

**Modulhandbuch des Masterstudiengangs**

# **Mathematics in Finance and Life Science**

**am RheinAhrCampus Remagen der  
Fachhochschule Koblenz  
FB Mathematik und Technik**

**Die Dozenten der Mathematik  
Studiengangsleitung Prof. Dr. M. Kinder**

**Stand 5.6.2008**

|   |    |
|---|----|
| 1. Übersicht .....  | 3  |
| 2. Pflichtmodule .....  | 4  |
| Modul Angewandte Funktionalanalysis .....                             | 4  |
| Mathematische Modellierung.....                                       | 5  |
| Maßtheorie, stochastische Prozesse und Martingale .....               | 6  |
| Multivariate Statistik.....   | 7  |
| Optimierung.....  | 8  |
| Theorie und Numerik Partieller Differentialgleichungen.....           | 9  |
| Stochastische Integration .....                                       | 10 |
| Oberseminar.....  | 11 |
| Spezielle Themen aus der Mathematik .....                             | 12 |
| Masterarbeit / Kolloquium.....  | 13 |
| 3. Schwerpunktwahlmodule aus der Biomathematik .....                  | 14 |
| Klinische Biostatistik.....   | 14 |
| Biometrie Forschungsprojekt.....                                      | 15 |
| Systembiologie .....  | 16 |
| Systembiologie Forschungsprojekt.....                                 | 17 |
| 4. Weitere Wahlmodule aus der Biomathematik.....                      | 18 |
| Bild- und Signalverarbeitung medizinischer Daten .....                | 18 |
| Bio-medizinische Bild- und Signalverarbeitung .....                   | 19 |
| Dynamische Systeme.....   | 20 |
| Gemischte Modelle.....  | 21 |
| Mathematische Methoden in der Biotechnologie.....                     | 22 |
| Mathematische Methoden zur biologischen Datenanalyse.....             | 23 |
| Monte-Carlo-Simulation.....   | 24 |
| Multivariate Verfahren in der Biologie.....                           | 25 |
| Neuronale Netze, Genetische Algorithmen und Zelluläre Automaten ..... | 26 |
| Nichtlineare Regression .....   | 27 |
| Statistische Thermodynamik in der Biologie.....                       | 28 |
| 5. Schwerpunktwahlmodule aus der Wirtschaftsmathematik.....           | 29 |
| Finanzinnovationen .....  | 29 |
| Numerische Bewertung von Finanzinstrumenten .....                     | 30 |
| Risikomanagement in Banken.....                                       | 31 |
| Wertorientierte Steuerung im Versicherungsunternehmen.....            | 32 |
| 6. Weitere Wahlmodule aus der Wirtschaftsmathematik .....             | 33 |
| Einführung in die Spieltheorie.....                                   | 33 |
| Höhere Sachversicherungsmathematik.....                               | 34 |
| Ökonometrie.....  | 35 |
| Personenversicherungsmathematik .....                                 | 36 |
| Spezielle Verfahren des Operations Research.....                      | 37 |
| Stetige Finanzmathematik .....  | 38 |
| Volkswirtschaftslehre.....  | 39 |
| 7. Weitere Wahlmodule .....   | 40 |
| Spezielle Relativitätstheorie .....                                   | 40 |

## 1. Übersicht

Die Modulbeschreibungen enthalten neben inhaltlichen Informationen auch Angaben zu den vergebenen ECTS-Leistungspunkten, zum Zeitaufwand, zur Art des Leistungsnachweises und zu Unterrichtsformen. Zu jedem Modul ist ein Verantwortlicher angegeben, der allerdings nicht notwendigerweise auch immer der Lehrende ist.

Die Voraussetzungen für den Besuch eines Moduls stellen lediglich inhaltliche Empfehlungen dar. Dabei wird jeweils auf den Inhalt des entsprechenden Moduls eines der Mathematikstudiengänge am RheinAhrCampus verwiesen. Dies bedeutet allerdings keine formale Zugangsbeschränkung, sondern stellt nur eine Orientierungshilfe zur Studienplanung dar. Studierende, die äquivalente Kenntnisse erworben haben, können ebenfalls an den Veranstaltungen teilnehmen.

Es werden zunächst die **Pflichtmodule** beschrieben. Sie vermitteln wichtige Inhalte aus der Angewandten Mathematik und sind für die beiden Profile Bio- und Wirtschaftsmathematik relevant. Mit (P) werden benotete Prüfungsleistungen und mit (S) unbenotete Studienleistungen bezeichnet. In Zweifelsfällen ist die Prüfungsordnung maßgeblich.

Danach werden die möglichen **Wahlpflichtmodule**, auch Wahlmodule genannt, angegeben, von denen mindestens sechs zu belegen sind. Diese Wahlmodule schließen stets mit einer benoteten Prüfungsleistung ab. Nach der (voraussichtlich) neuen Prüfungsordnung können für die Abschlussnote sechs aus maximal acht Wahlmodulen ausgewählt werden. Die Wahlmodule haben alle den gleichen ECTS-Leistungsumfang und schließen stets mit einer benoteten Studienleistung ab.

Die Wahlpflichtmodule aus den Schwerpunktbereichen **Risikomanagement** und **Financial Engineering** sowie **Biometrie** und **Systembiologie** werden regelmäßig angeboten. Alle anderen Module werden nach Bedarf und Nachfrage aber auch nach den Gegebenheiten des Fachbereichs angeboten. Das genaue Angebot wird jeweils in den Monaten vor Semesterbeginn festgelegt. Die Studierenden sind aufgefordert, durch Interessensbekundungen auf das aktuelle Angebot Einfluss zu nehmen!

