisse in Matlab o.ä.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung der Mathematik in der Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• T. Butz, Fouriertransformation für Fußgänger, Teubner.</li><li>• R. Bracewell, The Fourier Transform and its Applications, McGraw Hill.</li><li>• F. Wahl, Digitale Bildsignalverarbeitung, Springer.</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Algorithmen in der Bildverarbeitung Algorithms for image processing
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> AlgoBv
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Algorithmen in der Bildverarbeitung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1- 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Andreas Weinmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Aufbau effizienter BV-Algorithmen (z.B. FFT und Radon-Transformation)</li> <li>• Entwicklung zeiteffizienter Algorithmen aufgrund theoretischer Vorüberlegungen an Beispielen (z.B. zur Dilatation in der Morphologie)</li> <li>• Algorithmen zur Segmentierung (z.B. Distanztransformation, Wasserscheide)</li> <li>• Algorithmen zur Quantifizierung der Bildinhalte (z.B. konvexe Hülle und Feretdurchmesser, Bestimmung der Minkowski-Funktionale)</li> <li>• Weitere Algorithmen zur Bildanalyse</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden kennen und verstehen wichtige BV-Algorithmen insbesondere aus dem Bereich der Bildanalyse.</p> <p><u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden sind in der Lage eigene algorithmische Aufgaben zu analysieren, Lösungswege aufzuzeigen, effizient zu programmieren und dabei auch Geschwindigkeitsoptimierungen vorzunehmen. Sie können die Ergebnisse belastbar dokumentieren und anschaulich präsentieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u>: Sie können in Zusammenarbeit mit einem Gruppenpartner ihre Aktivitäten inhaltlich, zeitlich und organisatorisch planen und abstimmen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Labor
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5CP Präsenzstudium: 60 h; Eigenstudium: 90 h

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Algorithmen in der Bildverarbeitung (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Programmierkenntnisse, Grundkenntnisse in Bildverarbeitung
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung der Mathematik in der Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• W. Burger, M. Burge, Digitale Bildverarbeitung, Springer.</li><li>• D. Knuth, The Art of Computer Programming, Addison-Wesley.</li><li>• J. Ohser, F. Mücklich, Statistical Analysis of Microstructures in Materials Science, Wiley.</li><li>• J. Ohser, K. Schladitz, 3D Images of Material Structures, Wiley.</li><li>• T. Pavlidis, Algorithms for Graphics and Image Processing, Springer.</li><li>• P. Soille, Morphological Image Analysis, Springer Verlag.</li><li>• Wissenschaftliche Originalarbeiten</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Systemtheorie der Optik Diffraction, Fourier Optics, and Imaging
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> Sy0
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Systemtheorie der Optik
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1- 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Ralf Blendowske
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fouriertransformation</li> <li>• Fourieroptische Beschreibung opt. Systeme</li> <li>• Systemtheoretische Beschreibung von Abbildungsketten</li> <li>• Propagation elektromagnetischer Felder und die Theorie der Bildentstehung</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen das Vokabular und die Terminologie der Systemtheorie.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können die Abbildung in optischen Systemen mittels Fourier-optischer Begriffe beschreiben und einfache Propagationsprobleme eigenständig entweder analytisch oder mittels einer Hochsprache (MATLAB, Python) numerisch zu lösen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Sie sind in der Lage, Abbildungsketten hinsichtlich ihrer Kopplungseigenschaften und Übertragungsfunktion zu beschreiben und den Einfluss auf Bildgütekriterien abzuschätzen.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung mit Übungen, Labor
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5CP Präsenzstudium: 45 h; Eigenstudium: 105h.
