

Die Benennung der Modulverantwortlichen ist nicht mehr aktuell  
und wird demnächst überarbeitet werden.

# Modulhandbuch des Master-Studiengangs ANGEWANDTE MATHEMATIK der Hochschule RheinMain

## **1./2. Semester (16 CP): Pflichtmodule für alle Vertiefungsrichtungen**

- Maßtheorie (6 SWS, 8 CP)
- Funktionalanalysis (6 SWS, 8 CP)

Diese Module sind Pflichtmodule auch dann, wenn keine Vertiefungsrichtung gewählt wird.

## **1.-3. Semester (62 CP): Pflichtmodule in den einzelnen Vertiefungsrichtungen und Wahlpflichtmodule**

### Pflichtmodule für die Vertiefung „Modellierung mechanischer Strukturen“

- Numerik partieller Differentialgleichungen (4 SWS, 5 CP)
- Vertiefung partielle Differentialgleichungen (6 SWS, 8 CP)
- Modellierung und Simulation konkreter Anwendungsbeispiele (6 SWS, 8 CP)
- Mechanik deformierbarer Körper (6 SWS, 8 CP)

### Pflichtmodule für die Vertiefungsrichtung „Dynamische Systeme“

- Analysis auf Mannigfaltigkeiten (6 SWS, 8 CP)
- Vertiefung Dynamische Systeme I (6 SWS, 8 CP)
- Vertiefung Dynamische Systeme II (4 SWS, 5 CP)
- Nichtlineare und Geometrische Kontrolltheorie (6 SWS, 8 CP)

### Pflichtmodule für die Vertiefungsrichtung „Finanz- und Wirtschaftsmathematik“

- Finanzmathematik I (6 SWS, 8 CP)
- Finanzmathematik II (6 SWS, 8 CP)
- Statistische Lernverfahren (4 SWS, 5 CP)
- Versicherungsmathematik (6 SWS, 8 CP)

### Wahlpflichtmodule (gemäß Liste)

## **Seminare (12 CP): zwei Seminare zu je 6 CP, davon mindestens eines aus der gewählten Vertiefungsrichtung**

Wird keine Vertiefungsrichtung gewählt, so können die Module und die beiden Seminare frei aus dem Fächerangebot kombiniert werden.