Die Wahlmodule sind in der Regel hauptsächlich entweder für das Profil Biomathematik oder für das Profil Wirtschaftsmathematik vorgesehen. Allerdings können die mathematischen Inhalte durchaus auch für das jeweils andere Profil relevant sein.

In der Auflistung der fachspezifischen Wahlmodule finden sich zunächst die Schwerpunktmodule. Die anderen fachspezifischen Wahlmodule sind alphabetisch sortiert.

Darüber hinaus werden Wahlmodule mit nicht-schwerpunktbezogenen, mathematischen Themen angeboten.

Für einige Wahlmodule kann es eine Beschränkung der Teilnehmerzahl geben oder auch eine vor Vorlesungsbeginn endende Anmeldefrist.

Die Unterrichtssprache ist Deutsch oder Englisch. Eine englischsprachige Modulbeschreibung impliziert nicht notwendigerweise die Unterrichtssprache Englisch. Mastermodule können auch geblockt in den Semesterferien statt finden.

## 2. Pflichtmodule

| <b>Modul Angewandte Funktionalanalysis</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Claus Neidhardt |  |                                   |                |           |
|---|--|-----------------------------------|----------------|-----------|
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte   | Leistungspunkte pro Veranstaltung | Anzahl der SWS | work load |
|   | 7  | 5+2<br>V+Ü                        | 4+2<br>V+Ü     | 210       |
| <b>Lernziele</b>  | Funktionalanalytische Methoden haben zentrale Bedeutung für eine Vielzahl anwendungsbezogener Fragestellungen. Die Studierenden verstehen, wie die Funktionalanalysis wesentliche Konzepte der Analysis und linearen Algebra verallgemeinert und zusammenführt und erkennen Zusammenhänge zur Lösung von Differential- und Integralgleichungen und zur Transformationstheorie. Anhand von Fragestellungen der Physik und der Approximationstheorie üben die Studierenden die Anwendung der erlernten Methoden und Techniken.   |                                   |                |           |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungseinheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische, metrische und normierte Räume, Konvergenz, Vollständigkeit und Kompaktheit</li> <li>• Banachräume und Hilberträume, Funktionenräume, insbesondere <math>L^2</math> und <math>L^p</math></li> <li>• Lineare Operatoren in Banach- und Hilberträumen</li> <li>• Lineare Funktionale, Dualität, schwache Topologie</li> <li>• Distributionen und ihre Anwendungen: Faltung, Fouriertransformation und Greensche Funktion</li> <li>• Einführung in die Spektraltheorie</li> <li>• Anwendungen der Spektraltheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differential- und Integralgleichungen</li> <li>- Eigenwertprobleme</li> <li>- Lineare Operatoren in der Physik</li> </ul> </li> </ul> |                                   |                |           |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung und Übung   |                                   |                |           |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturierung komplexer Problemstellung</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Teamarbeit in den Übungen</li> <li>• Anwendung anspruchsvoller mathematischer Konzepte auf praktische Fragestellungen</li> </ul>  |                                   |                |           |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>  | Klausur (P)  |                                   |                |           |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Bachelor-Vorlesungen Mathematik in Analysis und Lineare Algebra  |                                   |                |           |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |                                   |                |           |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Einmal jährlich  |                                   |                |           |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Die Funktionalanalysis führt die Veranstaltungen zur Analysis im Bachelor weiter und ergänzt die Masterveranstaltung „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen“  |                                   |                |           |

| <b>Mathematische Modellierung</b>        |   |  |                                     |                      |
|--|---|--|-------------------------------------|----------------------|
| Verantwortlich: Prof. Dr. Maik Kschischo |   |  |                                     |                      |
| <b>Allg. Information</b>                 | ECTS Leistungspunkte<br><br>5   | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>4+1<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br><br>3+1<br>V+Ü | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>                         | <p>Fähigkeit zur Formulierung und Bearbeitung eines mathematischen Modells für eine konkrete Fragestellung aus der Biologie, Wirtschaft oder Naturwissenschaft</p> <p>Grundfertigkeiten beim Vergleich von Modellvorhersagen mit experimentellen Daten</p> <p>Fähigkeit zur Vereinfachung eines Modells zur schrittweisen Verbesserung mathematischer Modelle</p>   |  |                                     |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>          | <p>Dieses Modul ist Teil der Masterausbildung. Es besteht aus Vorlesungen (2 SWS) und Übungen (2 SWS).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzipien der mathematischen Modellierung und Ockham's Razor</li> <li>• Arten mathematischer Modelle (Deterministische Modelle, Stochastische Modelle, Statistische Modelle)</li> <li>• Bifurkationen und Änderung qualitativen Verhaltens</li> <li>• Differentialgleichungsmodelle und dynamische Systeme</li> <li>• Einige Beispiele für Modelle in der mathematischen Biologie (z.B. Populationsmodelle, Modelle biochemischer Reaktionen, Hardy-Weinberg Modell )</li> <li>• Modelle in der Wirtschaftswissenschaft (Wettbewerbsmodelle, Konjunkturmodelle, Konkurrenzmodelle)</li> <li>• Probabilistische Modelle und Bayesian Networks und ihre Anwendungen in der Biologie und Wirtschaft (z.B. Diagnosesysteme, Data Mining)</li> <li>• Simulationstechniken</li> </ul> |  |                                     |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>                 | Vorlesungen, Übungen  |  |                                     |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersetzen eines Problems in ein mathematisches Modell</li> <li>• Fähigkeit zu interdisziplinärer Arbeit</li> <li>• Fähigkeit, sich schnell in neue Problemfelder einzuarbeiten</li> <li>• Anwendung bereits erlernter Methoden auf konkrete Probleme</li> </ul>   |  |                                     |                      |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarvortrag oder Hausarbeit (S)</li> </ul>  |  |                                     |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>                   | Kenntnisse der multivariaten Analysis und der linearen Algebra, Grundkenntnisse gewöhnlicher Differentialgleichungen und der stochastischen Prozesse, Grundkenntnisse der Statistik   |  |                                     |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |                                     |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>                | Einmal jährlich   |  |                                     |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>     | Dieses Modul kann auch von Studenten des Masterstudiengangs Applied Physics besucht werden  |  |                                     |                      |