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtheorie der Optik (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li> </ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. <p>Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.</p>

<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Programmierkenntnisse in Matlab o. ä. Sprachen
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung der Mathematik in der Optik
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Goodman: An Introduction to Fourier Optics</li><li>• Born and Wolf: Principles of Optics</li><li>• Voelz: Computational Fourier-Optics</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Computer Vision
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> CVIS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Computer Vision
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1- 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Stephan Neser
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der projektiven Geometrie in 2D und 3D: Projektive Transformationen. Duale Kegelschnitte und absoluter Kegelschnitt, Geraden und Ebenen im Unendlichen.</li> <li>• Bestimmung metrischer Eigenschaften und Rektifizierung.</li> <li>• Kameramodelle und Kalibrierung: Numerische Verfahren und Fehlerbetrachtung.</li> <li>• Kalibriervorlagen und Algorithmen zur Detektion von Referenzpunkten.</li> <li>• Multikamerasysteme: Epipolare Geometrie und die Fundamentalmatrix. Berechnungsverfahren und Fehlerbetrachtung. Die essentielle Matrix. Der Trifokale Tensor, Selbstkalibrierung.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden verfügen über vertieftes Wissen der Verfahren und Möglichkeiten der stereoskopischen Bildauswertung mit Multikamerasystemen. Die Studierenden kennen die Grundlagen des aktuellen Standes der Forschung und Entwicklung.</p> <p><u>Fertigkeiten</u>: Sie können selbständig für Anwendungen in 3D-Messtechnik und Robotik angemessene Verfahren in Bezug auf Aufwand und Genauigkeit konzipieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u>: Die Studierenden sind in der Lage aktuelle Fachliteratur zu lesen und nachzuvollziehen.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>Seminaristischer Unterricht Medienformen: Tafel, Beamer</p>
<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b></p> <p>5 CP Präsenstudium: 60 h; Eigenstudium: 90h</p>

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Computer Vision (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundlagenwissen in Bildverarbeitung, Analysis, Lineare Algebra, Grundlagen numerischer Verfahren, Technische Optik
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung der Mathematik in der Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trucco, Verri: Introductory techniques for 3-D Computer Vision, Prentice Hall.</li><li>• Hartley, Zisserman: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press</li><li>• Faugeras, Q-T. Luong: Geometry of Multiple Images, MIT-Press</li><li>• Gruen, Huang. Calibration and Orientation of Cameras in Computer Vision, Springer</li><li>• Schreer: Stereoanalyse und Bildsynthese, Springer</li><li>• Vorlesungsbegleitendes Skript</li><li>• Zeitschriftenartikel (z. B. Pattern Analysis and Machine Intelligence)</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Robot Vision
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> RVIS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Robot Vision
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1- 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Stephan Neser
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik der euklidischen Transformationen im Raum <math>P^3</math>, Darstellungsmöglichkeiten für Drehungen im <math>R^3</math>: Euler-Winkel, Drehmatrizen, Rodriguez-Vektoren, Quaternionen</li> <li>• Grundbegriffe der Robotik: Überblick, Typen (6-Achs, SCARA, kartesische und Sonderkinematiken), Autonome Roboter, Kinematik und inverse Kinematik mit Lösungsansätzen, Koordinatensysteme und Transformationen, Steuerungen, Greifertechnik, Aspekte der Robotersicherheit</li> <li>• Anwendungen: Pick-and-Place, Schweissroboter, Aufbringen von Werkstoffen, Palletierung, Aufgaben autonomer Roboter</li> <li>• BV-Aufgaben in der Robotik: z.B. Lage- und Orientierungsbestimmung, Visual Servoing, Arbeitsraumüberwachung, Teileidentifikation, Prozesskontrolle, Roboterlokalisierung, Greifen aus Vorratsbehältern, Greifen biegeschlaffer Objekte.</li> <li>• Algorithmische Ansätze zur Lösung dieser Aufgabenstellungen</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse</u> : Die Studenten kennen den Aufbau, die Aufgaben und das Einsatzgebiet moderner Industrieroboter. Die Ansätze und Schwerpunkte der aktuellen Forschung sind ihnen bekannt.  <u>Fertigkeiten</u> : Sie können die typischen Aufgabenstellungen der Bildverarbeitung in der Robotik beschreiben und die etablierten Verfahren zur ihrer Lösung nennen.  <u>Kompetenzen</u> : Sie sind in der Lage diese Algorithmen in geeigneter Softwareumgebung in praktische Lösungen umzusetzen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminaristische Vorlesung: Tafel, Computer, Beamer.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP Präsenzstudium: 45 h; Eigenstudium: 105h