## **4. Semester (30 CP): Master-Arbeit einschließlich Master-Seminar**

<b>Modultitel</b>	<b>Maßtheorie</b>
Modultitel in englischer Sprache	Measure Theory
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Claas Becker, Prof. Dr. Thomas Lorenz
Empfohlenes Semester	1
Status des Moduls	Pflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie, Analysis I / II
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis des Maß- und des Integralbegriffs</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der verschiedenen Konvergenzbegriffe in der Praxis</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\sigma</math>-Algebren, Inhalte und Maße, Lebesguesches Maß</li> <li>• meßbare und integrierbare Funktionen</li> <li>• <math>L^p</math>-Räume</li> <li>• Konvergenzbegriffe, Satz von der majorisierten Konvergenz</li> <li>• Maße mit Dichten und Satz von Radon-Nikodym</li> <li>• Produktmaße</li> <li>• Fourier-Transformation und ihre Anwendungen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS /CP/ Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 cp / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung (70%) , Hausaufgabenüberprüfung (30%)
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Amann, J. Escher (2010): Analysis III; Birkhäuser</li> <li>• H. Bauer (2010): Maß- und Integrationstheorie; de Gruyter</li> <li>• K. Floret (1981): Maß- und Integrationstheorie; Teubner</li> <li>• P. Halmos (1978): Measure Theory; Springer</li> <li>• E. Henze (1971): Einführung in die Maßtheorie; Bibliographisches Institut</li> <li>• W. Rudin (1987): Real and Complex Analysis; 3<sup>rd</sup> Edition McGraw-Hill</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Funktionalanalysis</b>
Modultitel in englischer Sprache	Functional Analysis
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf, Prof. Dr. Karlheinz Spindler
Empfohlenes Semester	1 oder 2
Status des Moduls	Pflichtmodul für alle Vertiefungsrichtungen
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Analytische Geometrie und Lineare Algebra, Mathematische Strukturen aus dem Bachelor-Studium
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Begriffe und Methoden der linearen Funktionalanalysis</li> <li>• Kenntnis eines Kanons von Anwendungsbezügen, der durch die Hauptthemen (s.u.) vorgegeben ist</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen von durch Anwendungen motivierten mathematischen Problemen in den Rahmen der linearen Funktionalanalysis</li> <li>• Eigenständiges Lösen einfacher Probleme mit funktionalanalytischen Methoden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<p><b>Hauptthemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung: Analysis in metrischen Räumen</li> <li>• Normierte Räume und stetige lineare Abbildungen</li> <li>• Hauptsätze der Funktionalanalysis</li> <li>• Hilberträume und symmetrische Operatoren</li> <li>• <math>L^p</math>-Räume und Konvexität</li> </ul> <p>Zu jedem Hauptthema werden Anwendungen oder Bezüge zu Anwendungsgebieten dargestellt.</p>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung (70%), Hausaufgabenüberprüfungen (30%)
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. W. Alt (2012): Lineare Funktionalanalysis; Springer</li> <li>• H. Heuser (2006): Funktionalanalysis; Springer-Vieweg</li> <li>• F. Hirzebruch, W. Scharlau (1991): Einführung in die Funktionalanalysis; Springer Spektrum</li> <li>• W. Rudin (1991): Functional Analysis; McGraw-Hill</li> <li>• M. Reed, B. Simon (1981): Methods of Modern Mathematical Physics, Vol I: Functional Analysis; Academic Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Numerik partieller Differentialgleichungen</b>
Modultitel in englischer Sprache	Numerical Analysis of Partial Differential Equations
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik, Prof. Dr. Evgenia Kirillova, Dr. Alexander Ekhlov
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Modellierung mechanischer Strukturen“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Numerische Mathematik I / II
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis grundlegender moderner numerischer Verfahren partieller Differentialgleichungen</li> <li>• Kenntnis der Vorteile und Nachteile verschiedener numerischer Verfahren</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Lösung partieller Differentialgleichungen mit problemangepassten numerischen Verfahren</li> <li>• Selbständige Bearbeitung beispielhaft gewählter Anwendungsprobleme mit Hilfe zugänglicher numerischer Bibliotheken und kommerzieller Pakete</li> <li>• Fähigkeit, Diskretisierungsfehler und Stabilität des Verfahrens abzuschätzen und ggf. die Genauigkeit durch Verfeinerung zu verbessern</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite Differenzen mit Programmierung der Algorithmen</li> <li>• Schwache Lösungen, Finite Elemente, Fehlerschätzung und Gitterverfeinerung</li> <li>• Iterative Gleichungssystemlöser: Gradienten-, Relaxationsverfahren, Methode der konjugierten Gradienten, nichtlineare Verfahren, Integrationsverfahren</li> <li>• Randelementemethode: Fundamentallösungen, Herleitung von Integro-Differentialgleichungen</li> <li>• Sicherer Umgang mit gängigen numerischen Bibliotheken</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und praktische Arbeit
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung (70%), Übungs- und Praktikumsaufgaben (30%)
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Jung, U. Langer (2013): Methode der finiten Elemente für Ingenieure: Eine Einführung in die numerischen Grundlagen und Computersimulation; Springer Vieweg</li> <li>• P. Knabner, L. Angermann (2000): Numerik partieller Differentialgleichungen: Eine anwendungsorientierte Einführung; Springer</li> <li>• C. Großmann, H. G. Roos (1994): Numerik partieller Differentialgleichungen; Teubner</li> <li>• G. Evans, J. M. Blackledge, P. Yardley (2000): Numerical Methods for Partial Differential Equations; Springer</li> <li>• H. R. Schwarz, N. Kockler (2011): Numerische Mathematik; Vieweg + Teubner</li> <li>• J. N. Reddy (2005): An Introduction to the Finite Element Method; McGraw-Hill</li> <li>• S. Sauter, C. Schwab (2004): Randelementmethoden; Vieweg + Teubner</li> <li>• W. Hackbusch (1989): Integralgleichungen: Theorie und Numerik; Teubner</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefung partieller Differentialgleichungen</b>
Modultitel in englischer Sprache	Advanced Theory of Partial Differential Equations
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik, Dr. Alexander Ekhlov, Prof. Dr. Evgenia Kirillova
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefung „Modellierung mechanischer Strukturen“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	Keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Differentialgeometrie, Funktionentheorie, Einführung in partielle Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der grundlegenden Begriffe und Sätze der Variationsrechnung</li> <li>• Erkennung von PDE-Typen, Formulierung der Randbedingungen</li> <li>• Basiswissen über numerische Energiemethoden</li> <li>• Kenntnis der wichtigsten Anwendungsbereiche</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung physikalischer Probleme durch partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Analyse der Lösbarkeit und Eindeutigkeit der Lösung, Wahl geeigneter Lösungsmethoden</li> <li>• Untersuchung der Regularität der Lösung anhand der Gebietsgeometrie</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung gängiger Gleichungen anhand von Anwendungsbeispielen</li> <li>• PDE zweiter Ordnung. Typerkennung anhand von quadratischen Formen und Eigenwerten, Transformation von Differentialoperatoren in andere Koordinatensysteme, Berechnung mittels mathematischer Standardsoftware</li> <li>• Fundamentallösung, Greensche Funktion, Beispiele für spezielle Gebiete (Halbraum, Ring) und Gleichungen (Poisson, Wärmeleitung, Wellengleichung)</li> <li>• Banach-, Hilbert- und Sobolevräume, Distributionen, schwache Konvergenz mit Beispielen, schwache Lösungen und Behandlung von Variationsproblemen Randwertaufgaben, Satz von Lax-Milgram, Analyse der Lösbarkeit und Eindeutigkeit</li> <li>• Anwendungsbeispiele, Wahl geeigneter Lösungsmethoden</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Arendt, K. Urban (2010): Partielle Differentialgleichungen. Eine Einführung in analytische und numerische Methoden; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• K. Meyberg, P. Vachenauer (2007): Höhere Mathematik 2: Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Fourier-Analyse, Variationsrechnung; Springer</li> <li>• T. Westermann (1997): Mathematik für Ingenieure mit Maple, Band 2: Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Variablen, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Fourier-Analyse; Springer</li> <li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner (2011): Mathematische Modellierung; Springer</li> <li>• L. C. Evans (2010): Partial Differential Equations; American Mathematical Society</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Modellierung und Simulation mechanischer Systeme anhand konkreter Anwendungsbeispiele</b>
Modultitel in englischer Sprache	Modelling and Simulation of Mechanical Systems via Concrete Application Examples
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik, Prof. Dr. Evgenia Kirillova, Dr. Alexander Ekhlakov
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefung „Modellierung mechanischer Strukturen“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Numerik oder Finite Elemente, Kontinuumsmechanik oder Biomechanik oder Strukturmechanik
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenz bei der Erstellung mathematischer Modelle mit korrekten Anfangs- und Randbedingungen</li> <li>• Kenntnis gängiger kommerzieller Softwarepakete</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung technischer und biologischer Strukturen</li> <li>• Sicherer Umgang mit gängigen kommerziellen FE-Software-Pakete</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung gängiger Gleichungen anhand von Anwendungsbeispielen aus Technik und Medizin (z. B. Abkühlprozesse bei Metallgüssen, Diffusion von Glukose durch das menschliche Zellgewebe, Kontaktprobleme zwischen Knochen und Prothesen)</li> <li>• Erkennen zugrundeliegender physikalischer Phänomene, Übersetzen in Gleichungen, Entscheidung, welche Parameter vernachlässigt werden dürfen</li> <li>• Analyse verschiedener Lösungsverfahren hinsichtlich Eignung und Effizienz</li> <li>• Modellvereinfachungen, analytische 1D-Referenzlösungen zum Vergleich mit numerischen 3D-Lösungen</li> <li>• Kopplung verschiedener physikalischer Phänomene (z. B. Diffusion und Konvektion, Wärmeleitung und Elastizität), Modellierung von Rand- bzw. Transmissionsbedingungen zwischen komplexen Gebieten, Finden einer geeigneten Diskretisierung unter Berücksichtigung von Symmetrien und Randtopologie</li> <li>• Umsetzung diskretisierter Probleme mit gängigen Softwarewerkzeugen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und praktische Arbeit