| <b>Maßtheorie, stochastische Prozesse und Martingale</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Claus Neidhardt |  |  |                                 |                  |
|---|--|--|---------------------------------|------------------|
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br>10   | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br>8+2<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br>6+2<br>V+Ü | work load<br>300 |
| <b>Lernziele</b>  | Einführung des zentralen Konzeptes der modernen Wahrscheinlichkeitstheorie, der bedingten Erwartung. Darauf aufbauend Einführung des Martingalkonzepts.  |  |                                 |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <p>Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungseinheit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maßtheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengensysteme, Maße, Wahrscheinlichkeitsmaße</li> <li>- Ereignisse, Zufallsvariablen, Unabhängigkeit</li> </ul> </li> <li>• Integrationstheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messbare Funktionen, Integrale, Erwartungswert</li> <li>- Sätze von Radon-Nikodym, Lebesgue und Fubini</li> </ul> </li> <li>• Bedingte Erwartung. <ul style="list-style-type: none"> <li>- intuitive Bedeutung, Filtrationen, formale Definition</li> <li>- Eigenschaften der bedingten Erwartung</li> </ul> </li> <li>• Martingaltheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition und Beispiele, Stopzeiten, Zerlegung von Martingalen</li> <li>- Martingal-Konvergenz-Theoreme</li> </ul> </li> <li>• Markov-Ketten <ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakterisierung zeitdiskreter Markov-Ketten, Übergangsmatrix</li> <li>- Zerlegung des Zustandsraums, Rekurrenz, Transienz, Periodizität</li> <li>- Konstruktion zeitstetiger Markov-Ketten</li> </ul> </li> <li>• Brownsche Bewegung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konstruktion, Ornstein-Uhlenbeck-Prozess</li> <li>- Verhalten Brownscher Pfade</li> </ul> </li> </ul> |  |                                 |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung und Übung   |  |                                 |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturierung komplexer Problemstellung</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Teamarbeit in den Übungen</li> <li>• Anwendung anspruchsvoller mathematischer Konzepte auf praktische Fragestellungen</li> </ul>  |  |                                 |                  |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>  | Klausur (P)  |  |                                 |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Bachelor-Vorlesungen Mathematik in Analysis, Wahrscheinlichkeitstheorie, Einführung in die stochastische Analysis  |  |                                 |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |  |                                 |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Einmal jährlich  |  |                                 |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Komplementär zur Veranstaltung Stochastische Integration, Voraussetzung für Anwendungen in der Finanzmathematik  |  |                                 |                  |

| <b>Multivariate Statistik</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Michael Kinder |  |  |                                 |                  |
|---|--|--|---------------------------------|------------------|
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br>7  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br>5+2<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br>4+2<br>V+Ü | work load<br>210 |
| <b>Lernziele</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundverständnis für multivariate Verfahren</li> <li>• Beurteilung der Auswirkung der Dimensionsreduktion</li> <li>• Beurteilung der Auswirkung von verschiedenen Modellannahmen</li> <li>• Softwareeinsatz zur Bearbeitung von multivariaten Fragestellungen</li> <li>• Ausblick auf weitere, praxisrelevante Verfahren</li> </ul>       |  |                                 |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agglomerative Clusterverfahren</li> <li>• Optimierende Clusterverfahren</li> <li>• Multidimensionale Skalierung</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse und Modifikationen</li> <li>• Mehrfaktorielle Varianzanalyse</li> <li>• Multiple lineare Regression</li> <li>• Benutzung von Anwendungssoftware zur multivariaten Statistik</li> </ul> |  |                                 |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Vorlesung im Wechsel mit Übungseinheiten und praktischen Übungen am Computer   |  |                                 |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf neue Fragestellungen</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> </ul>  |  |                                 |                  |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>                                    | Klausur (P)  |  |                                 |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Differentialrechnung in einer und mehreren Veränderlichen, Lineare Algebra, Statistik  |  |                                 |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |  |                                 |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Einmal jährlich  |  |                                 |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                                      | Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik auf dem Niveau der Bachelorausbildung   |  |                                 |                  |