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Robot Vision (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird. Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundlagenwissen in Bildverarbeitung, Linearer Algebra und Machine Vision
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung Mathematik in der Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Peter Corke: Robotics, Vision and Control, Springer Heidelberg Berlin</li><li>• Wolfgang Weber: Industrieroboter Methoden der Steuerung und Regelung.</li><li>• Vorlesungsbegleitendes Skript</li><li>• Aktuelle Fachliteratur</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Anwendung und Entwicklung optischer Systeme Optical Engineering
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> AEoS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Anwendung und Entwicklung optischer Systeme
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1– 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Matthias Brinkmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optische Grundauslegungen und Bewertung optischer Systeme</li> <li>• Designstrategien und -abläufe</li> <li>• Theorie der Aberrationen</li> <li>• Toleranzen in opt. Systemen</li> <li>• Raytracing-Methoden</li> <li>• Optical-Design-Studien</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden sind mit der Beurteilung von optischen Systemen vertraut und kennen unterschiedliche Optimierungsalgorithmen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden beherrschen Grundtechniken des Optical Designs für abbildende Systeme. Sie können optische Systeme analysieren und simulieren und sind in der Lage, einfache optische Systeme mittels kommerzieller Software zu entwerfen und zu optimieren. Die Studierenden überblicken den typischen Ablauf bei der Entwicklung optischer Systeme.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Sie können kommerzielle Optik-Designprogramme bedienen und für Problemlösungen nutzen. Sie können die Ergebnisse belastbar dokumentieren und anschaulich präsentieren.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung mit Übungen
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP Präsenzstudium: 60 h; Eigenstudium: 90h

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung und Entwicklung optischer Systeme (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Optisches, physikalisches Basiswissen
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung Mathematik in der Optik
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kidger: Fundamental Optical Design</li><li>• W. Smith: Modern Optical Engineering</li><li>• Welford: Aberrations in Optical Systems</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mathematische Methoden der Mikro- und Bruchmechanik Mathematical methods of micro- and fracture mechanics
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MMB
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mathematische Methoden der Mikro- und Bruchmechanik
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 – 3 (1 – 4 bei Start im Sommersemester)
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Romana Piat
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master Advanced level course: Modul zur Förderung und Verstärkung der Fachkompetenz
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Einführung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektoren; Basistransformation; Tensoren</li> <li>• Spannungs- und Dehnungstensoren, Stoffgesetze</li> </ul> Mathematische Methoden der Mikromechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrostruktur, Defekte, Verbundwerkstoffe</li> <li>• Eigendehnungen, Inhomogenitäten, Eshelby-Lösung</li> <li>• Effektive elastische Materialeigenschaften,</li> <li>• Analytische Näherungsmethoden: Mori-Tanaka, Selbstkonsistente</li> <li>• Energieprinzipien und Schranken, Homogenisierung</li> </ul> Mathematische Methoden der Bruchmechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Bruch- und Versagenshypthesen</li> <li>• Ursachen und Erscheinungsform des Bruchs, Numerische Fragestellungen der linearen Bruchmechanik</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Tensoroperationen an Beispielen durchführen und können Tensoren anhand ihrer Eigenschaften klassifizieren.</li> <li>• Die Studierenden sind dazu fähig, geeignete mikromechanische Modelle für vorgegebene Beispiele zu entwickeln und entsprechende Steifigkeits- oder Nachgiebigkeitstensoren abzuleiten.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Elemente der Bruchmechanik für angewandte Problemstellungen der Elastizitätstheorie und der Thermoelastizität anzuwenden und konkrete Beispielaufgaben zu lösen.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V), Übung (Ü) 3 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung oder Rechnerpraktikum Eingesetzte Medien: Tafel, Beamer.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 150 Stunden (Präsenzstudium gemäß SWS plus Eigenstudium) 5 CP