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: praktische Arbeit
Sprache	deutsch und englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Silber, C. Then (2013): Preventive Biomechanics: Optimizing Support Systems for the Human Body in the Lying and Sitting Position; Springer</li> <li>• C. Eck, H. Garcke, P. Knabner (2008): Mathematische Modellierung; Springer</li> <li>• J. R. Ockendon, S. D. Howison, A. A. Lacey, A. B. Movchan (2003): Applied Partial Differential Equations; Oxford University Press</li> <li>• P. Wriggers, U. Nackenhorst (2006): Analysis and Simulation of Contact Problems; Springer</li> <li>• N. Kikuchi, J.T. Oden (1995): Contact Problems in Elasticity: A Study of Variational Inequalities and Finite Element Methods; SIAM</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Mechanik deformierbarer Körper</b>
Modultitel in englischer Sprache	Mechanics of Deformable Bodies
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik, Prof. Dr. Evgenia Kirillova, Dr. Alexander Ekhlakov
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefung „Modellierung mechanischer Strukturen“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis, Differentialgleichungen, partielle Differentialgleichungen, Kontinuumsmechanik oder Biomechanik
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der mechanischen Grundbegriffe und Prinzipien</li> <li>• Kenntnis der wichtigsten Anwendungsbereiche</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen der Relevanz der mathematischen Begriffsbildung zur Modellierung physikalischer Probleme</li> <li>• Verfügen über mathematische Methoden und Modelle zur Bearbeitung von Anwendungsproblemen in der Mechanik</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Elastizität und Linearisierung für kleine Deformationen, Gleichgewicht und Randbedingungen, Viskoelastizität und Kriechen, plastische Deformation, Kontakt, Bruch-, Ermüdungs- und Lebensdauermodelle</li> <li>• Beispielsrandwertprobleme, zu denen es eine analytische Lösung gibt; Vergleich mit numerisch gefundenen Lösungen; Variation der Randbedingungen und der Geometrie der Gebiete; Untersuchung des Einflusses auf die Lösung</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung (70 %), Übungs- und Praktikumsaufgaben (30 %)
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. N. Reddy (2008): An Introduction to Continuum Mechanics; Cambridge University Press</li> <li>• J. M. Spencer (2004): Continuum Mechanics; Dover Publications</li> <li>• P. G. Ciarlet (2005): Mathematical Elasticity: Three-Dimensional Elasticity, Band 1; Elsevier Science &amp; Technology</li> <li>• S. P. Timoshenko, J. N. Goodier (1970): Theory of Elasticity; McGraw-Hill</li> <li>• W. Becker, D. Gross (2013): Mechanik elastischer Körper und Strukturen; Springer</li> <li>• D. Gross, T. Seelig (2011): Bruchmechanik: Mit einer Einführung in die Mikromechanik; Springer</li> <li>• Ju. Rabotnov, A. Iljushin (1970): Creep Problems in Structural Members; North Holland</li> <li>• Ju. Rabotnow, A. Iljuschin (1970): Methoden der Viskoelastizitätstheorie; Carl Hanser Verlag</li> <li>• N. Kikuchi, J. T. Oden (1995): Contact Problems in Elasticity: A Study of Variational Inequalities and Finite Element Methods; SIAM</li> <li>• K. L. Johnson (1987): Contact Mechanics; Cambridge University Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</b>
Modultitel in englischer Sprache	Analysis on Manifolds
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Karlheinz Spindler
Empfohlenes Semester	1 oder 2
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Dynamische Systeme“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Analytische Geometrie und Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme, Grundbegriffe der Topologie
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis relevanter Begriffe und Methoden der Analysis auf Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Verständnis für die Wichtigkeit des Mannigfaltigkeitsbegriffs zur Modellierung dynamischer Systeme in verschiedenen Anwendungsbereichen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung der Sprache der Differentialgeometrie zur adäquaten Beschreibung von Anwendungsproblemen und zur Formulierung von Lösungsansätzen</li> <li>• Sicherer Umgang mit differentialgeometrischen Konzepten</li> <li>• Fähigkeit, die erlernten Methoden auf Problemstellungen anzuwenden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriff der Mannigfaltigkeit, Abbildungen zwischen Mannigfaltigkeiten, Beispiele</li> <li>• Tangential- und Kotangentialbündel, Vektorfelder und lokale Flüsse, Lieklammern, Kovektorfelder, Hamiltonfunktion</li> <li>• Differentialformen, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes</li> <li>• Distributionen, Satz von Frobenius</li> <li>• Liegruppen, Liealgebren, homogene Räume, Beispiele</li> <li>• Mannigfaltigkeiten mit Zusatzstruktur: affine Zusammenhänge, kovariante Ableitung, Parallelismus; (pseudo-)Riemannsche Strukturen, symplektische Strukturen, Anwendungen in der Physik</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Spivak (1971): Calculus on Manifolds; Westview Press</li> <li>• M. Spivak (1999): A Comprehensive Introduction to Differential Geometry I-V, Publish or Perish</li> <li>• R. Abraham, J. E. Marsden, T. Ratiu (1988): Manifolds, Tensor Analysis, and Applications; Springer</li> <li>• H. Cartan (2006): Differential Forms; Dover</li> <li>• P. M. Gadea, J. M. Masque, I. V. Mykytyuk (2012): Analysis and Algebra on Differentiable Manifolds; Springer</li> <li>• S. Gallot, D. Hulin, J. Lafontaine (1991): Riemannian Geometry; Springer</li> <li>• M. Berger (2007): A Panoramic View of Riemannian Geometry; Springer</li> <li>• J. Jost (2011): Riemannian Geometry and Geometric Analysis; Springer</li> <li>• C. Westenholz (1980): Differential Forms in Mathematical Physics; Elsevier</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefung Dynamische Systeme I</b>
Modultitel in englischer Sprache	Advanced Theory of Dynamical Systems I
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Karlheinz Spindler, Prof. Dr. Thomas Lorenz
Empfohlenes Semester	1 oder 2
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Dynamische Systeme“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Analytische Geometrie und Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verständnis grundlegender Begriffe und Prinzipien der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen und dynamischer Systeme</li> <li>• Kenntnis einiger wichtiger Anwendungsbereiche</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen der Relevanz mathematischer Begriffsbildungen zur Modellierung dynamischer Probleme in Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften</li> <li>• Beherrschung einschlägiger Methoden zur Bearbeitung von Anwendungsproblemen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Strukturaussagen mit Beweis: Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen von Anfangswertproblemen (Peano, Cauchy), maximale Fortsetzbarkeit, Abhängigkeit von Anfangsdaten und Parametern (Variationsgleichungen), Kenntnis relevanter Hilfsmittel und Verfahren (Eulerverfahren, Picard-Lindelöf-Iteration, Gronwall-Ungleichung, Satz von Arzelà-Ascoli)</li> <li>• Vertiefte Untersuchung qualitativen Lösungsverhaltens: Lokale Linearisierung (Begradigungssatz, Hartman-Grobman), invariante Teilmengen dynamischer Systeme, Invarianzprinzip von LaSalle, asymptotisches Verhalten, Stabilität, Ljapunov-Theorie, Attraktoren; Anwendungsbeispiele</li> <li>• Überblick über Bifurkationen, Auftreten von Lösungsverzweigungen in Anwendungen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Amann (1995): Gewöhnliche Differentialgleichungen; de Gruyter</li> <li>• V. I. Arnold (2001): Gewöhnliche Differentialgleichungen; Springer</li> <li>• L. Grüne, O. Junge (2009): Gewöhnliche Differentialgleichungen. Eine Einführung aus der Perspektive der dynamischen Systeme; Vieweg + Teubner</li> <li>• B. Marx, W. Vogt (2011): Dynamische Systeme – Theorie und Numerik; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• J. Prüss, M. Wilke (2010): Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme; Springer</li> <li>• S. Sastry (1999): Nonlinear Systems – Analysis, Stability, and Control; Springer</li> <li>• K. Spindler (2010): Höhere Mathematik; Verlag Harri Deutsch</li> <li>• W. Walter (2000): Gewöhnliche Differentialgleichungen – Eine Einführung; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefung Dynamische Systeme II</b>
Modultitel in englischer Sprache	Advanced Theory of Dynamical Systems II
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Karlheinz Spindler, Prof. Dr. Thomas Lorenz
Empfohlenes Semester	2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Dynamische Systeme“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme, Vertiefung Dynamische Systeme I