| <b>Optimierung</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Michael Kinder |  |   |                              |                  |
|--|--|---|------------------------------|------------------|
| <b>Allg. Information</b>                                       | ECTS Leistungspunkte<br>8  | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>6+2<br>V+Ü | Anzahl der SWS<br>4+2<br>V+Ü | work load<br>240 |
| <b>Lernziele</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über unterschiedliche Optimierungsaufgaben</li> <li>• Einsatz und Grenzen der analytischen Lösbarkeit von Optimierungsaufgaben</li> <li>• Analytische und numerische Aspekte bei grundlegenden Verfahren bei unrestringierten Optimierungsaufgaben</li> <li>• Grundlagen der restringierten Optimierung</li> <li>• Einführung in praxisrelevante Verfahren bei unrestringierten Optimierungsaufgaben</li> <li>• Eigenständige Modellierung und Bearbeitung von ausgewählten Optimierungsaufgaben</li> <li>• Softwareeinsatz zur Lösung von Optimierungsaufgaben</li> <li>• Ausblick auf weitere, praxisrelevante Verfahren</li> </ul>   |   |                              |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                                | <p>Dieses Modul umfasst eine Vorlesungen (4 SWS) und praktischen Übungen am Computer (2 SWS). Je nach Vorkenntnis der Studierenden werden Themen ausführlicher oder knapper besprochen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Optimierungsaufgaben</li> <li>• Klassifizierung von Optimierungsproblemen</li> <li>• Analytische Grundlagen der unrestringierte Optimierung</li> <li>• Konvexe Funktionen</li> <li>• Gradienten-Verfahren</li> <li>• Newton-Verfahren und Modifikationen</li> <li>• Gauß-Newton-Verfahren</li> <li>• Verfahren mit konjugierten Gradienten</li> <li>• Theorie der beschränkten Optimierung</li> <li>• Nichtlineare Regression</li> <li>• Programmierung von einfachen Optimierungsverfahren</li> <li>• Benutzung von Programmbibliotheken zur Optimierung</li> </ul> |   |                              |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>                                       | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen und praktischen Übungen am Computer  |   |                              |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung komplexer Problemstellungen</li> <li>• Tafelpräsentation von schwierigen Sachverhalten</li> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf neue Fragestellungen</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> </ul>  |   |                              |                  |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>                         | Klausur (P)  |   |                              |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Differentialrechnung in einer und mehreren Veränderlichen, Lineare Algebra   |   |                              |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester   |   |                              |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>                                      | Einmal jährlich  |   |                              |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                           | Optimierungsmethoden werden in vielen Zusammenhängen benötigt<br>Dieser Modul ist Voraussetzung für den Modul Operations Research  |   |                              |                  |

| <b>Theorie und Numerik Partieller Differentialgleichungen</b> |  |                                    |                    |   |
|---|--|------------------------------------|--------------------|---|
| Prof. Dr. Ilona Weinreich                                     |  |                                    |                    |   |
| <b>Allg. Information</b>                                      | Lehrveranstaltung  | Kreditpunkte                       | Kontaktzeit        | Selbststudium                                 |
|   |  | Vorlesung<br>Übung<br><b>Summe</b> | 5<br>2<br><b>7</b> | 4 SWS/60 h<br>2 SWS/30 h<br><b>6 SWS/90 h</b> |
| <b>Lernziele</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Modellierung von PDEs</li> <li>• Erkennen verschiedener Typen partieller DGLen</li> <li>• Beherrschen einiger wesentlicher analytischer Lösungsverfahren</li> <li>• Beherrschen grundlegender numerischen Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen (Finite Differenzen, Finite Elemente)</li> <li>• Kenntnisse über Stabilität und Konvergenz der betrachteten numerischen Verfahren</li> <li>• Anwendung mathematische Software zu Lösung von DGLen</li> </ul>   |                                    |                    |   |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                               | <p>Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung mit integrierten Übungen (6 SWS).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung: Darstellung physikalischer, biologischer oder wirtschaftlicher Vorgänge durch partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Klassifikation partieller DGLen</li> <li>• Einführung u.a. von Diffusionsgleichung, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungsgleichung</li> <li>• Randwertprobleme</li> <li>• Analytische Lösungsverfahren für RWP (Separationsansatz, Charakteristikenmethode, Fourier- und Laplace-Methode)</li> <li>• Harmonische Funktionen</li> <li>• Maximumprinzipien</li> <li>• Differenzenverfahren</li> <li>• Grundlagen der Methode der Finiten Elemente</li> <li>• Galerkin-Verfahren</li> <li>• Crank-Nicolson-Verfahren</li> <li>• Konvergenzeigenschaften der behandelten numerischen Verfahren</li> </ul> |                                    |                    |   |
| <b>Unterrichtsformen</b>                                      | Vorlesung, Kurzvorträge von Studierenden, Übungen, Literaturarbeit   |                                    |                    |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen ?</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Kenntnisse auf konkrete Probleme aus Finanz- und Biomathematik</li> <li>• Vereinfachung von Aufgabenstellungen mittels Transformationen</li> <li>• Einordnung von PDEs und Randwertproblemen, Entscheidung für bestimmte Lösungsmethode</li> <li>• Kenntnis der Vor- und Nachteile von Verfahren für bestimmte DGLen</li> </ul>   |                                    |                    |   |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>                        | Schriftliche Hausarbeit oder schriftlicher Test (P)  |                                    |                    |   |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Analysis I - III, Lineare Algebra I,II, Gewöhnliche Differentialgleichungen  |                                    |                    |   |
| <b>Dauer des Moduls</b>                                       | 1 Semester   |                                    |                    |   |
| <b>Angebot des Moduls</b>                                     | Einmal jährlich  |                                    |                    |   |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                          | Kann auch von Studierenden im Masterstudiengang Applied Physics besucht werden   |                                    |                    |   |