<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Prüferin oder der Prüfer legt zu Beginn des Semesters eine der folgenden Prüfungsvarianten fest und teilt sie den Studierenden mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klausur</li> <li>2. Mündliche Prüfung</li> <li>3. Fachgespräch und Booklet/Vortrag</li> <li>4. Klausur und Booklet/Vortrag</li> <li>5. Referat und Booklet/Vortrag</li> <li>6. eine Kombination dieser Prüfungsformen</li> </ol> <p>(Bei Erstellung eines Booklets kann ein Vortrag darüber gefordert werden. Unter Booklet ist hier eine Prüfungsstudienarbeit oder eine Hausarbeit im Sinne von § 13 Abs. 2 bzw. Abs. 3 ABPO zu verstehen. In 1. und 2. können Praktikums- oder Übungsaufgaben als Eingangsvoraussetzung gefordert werden.)</p>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Vorkenntnisse zur Technischen Optik und Wellennatur des Lichts</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Finite Methoden und Finite Methoden für Anwendungen.</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Gross, D., Seelig, Th.: Bruchmechanik — mit einer Einführung in die Mikromechanik, Springer, 2018</li> <li>• Nemat-Nasser S. and Hori M.: Micromechanics: Overall Properties of Heterogeneous Materials, Second Edition, North-Holland Series in Applied Mathematics and Mechanics, 1999</li> <li>• Christensen, Mechanics of Composite Materials, Dover Publications, 2005</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mikrooptik Optical Engineering
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> Mio
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mikrooptik
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1– 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Matthias Brinkmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> DozentInnen des Fachbereichs MN
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p>Teil1: Lichtwellenleiter Technische Anwendungsgebiete von Wellenleiteroptiken, Wellennatur des Lichts, Lichtausbreitung und Transport in Wellenleitern, Lichtmoden, Dispersion und Dämpfung in Wellenleitern, optische Signalübertragung in Wellenleitern, Herstellungsmethoden für Fasern und Integrierte Wellenleiter, Er-dotierte Faser- und Wellenleiterverstärker, Wellenleiterkoppler und –splitter, Einkoppeloptiken, kommerzielle Design Programme für Wellenleiter.</p> <p>Teil 2: Diffraktive Optik Technische Anwendungsgebiete Diffraktiver Optiken, Wiederholung zur Wellennatur des Lichts, Beugung und Interferenz im Wellenbild und zur skalaren Beugungstheorie, Eigenschaften von Fresnelzonenlinsen, insbesondere Beugungseffizienzen und Streulichteinflüsse, Design-Algorithmen für diffraktive optische Elemente und Computergenerierte Hologramme, Eigenschaften und Design von refraktiv-diffraktiven Hybridoptiken, Kommerzielle Design-Programme für diffraktive Optiken, Herstellungsmethoden für diffraktive optische Elemente.</p> <p>Teil3: Photonische Kristalle Zukünftige technische Anwendungsgebiete von photonischen Kristallen, Struktur von photonischen Kristallen (1D, 2D, 3D), Licht als elektromagnetische Strahlung, Maxwell-Gleichungen, Lichtausbreitung in photonischen Kristallen, Defekte, Hohlräume, Wellenleiter und Resonatoren in photonischen Kristallen, Herstellungsmethoden für photonische Kristalle, insbesondere für photonische Kristallfasern</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse</u>: Die Studierenden sind mit der Beurteilung von wellenoptischen Komponenten und Systemen vertraut und kennen unterschiedliche Herstellungstechnologien.</p> <p><u>Fertigkeiten</u>: Die Studierenden beherrschen Grundtechniken des Optical Designs für wellenoptische Systeme. Sie können wellenoptische Systeme analysieren und simulieren und sind in der Lage, einfache wellenoptische Systeme mittels kommerzieller Software zu entwerfen und zu optimieren.</p> <p><u>Kompetenzen</u>: Sie können kommerzielle Faser- und DOE-Designprogramme bedienen und für Problemlösungen nutzen. Sie können die Ergebnisse belastbar dokumentieren und anschaulich präsentieren.</p>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminaristische Vorlesung, Beamer, ggf. Exkursion
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP Präsenzstudium: 60 h; Eigenstudium: 90h
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die Modulprüfung umfasst die Lehrveranstaltung (Regel-Prüfungsform) <ul style="list-style-type: none"><li>• Mikrooptik (schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12)</li></ul> Wird die Modulprüfung als schriftliche Klausurprüfung gemäß § 12 durchgeführt, ist die Regel-Prüfungsdauer 90 Minuten, wenn nicht zu Semesterbeginn durch die Dozentin oder den Dozenten eine andere Dauer gemäß §12 (1) ABPO bekannt gegeben wird.  Ausnahmen in der Prüfungsform gemäß §10 ABPO gibt die Dozentin oder der Dozent zu Semesterbeginn bekannt.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Vorkenntnisse zur Technischen Optik und Wellennatur des Lichts
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> entfällt
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Anwendung der Mathematik in der Optik
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Jahns, „Photonik“, Oldenbourg.</li><li>• B. E. A. Saleh, M. C. Teich, „Fundamentals of Photonics“, John Wiley &amp; Sons.</li><li>• B. Kress, „Digital Diffractive Optics“, Wiley</li><li>• K. Iizuka, „Engineering Optics“, Springer</li><li>• J. D. Joannopoulos, R. D. Meade, J. N. Winn, „Photonic Crystals“, Princeton University Press</li></ul>