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Kenntnis der Grundbegriffe und Prinzipien dynamischer Systeme</li> <li>• Kenntnis einiger wichtiger Anwendungsbereiche</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen der Relevanz der mathematischen Begriffsbildung zur Modellierung dynamischer Probleme in Natur- und Wirtschaftswissenschaften</li> <li>• Verfügen über math. Methoden zur Bearbeitung von Anwendungsproblemen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearisierung und invariante Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Periodische Lösungen: Analysis, Beispiele und einige numerische Verfahren</li> <li>• Bifurkationen: Mehr analytische Grundlagen und numerische Approximationen</li> <li>• Ausblick auf dynamische Systeme in unendlichdimensionalen Vektorräumen (z.B. stark stetige Halbgruppen, parabolische Differentialgleichungen, Integralgleichungen)</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Govaerts (2000): Numerical Methods for Bifurcations of Dynamical Equilibria; SIAM</li> <li>• J. Guckenheimer, P. Holmes (1985): Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields; Springer</li> <li>• M.W. Hirsch, S. Smale, R.L. Devaney (2004): Differential Equations, Dynamical Systems and an Introduction to Chaos; Elsevier Academic Press</li> <li>• P.E. Kloeden, M. Rasmussen (2011): Nonautonomous Dynamical Systems; AMS</li> <li>• B. Marx, W. Vogt (2011): Dynamische Systeme. Theorie und Numerik; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• J. Prüss, M. Wilke (2010): Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme; Springer</li> <li>• R. Temam (1997): Infinite-Dimensional Dynamical Systems in Mechanics and Physics; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Nichtlineare und Geometrische Kontrolltheorie</b>
Modultitel in englischer Sprache	Nonlinear and Geometric Control Theory
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Karlheinz Spindler
Empfohlenes Semester	2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Dynamische Systeme“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra, Gewöhnliche Differential-gleichungen und dynamische Systeme, Einführung in die Kontrolltheorie, Analysis auf Mannigfaltigkeiten
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verständnis der Prinzipien und des differentialgeometrischen Hintergrunds kontrolltheoretischer Methoden</li> <li>• Kenntnis einiger wichtiger Anwendungsbereiche</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, einschlägige mathematische Methoden und Modelle auf Kontroll- und Optimierungsprobleme in verschiedenen Bereichen anzuwenden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrollprobleme in geometrischer Formulierung: Erreichbarkeit, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Optimalsteuerungen, Anwendungsbeispiele</li> <li>• Pontrjaginsches Maximumprinzip: fundierter Beweis, geometrische Deutung, Anwendungen, fehlende Schritte zur Kontrollsynthese</li> <li>• Dynamische Optimierung: Grundprinzipien und Kernaussagen; Hamilton-Jacobi-Bellman-Gleichung für die Optimalwertfunktion</li> <li>• Lösen konkreter Anwendungsprobleme aus verschiedenen natur-, ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Fragestellungen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 180 h (90 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Agrachev, Yu. Sachkov (2004): Control Theory from the Geometric Viewpoint; Springer</li> <li>• A. Isidori (1995): Nonlinear Control Systems; Springer</li> <li>• V. Jurdjevic (1997): Geometric Control Theory; Cambridge University Press</li> <li>• H. Schättler, U. Ledzewecz (2012): Geometric Optimal Control; Springer</li> <li>• R. Vinter (2000): Optimal Control; Birkhäuser</li> <li>• John L. Troutman (1996): Variational Calculus and Optimal Control; Springer</li> <li>• D. Liberzon (2012): Calculus of Variations and Optimal Control Theory; Princeton University Press</li> <li>• H. J. Sussmann, G. Tang (1991): Shortest Paths for the Reeds-Shepp Car: A Worked Out Example of the Use of Geometric Techniques in Nonlinear Optimal Control; Rutgers University</li> <li>• L. S. Pontrjagin et al. (1962): Mathematische Theorie optimaler Prozesse; Oldenbourg</li> <li>• R. V. Gamkrelidze (1978): Principles of Optimal Control Theory; Plenum Press</li> <li>• J. Macki, A. Strauss (1995): Introduction to Optimal Control Theory; Springer</li> <li>• L. D. Berkovitz, N. G. Medhin (2013): Nonlinear Optimal Control Theory; CRC Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Finanzmathematik I</b>
Modultitel in englischer Sprache	Mathematical Finance I
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Detlef Lehmann, Prof. Dr. Claas Becker
Empfohlenes Semester	1
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Finanz- und Wirtschaftsmathematik“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra, Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie
Kompetenzen	<b>Wissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis grundlegender Konzepte der stochastischen Analysis und deren Anwendungen in der modernen Finanzmathematik</li> <li>• Verständnis der Grundidee der Optionspreisbewertung</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzip des no-arbitrage pricing</li> <li>• Binomial-Modell, Brownsche Bewegung, Black-Scholes-Modell</li> <li>• Preise und Sensitivitäten von Standard-Optionen</li> <li>• Bedeutung der Sensitivitäten, Monte-Carlo-Simulationen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N. Bingham, R. Kiesel (2004): Risk-Neutral Valuation: Pricing and Hedging Financial Derivatives; Springer</li> <li>• R. J. Elliott, P.E. Kopp (1999): Mathematics of Financial Markets; Springer</li> <li>• D. Lamberton, B. Lapeyre (2008): Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance; Chapman &amp; Hall/CRC</li> <li>• T. Bjoerk (2004): Arbitrage Theory in Continuous Time; Oxford University Press</li> <li>• H. Föllmer, A. Schied (2002): Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time; de Gruyter</li> <li>• J. Kremer (2011): Portfoliotheorie, Risikomanagement und die Bewertung von Derivaten; Springer</li> <li>• M. Baxter, A. Rennie (1996): Financial Calculus: An Introduction to Derivatives Pricing; Cambridge University Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Finanzmathematik II</b>
Modultitel in englischer Sprache	Mathematical Finance II
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Detlef Lehmann, Prof. Dr. Claas Becker
Empfohlenes Semester	2
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung „Finanz- und Wirtschaftsmathematik“, Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra, Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie, Finanzmathematik I
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis tiefergehender Konzepte der stochastischen Analysis und deren Anwendungen in der modernen Finanzmathematik</li> <li>• Tiefergehendes Verständnis, wie derivative Finanzinstrumente durch geeignete Handelsstrategien unter verschiedenen Modellannahmen repliziert und gehandelt werden können</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusionsprozesse und stochastische Differentialgleichungen</li> <li>• Theorem von Girsanov</li> <li>• Ornstein-Uhlenbeck-Prozesse</li> <li>• Modelle mit stochastischer Volatilität</li> <li>• Zins-Modelle, Modelle mit Sprüngen, vollständige und unvollständige Märkte</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	jährlich
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N. Bingham, R. Kiesel (2004): Risk-Neutral Valuation: Pricing and Hedging Financial Derivatives; Springer</li> <li>• R. J. Elliott, P. E. Kopp (1999): Mathematics of Financial Markets; Springer</li> <li>• D. Lamberton, B. Lapeyre (2008): Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance; Chapman &amp; Hall/CRC</li> <li>• T. Bjoerk (2004): Arbitrage Theory in Continuous Time; Oxford University Press</li> <li>• J. Gatheral (2006): The Volatility Surface: A Practitioner's Guide; Wiley</li> <li>• D. Brigo, F. Mercurio (2001): Interest Rate Models; Springer</li> <li>• B. Oksendal (1998): Stochastic Differential Equations; Springer</li> <li>• M. R. Fengler (2005): Semiparametric Modeling of Implied Volatility; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Statistische Lernverfahren</b>
Modultitel in englischer Sprache	Statistical Learning
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Detlef Lehmann, Prof. Dr. Claas Becker
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung "Finanz- und Wirtschaftsmathematik", Wahlpflichtmodul sonst
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis grundlegenden Methoden des statistischen Lernens</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige Anwendung der erlernten Methoden auf konkrete Datensätze mit Hilfe gängiger Statistik-Software (etwa R)</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden für Regressions- und Klassifizierungsprobleme</li> <li>• Lineare und quadratische Diskriminanzanalyse</li> <li>• Polynomiale Regression und Splines</li> <li>• Techniken zur Dimensions-Reduktion, Hauptkomponenten-Analyse, Faktor-Modelle</li> <li>• Entscheidungsbäume und Support Vector Machines</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. James, T. Hastie, R. Tibshirani, D. Witten (2013): An Introduction to Statistical Learning, with Applications in R; Springer</li> <li>• J. Friedmann, T. Hastie, R. Tibshirani (2008): The Elements of Statistical Learning; Springer</li> <li>• D. Ruppert (2011): Statistics and Data Analysis for Financial Engineering; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Versicherungsmathematik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Insurance Mathematics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Claas Becker
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Pflichtmodul für die Vertiefungsrichtung Finanz- und Wirtschaftsmathematik
Formale Voraussetzungen	Bachelor-Abschluss
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der mathematischen Fragenstellungen in der Personen- und Schadensversicherungsmathematik</li> <li>• Kenntnis der Regulierung der Versicherungswirtschaft</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Lebensversicherungsmathematik:</li> <li>• Begriff der Lebensversicherung, Versicherungsfälle und Versicherungsverträge, Ausscheideordnungen, Bilanzierung, Schätzung von Rechnungsgrundlagen (insbesondere Sterbetafeln), Kalkulation von Tarifen, Risikomanagement</li> <li>• Grundlagen der Schadensversicherungsmathematik:</li> <li>• Begriff der Schadenversicherung, Prämienkalkulation und Schadenverteilungen, kollektives und individuelles Modell, Rückstellungen, Groß- und Kumulschäden, Grundlagen der Rückversicherung</li> <li>• Aktuelle Herausforderungen für die Versicherungswirtschaft wie z.B. demographischer Wandel, vermehrte Katastrophenrisiken, neuere Entwicklungen der Regulierung</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h )
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	Klausur, differenziert
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	K.D. Schmidt (2009): Versicherungsmathematik; Springer H.U. Gerber (2010): Life Insurance Mathematics; Springer Th. Mikosch (2010): Non-Life Insurance Mathematics; Springer