| <b>Stochastische Integration</b>        |  |                                   |                |           |
|---|--|-----------------------------------|----------------|-----------|
| verantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Kremer |  |                                   |                |           |
| Allg. Information                       | ECTS Leistungspunkte   | Leistungspunkte pro Veranstaltung | Anzahl der SWS | work load |
|   | 8  | 6+2<br>V+Ü                        | 4+2<br>V+Ü     | 240       |
| Lernziele                               | Die Studierenden lernen die Konstruktion und die Eigenschaften des Stochastischen Integrals kennen. Mit Hilfe der Ito-Formel lernen die Studierenden, mit dem Stochastischen Integral umzugehen. Das Verständnis des für die Finanzmathematik wesentlichen Satzes von Girsanov ist ein weiteres zentrales Lernziel.  |                                   |                |           |
| Inhaltliche Beschreibung                | Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungseinheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion des Stochastischen Integrals</li> <li>• Einfache Prozesse und Approximation, Integration bezüglich stetiger, lokaler Martingale</li> <li>• Die Ito-Formel</li> <li>• Darstellungssatz</li> <li>• Stetige Martingale und Brownsche Bewegung</li> <li>• Satz von Girsanov</li> <li>• Novikov-Bedingung</li> <li>• Ggf. Einführung und Grundlagen von stochastischen PDEs</li> </ul> |                                   |                |           |
| Unterrichtsformen                       | Wechsel zwischen Vorlesung und Übung.  |                                   |                |           |
| Schlüsselqualifikationen                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturierung komplexer Problemstellung</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Teamarbeit in den Übungen</li> <li>• Anwendung anspruchsvoller mathematischer Konzepte auf praktische Fragestellungen</li> </ul>  |                                   |                |           |
| Prüfungs- und Studienleistungen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur (P)</li> </ul>  |                                   |                |           |
| Voraussetzungen                         | Maßtheorie, Stochastische Prozesse und Martingale  |                                   |                |           |
| Dauer des Moduls                        | 1 Semester   |                                   |                |           |
| Angebot des Moduls                      | Einmal jährlich  |                                   |                |           |
| Verwendbarkeit und Einordnung           | Das Stochastische Integral ist ein zentraler Begriff in der modernen Stochastischen Analysis und ist in der stetigen Finanzmathematik allgegenwärtig.  |                                   |                |           |

| <b>Oberseminar</b>                       |  |  |                     |                 |
|--|--|--|---------------------|-----------------|
| Verantwortlich: Prof. Dr. Maik Kschischo |  |  |                     |                 |
| <b>Allg. Information</b>                 | ECTS Leistungspunkte<br>2  | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>2 | Anzahl der SWS<br>2 | work load<br>60 |
| <b>Lernziele</b>                         | Fähigkeit zum selbständige Aneignen aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse aus Fachveröffentlichungen<br>Präsentation solcher Erkenntnisse<br>Erweiterung des Überblickswissen in den Bereichen Finanzmathematik und mathematische Modellierung   |  |                     |                 |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>          | Dieses Modul ist Teil der Masterausbildung. Es beinhaltet die Vorstellung aktueller Forschungsergebnisse aus der angewandten Mathematik in den Bereichen Life Science oder Finance. Die Studenten sollen dazu aktuelle Publikationen zu einem vorgegebenen Thema aufbereiten und Vorträge dazu ausarbeiten. Dies soll sie auch auf die Masterarbeit vorbereiten. |  |                     |                 |
| <b>Unterrichtsformen</b>                 | Seminar mit Vorträgen, Heimarbeit  |  |                     |                 |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnelles Einarbeiten in eine neue Problemstellung</li> <li>• Ermitteln wesentlicher Punkte aus aktuellen Publikationen</li> <li>• Fähigkeit, komplexe Sachverhalte zu verstehen und zu kommunizieren</li> </ul>  |  |                     |                 |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag (S)</li> </ul>  |  |                     |                 |
| <b>Voraussetzungen</b>                   | Alle Studierenden die die Voraussetzungen des Masterstudiengangs erfüllen sind zugelassen.   |  |                     |                 |
| <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |                     |                 |
| <b>Angebot des Moduls</b>                | Einmal jährlich  |  |                     |                 |

| <b>Spezielle Themen aus der Mathematik</b> |  |              |                   |               |
|--|--|--------------|-------------------|---------------|
| Prof. Dr. Michael Kinder                   |  |              |                   |               |
| <b>Allg. Information</b>                   | Lehrveranstaltung  | Kreditpunkte | Kontaktzeit       | Selbststudium |
|  | Vorlesung  | 4            | 3 SWS/45 h        |               |
|  | Übung  | 1            | 1 SWS/15 h        |               |
|  | <b>Summe</b>   | <b>5</b>     | <b>4 SWS/60 h</b> | <b>90 h</b>   |
| <b>Lernziele</b>                           | <p>Die Veranstaltung <i>Spezielle Themen</i> bietet den Studierenden die Möglichkeit, ihre Kenntnisse über Inhalte und Methoden der angewandten Mathematik in einem Wahlfach zu erweitern und zu vertiefen.</p> <p>Weitere Lernziele ergeben sich aus dem jeweiligen Vorlesungsangebot.</p>  |              |                   |               |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>            | <p>Die Inhalte dieser Veranstaltung können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wavelets und Anwendungen</li> <li>• Zeitreihenanalyse</li> <li>• Genetische Algorithmen und neuronale Netze</li> <li>• Spieltheorie</li> <li>• Technomathematik</li> </ul> <p>Nach Bedarf, aktuellem Anlass und Möglichkeit können aber auch andere spezielle Themen angeboten werden.</p> |              |                   |               |
| <b>Unterrichtsformen</b>                   | Vorlesung, Kurzvorträge von Studierenden, Übungen, Literaturarbeit, Computerübungen  |              |                   |               |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnelle Einarbeitung in neue, komplexe Problemstellungen</li> <li>• Anwendung anspruchsvoller mathematischer Konzepte auf praktische Fragestellungen</li> </ul>  |              |                   |               |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>     | Vortrag, Hausarbeit oder Testat(S)   |              |                   |               |
| <b>Voraussetzungen</b>                     | Die spezifischen Voraussetzungen ergeben sich aus dem jeweiligen Vorlesungsangebot.  |              |                   |               |
| <b>Dauer des Moduls</b>                    | 1 Semester   |              |                   |               |
| <b>Angebot des Moduls</b>                  | Einmal jährlich  |              |                   |               |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>       | Kann auch von Studierenden im Masterstudiengang Applied Physics besucht werden   |              |                   |               |

| <b>Masterarbeit / Kolloquium</b>         |   |                                      |                        |                                   |
|--|---|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Verantwortlich: Prof. Dr. Michael Kinder |   |                                      |                        |                                   |
| <b>Allg. Information</b>                 | Masterarbeit<br>Kolloquium<br><b>Summe</b>  | Kreditpunkte<br>25<br>5<br><b>30</b> | Kontaktzeit<br>0,5 SWS | Selbststudium<br><br><b>890 h</b> |
| <b>Lernziele</b>                         | Fähigkeit zum selbständigen Erwerb wissenschaftlicher Kenntnisse aus Fachveröffentlichungen<br>Fähigkeit zur selbständigen Bearbeitung eines konkreten mathematischen Problems<br>Fähigkeit zur Präsentation der Arbeitsergebnisse  |                                      |                        |                                   |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>          | Dieses Modul schließt das Kolloquium ab. Es beinhaltet die Anfertigung der Masterarbeit und ihre Verteidigung im Kolloquium. Das Thema der masterarbeit sollte entweder aus der Wirtschaft oder aus der Forschung am RheinAhrCampus oder anderer Hochschulen oder Forschungsinstitute stammen.                  |                                      |                        |                                   |
| <b>Unterrichtsformen</b>                 | Individuelle Betreuung  |                                      |                        |                                   |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersetzen eines Problems in ein Modell</li> <li>• Eigenständige Arbeit</li> <li>• Fähigkeit, sich schnell in neue Problemfelder einzuarbeiten</li> <li>• Problemlösungskompetenz</li> <li>• Fähigkeit, mathematische Sachverhalte schriftlich darzustellen</li> </ul> |                                      |                        |                                   |
| <b>Prüfungs- und Studienleistungen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterarbeit und Vortrag mit Prüfung</li> </ul>  |                                      |                        |                                   |
| <b>Voraussetzungen</b>                   | Siehe Prüfungsordnung   |                                      |                        |                                   |
| <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |                                      |                        |                                   |
| <b>Angebot des Moduls</b>                | In jedem Semester   |                                      |                        |                                   |

### 3. Schwerpunktwahlmodule aus der Biomathematik

| <b>Klinische Biostatistik</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Manfred Berres |   |  |                                     |                      |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>5   | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>4+1<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br><br>3+1<br>V+Ü | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | <p>Aufbauend auf den in Statistik und Biometrie erworbenen Kenntnissen werden Planung und Auswertung klinischer Studien aus biometrischer Sicht behandelt. Die Studierenden lernen regulatorische Anforderungen kennen. Sie verstehen die Vor- und Nachteile verschiedener Studienpläne und können die zugehörigen Fallzahlberechnungen durchführen.</p> <p>Sie können bei Planung und Interpretation zwischen konfirmatorischer und explorativer Analysen unterscheiden.</p> <p>Äquivalenz- und Nicht-Unterlegenheitshypothesen können formuliert und getestet werden.</p> <p>Statistische Modelle für Zentrumseffekte und Kovariablen sind bekannt.</p> |  |                                     |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung klinischer Studien – Randomization, Verblindung</li> <li>• Ethik, regulatorische und gesetzliche Anforderungen</li> <li>• Sequentielle Studienpläne</li> <li>• Adaptive Studienpläne</li> <li>• Cross-Over-Design</li> <li>• Powerberechnung für binomiale und einfache varianzanalytische Modelle</li> <li>• Fallzahlplanung, Zwischenauswertungsstrategie</li> <li>• Konfirmatorische versus explorative Analyse</li> <li>• Äquivalenztests, Nicht-Unterlegenheit, Bioäquivalenz</li> <li>• Zentrumseffekte und Kovariablen bei der Auswertung klinischer Studien</li> </ul>                           |  |                                     |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung und Übung mit gezieltem Softwareeinsatz.   |  |                                     |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdisziplinäre Kommunikationsfähigkeit</li> <li>• Teamfähigkeit</li> <li>• Entwicklung von Studienplänen aus klinischen Fragestellungen</li> </ul>  |  |                                     |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | Hausarbeit, Vortrag oder Testat   |  |                                     |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Analysis I und II, Lineare Algebra I, Wahrscheinlichkeitstheorie, Anwendungssysteme/Computermathematik und Statistik I und II, wobei der zweite Teil der Statistik auch parallel gehört werden kann.  |  |                                     |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester  |  |                                     |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Einmal jährlich   |  |                                     |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                                      | Schwerpunkt Life Science im Masterstudium.<br>Voraussetzung für Biometrie-Modul im Masterprogramm des RheinAhr-Campus.  |  |                                     |                      |