<b>Modultitel</b>	<b>Modellreduktion durch asymptotische Verfahren</b>
Modultitel in englischer Sprache	Model Reduction by Asymptotic Methods
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionsanalyse, Skalierung</li> <li>• Kenntnis von auf Reihenentwicklung basierenden asymptotischen Algorithmen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, Modelle zu erstellen, zu vereinfachen und zu parametrisieren</li> <li>• Durchführung numerischer Berechnungen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung physikalischer Prozesse und Phänomene durch mathematische Modelle (Differentialgleichungen, algebraische Gleichungssysteme etc.)</li> <li>• Skalen- oder Dimensionsanalyse aller physikalischen und geometrischen Modellparameter, Einführung von Kleinparametern, formale asymptotische Entwicklung im Bezug auf die Kleinparameter, Konvergenzabschätzung</li> <li>• Dimensionsreduktion in dünnen Strukturen (Balken, Platten), Behandlung von Randschichten, Anwendungsbeispiele: Diffusion, Wärmeleitung, Elastizität, Fluide in porösen Materialien</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h / 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Trabucho, J.M. Viano (1996): Mathematical Modelling of Rods, in: P. G. Ciarlet, J. L. Lions (Hrsg., 1996): Handbook of Numerical Analysis, vol. IV (Finite Element Methods), Part 2 (Numerical Methods for Solids)</li> <li>• D. Cioranescu, P. Donato (1999): An Introduction to Homogenization; Oxford University Press</li> <li>• U.Hornung (1997): Homogenization and Porous Media; Springer</li> <li>• N.S. Bakhvalov, G. Panasenko (1989): Homogenisation: Averaging Processes in Periodic Media: Mathematical Problems in the Mechanics of Composite Materials (Mathematics and its Applications); Springer</li> <li>• E. Sanchez-Palencia (1980): Non Homogeneous Media and Vibration Theory; Springer-Verlag</li> <li>• G.Panasenko (2005): Multi-scale Modelling for Structures and Composites; Springer</li> <li>• G. Allaire (2002): Shape Optimization by the Homogenization Method; Springer</li> <li>• C. Eck, H. Garcke, and P. Knabner (2008): Mathematische Modellierung; Springer-Verlag</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Biomechanik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Biomechanics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik, Prof. Dr. Evgenia Kirillova
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Kontinuumsmechanik
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einblick in die Modellierung biomechanischer Probleme anhand von eindimensionalen Beispielen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung biologischer Strukturen auf verschiedenen Detailebenen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in biomechanische Probleme anhand vieler Anwendungsbeispiele</li> <li>• Spannungs-Dehnungs-Beziehungen: Elastizität, Elasto-Plastizität, Bruch, Hysteresis, thermische Dehnung</li> <li>• Knochen, Gefäße und Spongiosalamellen als Balken; Randbedingungen und Achslasten mit Hilfe von Heaviside- und Dirac-Funktionen</li> <li>• Lösung der Stabilitätsprobleme für Knochen, Gefäße und Dränagen</li> <li>• Einführung in die Viskoelastizität anhand von Knochen und Geweben (Differentialmodelle, Laplace-Transformation, Integralmodelle)</li> <li>• Einführung in die Kontaktmechanik</li> <li>• Einführung in die Homogenisierung von Knochen und Zellgewebe</li> <li>• Strukturbaumodelle</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h / 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y. C. Fung (1993): Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues; Springer</li> <li>• G. Silber, C. Then (2013): Preventive Biomechanics: Optimizing Support Systems for the Human Body in the Lying and Sitting Position; Springer</li> <li>• W. Nachtigal (2000): Biomechanik: Grundlagen, Beispiele, Übungen; Vieweg + Teubner</li> <li>• V. D. da Silva (2006): Mechanics and Strength of Materials; Springer</li> <li>• J. N. Reddy (2007): An introduction to Continuum Mechanics with Applications; Cambridge University Press</li> <li>• D. Gross, W. Hauger, W. Schnell, P. Wriggers (2006); Technische Mechanik Band 4; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Integralgleichungen</b>
Modultitel in englischer Sprache	Integral Equations
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Julia Orlik, Prof. Dr. Evgenia Kirillova, Dr. Alexander Ekhlakov
Empfohlenes Semester	1, 2, 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Numerische Mathematik I / II
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der grundlegenden Begriffe, Sätze und Methoden für Integro-Differentialgleichungen</li> <li>• Kenntnis einiger wichtiger Anwendungsbereiche</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation von Integralgleichungen</li> <li>• Beherrschung von Lösungsmethoden</li> <li>• Untersuchung der Existenz und Eindeutigkeit der Lösung</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische und biologische Anwendungsbeispiele für Integro-Differentialgleichungen,</li> <li>• Fredholmsche Gleichungen mit separablen Kernen, lineare Operatoren und Fredholmalternative</li> <li>• Volterrasche Integralgleichungen 1. und 2. Art, Volterrasche Gleichungen in Sobolevräumen, schwachsinguläre Kerne</li> <li>• Randintegralgleichungen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Sauter, C. Schwab (2004): Randelementmethoden; Vieweg + Teubner</li> <li>• W. Hackbusch (1989): Integralgleichungen: Theorie und Numerik; Teubner</li> <li>• O. Steinbach (2003): Randintegralgleichungen; in: Numerische Näherungsverfahren für elliptische Randwertprobleme (S. 161-173); Vieweg + Teubner</li> <li>• R. P. Kanwal (2013): Linear Integral Equations: Theory &amp; Technique; Birkhäuser</li> <li>• R. Kress (2012): Linear Integral Equations; Springer</li> <li>• K. E. Atkinson (2009): The Numerical Solution of Integral Equations of the Second Kind; Cambridge University Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Analytische Mechanik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Analytical Mechanics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis, Differentialgleichungen, partielle Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der mathematischen Formulierung der Mechanik nach Lagrange, Hamilton und Jacobi</li> </ul> <p><b>Fähigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, die erlernten Methoden auf Probleme aus dem Bereich der Mechanik anzuwenden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrangesche Mechanik (Zwangsbedingungen, generalisierte Koordinaten, Prinzip von d'Alembert, Lagrange-Gleichungen, Anwendungen, Reibung, Hamilton-Prinzip, Variationsrechnung, Erhaltungssätze)</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik (Legendre-Transformation, kanonische Gleichungen, Wirkungsprinzipien, Poisson-Klammer, kanonische Transformationen)</li> <li>• Hamilton-Jacobi-Theorie (Hamilton-Jacobi-Gleichung, Hamiltonsche charakteristische Funktion, Wirkungs- und Winkelvariablen, Übergang zur Wellenmechanik)</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Nolting (2010): Grundkurs Theoretische Physik 2, Bd Analytische Mechanik; Springer</li> <li>• F. Scheck (2007): Mechanik – Von den Newtonschen Gesetzen zum deterministischen Chaos; Springer</li> <li>• T. Fließbach (2009): Mechanik – Lehrbuch zur Theoretischen Physik I; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• W. Greiner (2008): Klassische Mechanik II – Teilchensysteme, Lagrange-Hamiltonsche Dynamik, Nichtlineare Systeme; Verlag Harri Deutsch</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Nichtlineare Optimierung</b>
Modultitel in englischer Sprache	Nonlinear Optimization
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Detlef Lehmann, Prof. Dr. Johann Baumeister
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von Methoden zur Analyse und numerischen Behandlung von nichtlinearen Optimierungsproblemen mit und ohne Nebenbedingungen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige Lösung von Optimierungsproblemen am Computer</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Optimierungsaufgaben und deren Klassifizierung</li> <li>• Analytische Grundlagen der unrestringierten Optimierung</li> <li>• Abstiegsverfahren, Newton-Verfahren und Modifikationen, SQP-Verfahren</li> <li>• Kuhn-Tucker-Bedingungen</li> <li>• Lagrangeverfahren</li> <li>• Programmierung einfacher Optimierungsaufgaben</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Geiger, C. Kanzow (1999): Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer</li> <li>• C. Geiger, C. Kanzow (2002): Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer</li> <li>• P. Spellucci (1993): Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung; Birkhäuser</li> <li>• M. Gerdt, F. Lempio (2011): Mathematische Methoden des Operations Research; de Gruyter</li> <li>• F. Jarre, J. Stoer (2004): Optimierung; Springer</li> <li>• M. Ulbrich, S. Ulbrich (2011): Nichtlineare Optimierung; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Pharmakokinetik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Pharmacokinetics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der grundlegenden kinetischen Modelle und mathematischen Beschreibungen in der Pharmakokinetik</li> </ul> <p><b>Fähigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, die erlernten Methoden auf typische medizinische und biologische Probleme (z.B. Membran) anzuwenden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Absorption, Verteilung, Metabolisierung, Elimination</li> <li>• Kompartiment-Modelle (Ein-Kompartiment-Modelle, Multi-Kompartiment-Modelle)</li> <li>• Mathematische Funktionen zur zeitlichen Beschreibung der Wirkstoffkonzentration im Organismus</li> <li>• Deterministische und stochastische Kompartiment-Modelle</li> <li>• Nichtlineare Pharmakokinetik</li> <li>• Parameterberechnung</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. A. Schiffler (2009): Pharmakokinetik – Modelle und Berechnungen; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft</li> <li>• P. Macherase, A. Iliadis (2006): Modeling in Biopharmaceutics, Pharmacokinetics and Pharmacodynamics: Homogeneous and Heterogeneous Approaches (Interdisciplinary Applied Mathematics); Springer</li> <li>• M. Sernetz (2000): Fraktale biologische Strukturen: Chaos und Ordnung im Organismus; Berichte der Justus-Liebig-Gesellschaft zu Gießen</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Mehrkörpersysteme</b>
Modultitel in englischer Sprache	Multi-Body Systems
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Kinetik und Dynamik von Mehrkörpersystemen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, die erlernten Methoden zur Analyse und Optimierung von Mehrkörpersystemen in mechanischen und technischen Systemen (z.B. Fahrzeugtechnik, Robotik, Werkzeugmaschinen, biomechanische Bewegungsabläufe) anzuwenden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Mehrkörpersysteme und Entwicklung der Mehrkörperdynamik</li> <li>• Starre Körper mit elastischen Verbindungselementen</li> <li>• Starre Körper mit kinematischen Bindungen</li> <li>• Mechanische Systeme mit Bindungen (holonome und nichtholonome Systeme)</li> <li>• Prinzip von d'Alembert-Lagrange, Lagrange-Gleichungen zweiter Art</li> <li>• Gleichungen von Hamilton und Gibbs-Appell, offene und geschlossene Mehrkörpersysteme</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Fließbach (2009): Mechanik – Lehrbuch zur Theoretischen Physik I; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• C. Woernle (2011): Mehrkörpersysteme – Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper; Springer</li> <li>• G. Rill, T. Schaeffer (2010): Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation; Vieweg-Teubner</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Stochastische Prozesse</b>
Modultitel in englischer Sprache	Stochastic Processes
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Claas Becker, Dr. Christoph Gallus
Empfohlenes Semester	2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik I / II, Maßtheorie
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der zentralen Begriffe der mathematischen Modellierung zufälliger zeitlicher Abfolgen von Vorgängen</li> <li>• Kenntnis der mathematischen Eigenschaften stochastischer Prozesse</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung zufälliger Vorgänge durch stochastische Prozesse</li> <li>• Beherrschung mathematischer Methoden und Modelle zur Bearbeitung von Anwendungsproblemen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtrationen, bedingte Erwartungen und Stoppzeiten</li> <li>• Grenzwertsätze: 0-1-Gesetze, Gesetze der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz</li> <li>• Martingale zur Beschreibung fairer Spiele und effizienter Märkte</li> <li>• Konstruktion stochastischer Prozesse aus Übergangswahrscheinlichkeiten, stationäre und unabhängige Zuwächse, Markoff-Prozesse</li> <li>• Beispiele: Brownsche Bewegungen, Poisson- und Gauß-Prozesse</li> <li>• Monte-Carlo-Simulation</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Bauer (1992): Maß- und Integrationstheorie; de Gruyter</li> <li>• H. Bauer (2001): Wahrscheinlichkeitstheorie; de Gruyter</li> <li>• I. Karatzas, S. E. Shreve (1991): Brownian Motion and Stochastic Calculus; Springer</li> <li>• F. Klebaner (2012): Introduction to Stochastic Calculus with Applications; World Scientific</li> <li>• B. Oksendal (2013): Stochastic Differential Equations; Springer</li> <li>• D. Williams (1991): Probability with Martingales; Cambridge University Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Portfolio- und Entscheidungstheorie</b>
Modultitel in englischer Sprache	Portfolio and Decision Theory
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Claas Becker, Dr. Christoph Gallus
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis des Aufbaus moderner Finanzmärkte</li> <li>• Kenntnis der Probleme bei Investitionsentscheidungen am Kapitalmarkt</li> <li>• Kenntnis von systematischen Ansätzen zum optimalen Entscheiden unter Unsicherheit</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung mathematischer Verfahren zur Ermittlung einer optimierten Portfoliozusammensetzung auf Basis von Risiko- und Ertragerwartung</li> <li>• Erkennen von Stärken und Schwächen stochastischer Modellierungsansätze im Finanzbereich</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Kapitalmärkte im Überblick: Marktakteure, handelbare Produkte, Transaktionsmechanismen und Marktaufsicht</li> <li>• Grundbegriffe der Entscheidungs- und Spieltheorie</li> <li>• Objektive und subjektive Interpretationen von Wahrscheinlichkeit</li> <li>• Verhaltensbedingte Mechanismen und Feedback in wirtschaftlichen Systemen</li> <li>• Portfoliodiversifikation und Effizienzkurve nach Markowitz</li> <li>• Capital Asset Pricing Modell (CAPM)</li> <li>• Effiziente Märkte, Arbitrage Pricing Theory (APT) und Faktormodelle</li> <li>• Optimaler Konsum und dynamische Portfolioallokation zur Maximierung des erwarteten Nutzens</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. E. Bailey, (2005): The Economics of Financial Markets; Cambridge University Press</li> <li>• R.-A. Dana, M. Jeanblanc (2003): Financial Markets in Continuous Time; Springer</li> <li>• A. Meucci (2007): Risk and Asset Allocation; Springer</li> <li>• M. Peterson (2009): An Introduction to Decision Theory; Cambridge University Press</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Statistische Methoden in der Finanzmathematik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Statistical Methods in Mathematical Finance
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Detlef Lehmann, Dr. Norbert Hofmann
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Finanzmathematik I
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis fortgeschrittenen Techniken zur statistischen Behandlung von finanzwirtschaftlichen Datensätzen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichere Beherrschung der erlernten Methoden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<p>Je nach Aktualität soll der Schwerpunkt aus folgenden Bereichen gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameterschätzungen für Modelle mit latenten oder verborgenen Variablen, etwa für Modelle mit stochastischer Volatilität oder stochastischer Korrelation</li> <li>• Statistische Methoden für stochastische Differentialgleichungen, statistische Methoden zur Schätzung von Risikomassen, Anwendung auf konkrete Modelle</li> <li>• Modellrahmen der Hidden Markov Models, Parameterschätzungen in Hidden Markov Models, konkrete Fallstudien</li> <li>• Anwendung von Methoden des statistischen Lernens auf Finanzzeitreihen, konkrete Fallstudien</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. M. Iacus (2008): Simulation and Inference for Stochastic Differential Equations; Springer</li> <li>• M. Kessler, A. Lindner, M. Sorensen (2012): Statistical Methods for Stochastic Differential Equations; Chapman &amp; Hall</li> <li>• R. S. Lipster, A. N. Shiryayev (2000): Statistics of Random Processes I; Springer</li> <li>• N. Shiryayev (1999): Essentials of Stochastic Finance: Facts, Models, Theory; World Scientific Publishing</li> <li>• J. Franke, W. Härdle, C. Hafner (2004): Einführung in die Statistik der Finanzmärkte; Springer.</li> <li>• Ergänzend aktuelle Forschungsliteratur (Doktorarbeiten, Masterarbeiten, Zeitschriftenaufsätze)</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Numerische Methoden in der Finanzmathematik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Numerical Methods in Mathematical Finance
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Detlef Lehmann, Dr. Norbert Hofmann
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik I / II, Finanzmathematik I
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von Methoden zur numerischen Bewertung von Finanzinstrumenten</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, eine gegebene Problemstellung zu klassifizieren und eine entsprechende Lösung möglichst robust am Computer zu implementieren</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Methoden zum Lösen parabolischer partieller Differentialgleichungen</li> <li>• Finite-Differenzen-Verfahren, Binomial-Baum-Methode</li> <li>• Erzeugung von Pseudo-Zufallszahlen</li> <li>• Numerische Integration stochastischer Differentialgleichungen</li> <li>• Spezialthemen zu Monte-Carlo-Simulationen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Seydel (2000): Einführung in die numerische Berechnung von Finanz-Derivaten; Springer</li> <li>• P. Wilmott, J. Dewynne, S. Howison (1993): Option Pricing: Mathematical Models and Computation; Oxford Financial Press</li> <li>• D. A. Tavela (2002): Quantitative Methods in Derivatives Pricing: An Introduction to Computational Finance; Wiley</li> <li>• P. Glasserman (2003): Monte Carlo Methods in Financial Engineering; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Topologie</b>
Modultitel in englischer Sprache	Topology
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf
Empfohlenes Semester	1 oder 2
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Mathematische Strukturen
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis einer Auswahl für die angewandte Mathematik wichtiger topologischer Begriffe und ihrer theoretischen Grundlage</li> <li>• Verständnis topologischer Betrachtungsweisen im Vergleich mit anderen analytischen Methoden</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen topologischer Fragestellungen / Sachverhalte in umfassenderen Kontexten,</li> <li>• selbstständiges Lösen einfacher Probleme mit topologischen Methoden</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<p><b>Hauptthemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stetigkeit und Homöomorphie</li> <li>• Topologische Konstruktionsverfahren</li> <li>• Kompaktheit und Zusammenhang</li> <li>• Graphen</li> <li>• Homotopie und Überlagerungen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Jänich (2005): Topologie; Springer.</li> <li>• E. Ossa (2009): Topologie: Eine anschauliche Einführung in die geometrischen und algebraischen Grundlagen; Springer</li> <li>• B. v. Querenburg (2001): Mengentheoretische Topologie; Springer.</li> <li>• S. Huggett, D. Jordan (2001): A Topological Aperitif; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Kommutative Algebra</b>
Modultitel in englischer Sprache	Commutative Algebra
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf, Prof. Dr. Karlheinz Spindler
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Mathematische Strukturen
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Theorie kommutativer Ringe orientiert an Anwendungen in der algebraischen Geometrie</li> <li>• Bedeutung der kommutativen Algebra für die algebraische Geometrie</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnen in Polynomringen</li> <li>• Nutzung von Computer-Algebra-Systemen (Singular)</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutative Ringe, Ideale und Moduln, Loalisierung</li> <li>• Körper- und Körpererweiterungen</li> <li>• Noethersche Ringe</li> <li>• Primärzerlegung</li> <li>• Krulldimension</li> <li>• Ganzheit und Bewertungen</li> <li>• Angehren über einem Körper</li> <li>• Regularität</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 180 h (90 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. F. Atiyah, I. G. MacDonald (2007): Introduction to Commutative Algebra; Westview Press</li> <li>• D. G. Northcott (2004): Ideal Theory; Cambridge University Press</li> <li>• G. Kemper (2011): A Course in Commutative Algebra; Springer</li> <li>• E. Kunz (1985): Introduction to Commutative Algebra and Algebraic Geometry; Birkhäuser</li> <li>• R. Brüske, F. Ischebeck, F. Vogel (1989): Kommutative Algebra; BI-Verlag. Online: <a href="http://wwwmath.uni-muenster.de/u/ischebeck/">http://wwwmath.uni-muenster.de/u/ischebeck/</a></li> <li>• W. Koepf (2006): Computeralgebra: Eine algorithmisch orientierte Einführung; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Algebraische Kurven</b>
Modultitel in englischer Sprache	Algebraic Curves
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf
Empfohlenes Semester	2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Kommutative Algebra