| <b>Biometrie Forschungsprojekt</b><br>Research Project in Biometry |  |  |                         |                      |
|--|--|--|-------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>   | Prof. Dr. Markus Neuhäuser   |  |                         |                      |
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | Bearbeitung eines eigenen aktuellen Forschungsprojektes aus dem Bereich der Biometrie<br>Fähigkeit, eigenständig Fragestellungen zur aktuellen Forschung zu entwickeln<br>Kommunikation mit Medizinern, Epidemiologen bzw. Biologen<br>Eigenständige Modellentwicklung, Vergleich von Verfahren, Beherrschung von Simulationsstudien   |  |                         |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein aktuelles Forschungsthema aus der Biometrie wird unter Anleitung bearbeitet</li> <li>• Studenten sollen in Forschungsaktivitäten eingebunden werden</li> <li>• Themengebiete können z.B. sein:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biometrische Auswertung klinischer Studien</li> <li>○ Spezielle Aspekte bei epidemiologischen Beobachtungsstudien</li> <li>○ Statistische Verfahren für andere Gebiete der Biowissenschaften</li> </ul> </li> </ul> |  |                         |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | Im Modul wird im Rahmen angeleiteter Projektarbeit ein aktuelles Problem aus der Forschung im Bereich Biometrie bearbeitet. Ziel ist die Modellierung und Auswertung ggf. nach einem Vergleich von verschiedenen Verfahren. Theoretische Grundlagen werden im Wechsel zwischen Vorlesungen und Kurzvorträgen erarbeitet.   |  |                         |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>  | Bis zu 5   |  |                         |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in statistische Modelle</li> <li>• Einarbeitung in das Anwendungsgebiet</li> <li>• Programmierung und Simulation</li> <li>• Formulierung eigener Forschungsfragen</li> </ul>  |  |                         |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>  | (Hausarbeit und Vortrag)   |  |                         |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Kenntnisse aus den Vorlesungen Statistik und Biometrie (einschl. Software-Kenntnisse in SAS oder R)  |  |                         |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester   |  |                         |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | Nach Bedarf  |  |                         |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                               | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik. Es kann als Vorbereitung und Vorarbeit für eine Masterarbeit im Bereich Biometrie dienen.  |  |                         |                      |
| <b>Literatur</b>   | je nach konkretem Thema  |  |                         |                      |

| <b>Systembiologie</b><br>Systems Biology |   |  |                         |                      |
|--|---|--|-------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>                   | Prof. Dr. Maik Kschischo  |  |                         |                      |
| <b>Allg. Information</b>                 | ECTS Leistungspunkte<br><br>6   | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>                         | <p>Kenntnisse moderner biologischer Fragestellungen und Einordnung in den Gesamtzusammenhang der gegenwärtigen biotechnologischen Entwicklung<br/>           Kenntnis der wesentlichen mathematische und statistischen Modellierungsansätze<br/>           Fähigkeit zur Bearbeitung einer biologischen Fragestellung mit mathematischen Methoden<br/>           Fähigkeit, wesentliche Inhalte aus fachfremden Publikationen im Bereich Biologie, Biochemie und Biotechnologie zu extrahieren</p>  |  |                         |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einige Grundprobleme der modernen Biologie (Transkriptionsanalyse, Proteomics, Metabolomics)</li> <li>• Modellierung metabolischer Pathways (Stöchiometrische Analyse, Metabolische Kontrolltheorie, Optimierungsprinzipien)</li> <li>• Modellierung von Signaltransduktionswegen (z.B. Kinasekaskaden)<br/>Modellierung der Genregulation (kinetische und stochastische Beschreibung)</li> <li>• Modellierung physiologischer Prozesse, z. B. Homeostasesysteme, Reizleitung, Neurologischer Problem</li> </ul> |  |                         |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>                 | Das Modul bietet eine Einführung in Techniken und Methoden der Ziel ist die Modellierung eines konkreten Systems (z.B. eines Pathways) und die Modellanalyse auf dem Computer. Theoretische Grundlagen werden im Wechsel zwischen Vorlesungen und Kurzvorträgen erarbeitet.   |  |                         |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>                    | Bis zu 25   |  |                         |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Einarbeitung in moderne biologische Themen</li> <li>• Programmierung</li> </ul>  |  |                         |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                  | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat)  |  |                         |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>                   | Kenntnisse der Analysis mehrerer Veränderlicher und der linearen Algebra, Grundkenntnisse gewöhnlicher Differentialgleichungen  |  |                         |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |                         |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>                | Jährlich  |  |                         |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>     | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik  |  |                         |                      |
| <b>Literatur</b>                         | Klipp et al. Systems Biology in Practice. Wiley-VCH, 2005.<br>Weitere Literatur wird bekanntgegeben   |  |                         |                      |

| <b>Systembiologie Forschungsprojekt</b><br>Research Project in Systems Biology |  |  |                         |                      |
|--|--|--|-------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>   | Prof. Dr. Maik Kschischo   |  |                         |                      |
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | <p>Bearbeitung eines eigenen aktuellen Forschungsprojektes aus dem Bereich der Systembiologie</p> <p>Fähigkeit, eigenständig Fragestellungen zur aktuellen Forschung zu entwickeln</p> <p>Kommunikation mit experimentell arbeitenden Biologen</p> <p>Eigenständige Modellentwicklung, Parameteranpassung, Vergleich mit experimentellen Daten, Ableitung von Vorhersagen</p>  |  |                         |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein aktuelles Forschungsthema der Systembiologie wird unter Anleitung bearbeitet</li> <li>• Studenten sollen in Forschungsaktivitäten eingebunden werden</li> <li>• Themengebiete können z.B. sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Systems Biology of Cancer</li> <li>○ Mechanisms of Homeostasis in Microorganisms</li> <li>○ Mathematical Methods of Systems Biology</li> </ul> </li> </ul> |  |                         |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | <p>Im Modul wird im Rahmen angeleiteter Projektarbeit ein aktuelles Problem aus der Forschung im Bereich Systembiologie bearbeitet. Ziel ist die Modellierung und eines konkreten Systems (z.B. eines Pathways) und die Modellanalyse auf dem Computer. Theoretische Grundlagen werden im Wechsel zwischen Vorlesungen und Kurzvorträgen erarbeitet.</p>   |  |                         |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>  | Bis zu 5   |  |                         |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Einarbeitung in moderne biologische Themen</li> <li>• Programmierung</li> <li>• Formulierung eigener Forschungsfragen</li> </ul>  |  |                         |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>  | (Hausarbeit und Vortrag)   |  |                         |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>   | <p>Kenntnisse der Analysis mehrerer Veränderlicher und der linearen Algebra, Grundkenntnisse gewöhnlicher Differentialgleichungen, Modul Systembiologie und Grundkenntnisse der Bioinformatik</p>  |  |                         |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester   |  |                         |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | Nach Bedarf  |  |                         |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>   | <p>Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik. Es kann als Vorbereitung und Vorarbeit für eine Masterarbeit im Bereich Systembiologie dienen</p>   |  |                         |                      |
| <b>Literatur</b>   | je nach konkretem Thema  |  |                         |                      |