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Geometrie reeller und komplexer algebraischer Kurven</li> <li>• Grundlagen der Theorie algebraischer Kurven über allgemeinen Körpern</li> <li>• Bedeutung für Anwendungen in der Kryptographie und Kodierung</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung algebraischer Verfahren zur Berechnung verschiedener Kurvenparameter als Grundlage für die Nutzung von Computer-Algebra-Systemen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<p><b>Hauptthemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Affine Kurven und Koordinatenringe</li> <li>• Projektive Kurven</li> <li>• Rationale Funktionen auf Kurven</li> <li>• Tangenten und Singularitäten</li> <li>• Schnittmultiplizitäten</li> <li>• Satz von Riemann-Roch</li> <li>• Spezielle Kurvenklassen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Fischer (1994): Ebene algebraische Kurven; Springer Vieweg</li> <li>• W. Fulton (2008): Algebraic Curves; Online: <a href="http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/">http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/</a></li> <li>• E. Kunz (2005): Introduction to Plane Algebraic Curves; Birkhäuser</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Automatische Klassifikation</b>
Modultitel in englischer Sprache	Automatic Classification
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf
Empfohlenes Semester	2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Teile der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik I+II und der Funktionalanalysis
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Methoden zur Bestimmung, Transformation und Visualisierung von Ähnlichkeitsdaten</li> <li>• Mathematische und algorithmische Charakteristika wichtiger Verfahren der Clusteranalyse</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung verschiedener Formen der Clusteranalyse mit Hilfe entsprechender Software-Werkzeuge (z.B. R, RapidMiner)</li> <li>• Interpretation von Ähnlichkeitsdaten und Partitionen / Segmentierungen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<p><b>Hauptthemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distanzen auf endlichen Mengen von Daten verschiedener Struktur</li> <li>• Endliche metrische Räume: Einbettung in Standardräume, Normswitching, mehrdimensionale Skalierung</li> <li>• Verfahren zur Clusteranalyse: Clustering um Medoide, Agglomeration, dichte-basierte Ansätze</li> <li>• Selbstorganisierende Karten</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Bacher, A. Pöge, K. Wenzig (2010): Clusteranalyse; Oldenbourg</li> <li>• L. Kaufman, P.J. Rousseeuv (2005): Finding Groups in Data; John Wiley &amp; Sons</li> <li>• T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman (2003): The Elements of Statistical Learning; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematische Kryptographie</b>
Modultitel in englischer Sprache	Mathematical Cryptography
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf
Empfohlenes Semester	2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Kommutative Algebra, Algebraische Kurven
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über wesentliche kryptographische Verfahren</li> <li>• Güte kryptographischer Verfahren</li> <li>• Mathematische Grundlagen moderner Verfahren der Public-Key-Kryptographie</li> <li>• Überblick über eine typische Public-Key-Infrastruktur</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<p><b>Grundlegendes zur Kryptographie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschlüsselung und Sicherheit</li> <li>• Einsatzgebiete und resultierende Probleme</li> <li>• Private- und Public-Key-Systeme</li> <li>• AES und DES</li> <li>• Public-Key-Infrastruktur</li> </ul> <p><b>Mathematische Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen aus der Wahrscheinlichkeits- und Informationstheorie</li> <li>• RSA-Verfahren</li> <li>• Diskrete Logarithmen</li> <li>• Kryptosysteme basierend auf elliptischen und hyperelliptischen Kurven</li> <li>• Kryptosysteme basierend auf Verbänden</li> <li>• Digitale Signaturen</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h, 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Buchmann (2003): Einführung in die Kryptographie; Springer</li> <li>• W. Ertel (2012): Angewandte Kryptographie; Hanser</li> <li>• J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silverman (2008): An Introduction to Mathematical Cryptography; Springer</li> <li>• K. Schmeh (2013): Kryptografie: Verfahren – Protokolle – Infrastrukturen; dpunkt Verlag</li> <li>• A. Werner (2013): Elliptische Kurven in der Kryptographie; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Algebraische Geometrie</b>
Modultitel in englischer Sprache	Introduction to Algebraic Geometry
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Hagen Knaf, Prof. Dr. Karlheinz Spindler
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Mathematische Strukturen, Kommutative Algebra (evtl. parallel)
Kompetenzen	<p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis relevanter Begriffe und Methoden der Algebraischen Geometrie</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheit im Umgang mit Lösungsmengen von Polynomgleichungen</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang zwischen affinen Varietäten und Polynomidealen</li> <li>• Hilbertscher Nullstellensatz</li> <li>• Reduzible und irreduzible Varietäten</li> <li>• Zariski-Topologie</li> <li>• Polynomiale und rationale Funktionen</li> <li>• Projektive Räume, projektive Varietäten</li> <li>• Lokalisierung</li> <li>• Dimensionsbegriff</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 180 h (90 h, 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: mündliche Prüfung
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Bosch (2011): Algebraic Geometry and Commutative Algebra; Springer</li> <li>• D. Cox, J. Little, D. O'Shea (2007): Ideals, Varieties, and Algorithms; Springer</li> <li>• D. Eisenbud (1994): Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry; Springer</li> <li>• A. Holme (2012): A Royal Road to Algebraic Geometry; Springer</li> <li>• K. Hulek (2000): Elementare Algebraische Geometrie; Vieweg</li> <li>• M. Reid (2001): Undergraduate Algebraic Geometry; London Mathematical Society</li> <li>• I. Shafarevich (1994): Basic Algebraic Geometry I; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Elektrodynamik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Electrodynamics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der mathematischen Formulierung der Elektrodynamik</li> <li>• Kenntnis der Eigenschaften der Maxwellgleichungen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, die Maxwellgleichungen in mikroskopischer und makroskopischer Formulierung für die Beschreibung elektromagnetischer Prozesse im Vakuum und in Medien zu verwenden</li> <li>• Fähigkeit, das gelernte Wissen auf komplexere Probleme anzuwenden</li> <li>• Fähigkeit, elektromagnetische Systeme zu simulieren</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik (Coulomb-Gesetz, Feldgleichungen, Multipolentwicklung, Randwertprobleme)</li> <li>• Magnetostatik (Magnetfeld, Feldgleichungen, Magnetischer Dipol)</li> <li>• Maxwellgleichungen (Allgemeine Lösung, Kovarianz, Anwendungen)</li> <li>• Elektrodynamik in makroskopischen Medien (inhomogene Wellengleichung, Responsefunktion, Wellenerzeugung)</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	6 SWS / 8 CP / 240 h (90 h / 150 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. D. Jackson (2006): Klassische Elektrodynamik; de Gruyter</li> <li>• L. D. Landau, E. M. Lifschitz (1997): Lehrbuch der theoretischen Physik, Band II: Klassische Feldtheorie; Verlag Harri Deutsch</li> <li>• T. Fließbach (2012): Elektrodynamik – Lehrbuch zur Theoretischen Physik II; Springer Spektrum</li> <li>• R. J. Jelitto (2004): Elektrodynamik – Theoretische Physik 3; AULA-Verlag</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Statistische Mechanik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Statistical Mechanics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis I / II, Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Wahrscheinlichkeitstheorie
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Methoden der statistischen Mechanik</li> </ul> <p><b>Fähigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, die Methoden auf Probleme im Bereich Thermodynamik, Phasenübergänge, Nichtgleichgewichtszustände anzuwenden</li> <li>• Fähigkeit, das gelernte Wissen auf komplexere Probleme anzuwenden</li> <li>• Fähigkeit, statistische Systeme zu simulieren</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Statistik (Wahrscheinlichkeit, Gesetz der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz)</li> <li>• Grundzüge der statistischen Physik (Zustandssummen, thermodynamische Hauptsätze, Entropie und Temperatur, Reversibilität, mikroskopische und makroskopische Größen)</li> <li>• Thermodynamik (Zustandsgrößen, thermodynamische Potentiale, Zustandsänderungen)</li> <li>• Statistische Ensembles (Zustandssummen, einatomiges Gas)</li> <li>• Erweiterte Systeme (mehratomige Systeme, Bose- und Fermi-Gas, Phasenübergänge, Nichtgleichgewichtsprozesse)</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h / 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Fließbach (2010): Statistische Physik – Lehrbuch zur Theoretischen Physik IV; Spektrum akademischer Verlag</li> <li>• W. Greiner, L. Neise, H. Stöcker (1993): Thermodynamik und Statistische Mechanik –Theoretische Physik Band 9; Verlag Harri Deutsch</li> <li>• F. Schwabl (2006): Statistische Mechanik; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenmechanik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Quantum Mechanics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis, Differentialgleichungen
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der grundlegenden quantenmechanischen Phänomene und deren mathematische Beschreibung</li> </ul> <p><b>Fähigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von einfachen Modellsystemen</li> <li>• Fähigkeit, das gelernte Wissen auf komplexere Probleme anzuwenden</li> <li>• Fähigkeit, statistische Systeme zu simulieren</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle und Teilchen (elektromagnetische Wellen, materielle Teilchen und Materiewellen, Wellenfunktionen)</li> <li>• Wahrscheinlichkeiten und Superposition</li> <li>• Randbedingungen (Potentialstufen und -töpfe, Potentialschwelle und Tunneleffekt)</li> <li>• Schrödinger-Gleichung und Hamilton-Operator</li> <li>• Hilbert-Raum (Zustand und Observable)</li> <li>• Dirac-Formalismus (Bra- und Ketvektoren, Operatoren, Dichtematrix)</li> <li>• Unschärferelation</li> <li>• Einfache Anwendungen (harmonischer Oszillator, Spin Systeme)</li> <li>• Dynamik der Quantensysteme (Schrödinger-Bild, Heisenberg-Bild, Störungstheorie)</li> <li>• Einfache Modellsysteme (harmonischer Oszillator, Bewegung im elektromagnetischen Feld, Spin-Systeme)</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h / 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë (2010): Quantenmechanik; de Gruyter</li> <li>• H. Haken, H. C. Wolf (2003): Atom- und Quantenphysik; Springer</li> <li>• W. Nolting (2001): Grundkurs Theoretische Physik Bd. 5/1 und 5/2; Springer</li> <li>• F. Schwabl (2007): Quantenmechanik; Springer</li> </ul>

<b>Modultitel</b>	<b>Optik</b>
Modultitel in englischer Sprache	Optics
Modul-Nummer/LV-Nummer	
Studiengang	Master-Studiengang Angewandte Mathematik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Edeltraud Gehrig
Empfohlenes Semester	1, 2 oder 3
Status des Moduls	Wahlpflichtmodul
Formale Voraussetzungen	keine
Empfohlene fachliche Voraussetzungen	Analysis, Differentialgleichungen, Integraltransformationen
Kompetenzen	<p><b>Wissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der mathematischen Beschreibung von Lichtausbreitung, Interferenz, Licht-Materie Wechselwirkung, Beugung und Fourier-Optik</li> </ul> <p><b>Fähigkeiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der grundlegenden Prozesse</li> <li>• Anwendung auf moderne optischen Systemen (z.B. in den Bereichen Abbildung, Materialprüfung, Informationstechnologie und Datenspeicherung)</li> <li>• Fähigkeit, das gelernte Wissen auf komplexere Probleme anzuwenden</li> <li>• Fähigkeit, optische Systeme zu simulieren</li> </ul>
Themen/Inhalte der LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenoptik (Maxwellgleichungen, Wellengleichung und ihre Lösung, Gauß-Strahlen), homogene und inhomogene Medien)</li> <li>• Strahl-Matrix-Formalismus (für geometrische Optik und Wellen)</li> <li>• Interferenz (Superpositionsprinzip, Vielstrahlinterferenz, dünne Schichten, Resonatoren, Kohärenz)</li> <li>• Beugung und Fourier-Optik (Fresnel und Fraunhofer-Näherung), Fourier-Transformation mit Linsen und Blenden, Holografie</li> <li>• Geführte Wellen und Photonische Kristalle</li> <li>• Laserphysik</li> <li>• Anwendungen (im Bereich Technik, Materialwissenschaften, Medizin, Informationstechnologie, Datenspeicherung)</li> </ul>
Lehr-/Lernform	Vorlesung und integrierte Übung
SWS / CP / Aufwand in Zeitstunden (h) [ Anteil Präsenzzeit, Anteil Selbststudium]	4 SWS / 5 CP / 150 h (60 h / 90 h)
Häufigkeit	unregelmäßig / nach Bedarf
Ggf. Art und Form des LV-Leistungsnachweises, Bewertung	differenziert: Klausur
Sprache	deutsch oder englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. V. Klein, T. E. Furtak (1988): Optik; Springer</li> <li>• K. D. Möller (2007): Optics; Springer</li> <li>• B. E. A. Saleh &amp; M. C. Teich (2007): Fundamentals of Photonics; Wiley</li> <li>• M. Born &amp; E. Wolf (1999): Principles of Optics; Cambridge University Press</li> <li>• H. Haken (1995): Licht und Materie; Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• E. Hecht (2008): Optik; Oldenbourg Wissenschafts Verlag</li> <li>• A. Gerrard, J.M. Burch (1975): Introduction to Matrix Methods in Optics; Dover Publications</li> </ul>