## 4. Weitere Wahlmodule aus der Biomathematik

| <b>Bild- und Signalverarbeitung medizinischer Daten</b><br><b>Image and Signal Processing of Medical Data</b> |   |  |                     |                  |
|---|---|--|---------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Ilona Weinreich   |  |                     |                  |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br>6   | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>6 | Anzahl der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Je nach Vorkenntnissen werden die Kenntnisse der allgemeinen Verfahren der Bildverarbeitung vertieft und spezielle Verfahren der Signalverarbeitung vermittelt. In Kleingruppen werden unter Anleitung spezielle Datensätze analysiert und interpretiert.   |  |                     |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung ausgewählter Fallbeispiele (z.B. aus Gedächtnisexperimenten)</li> <li>• Arbeit mit Beispieldatensätzen aus der medizinischen Forschung/Praxis</li> <li>• Grundlagen der EEG-Datenverarbeitung</li> <li>• Magnetresonanztomographie, speziell fMRI-Daten</li> <li>• Grundlagen über DICOM</li> <li>• Fourier- und Waveletanalyse der EEG-Daten</li> <li>• Segmentierungsalgorithmen (MRI- Daten, fMRI)</li> <li>• Weiterführende mathematische Methoden (je nach aktuellem Fallbeispiel)</li> </ul> |  |                     |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Vorlesung, Übungen, Durchführung kleiner Projekte und praktischer Übungen am Computer   |  |                     |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung  |  |                     |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Präsentation komplexer Sachverhalte</li> <li>• Transfer bekannter Konzepte auf neue Fragestellungen</li> <li>• Softwareentwicklung</li> <li>• Fähigkeit zu interdisziplinärer Arbeit</li> </ul>  |  |                     |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)   |  |                     |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Differentialrechnung in einer und mehreren Veränderlichen, Lineare Algebra, Grundkenntnisse komplexe Analysis (Fouriertransformation), Bildverarbeitung   |  |                     |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester  |  |                     |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Nach Bedarf   |  |                     |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik. Die aufgeführten Methoden werden auch in anderen Anwendungsbereichen verwendet.   |  |                     |                  |
| <b>Literatur</b>  | Thomas Lehmann, Walter Oberschelp, und Erich Pelikan : Bildverarbeitung fuer die Medizin, Springer Verlag, Berlin, 1997.<br>Bernd Jaehne: Digitale Bildverarbeitung, Springer Verlag, Berlin, 2005.<br>Rafael C. Gonzalez und Richard E. Woods: Digital Image Processing, Prentice Hall International, 2003.  |  |                     |                  |

| <b>Bio-medizinische Bild- und Signalverarbeitung</b><br>Verantwortlich: Prof. Dr. Ilona Weinreich |   |                                   |                |           |
|---|---|-----------------------------------|----------------|-----------|
|   | ECTS Leistungspunkte  | Leistungspunkte pro Veranstaltung | Anzahl der SWS | work load |
|   | 5   | 4+1<br>V+Ü                        | 3+1<br>V+Ü     | 150       |
| <b>Lernziele</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis wichtigster biologischer und medizinischer bildgebender Modalitäten</li> <li>• Kenntnis grundlegender Bildcharakteristika</li> <li>• Methoden zur Signalverbesserung, -analyse und -kompression</li> <li>• Überblick über aktuelle Entwicklungen</li> </ul>   |                                   |                |           |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <p>Dieses Modul ist ein Wahlmodul und kann im ersten bis dritten Semester gewählt werden.. Es besteht aus einer Vorlesung mit integrierten Übungen (6 SWS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildcharakteristika</li> <li>• Bildgebenden Modalitäten in der Medizin: Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Ultraschall, Nuklearmedizin</li> <li>• Mathematischer Hintergrund: Radontransformation, Fourier-Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion</li> <li>• Klassifikationsalgorithmen</li> <li>• Texturbasierte Segmentierung</li> <li>• Mustererkennung</li> <li>• Volumenvisualisierung</li> <li>• EEG-Datenanalyse</li> <li>• Einführung SPM</li> <li>• Ort- und Frequenzanalysen</li> </ul> |                                   |                |           |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Vorlesung, Kurzvorträge von Studierenden, Übungen, Literaturarbeit  |                                   |                |           |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Kenntnisse auf medizinische Daten</li> <li>• Fähigkeit der Umsetzung der erlernten Methoden</li> <li>• Selbstständige Informationsrecherche</li> <li>• Implementierung von Algorithmen</li> <li>• Verwendung und Einbindung vorhandener Programme</li> <li>• Verständnis für typische bio-medizinische Fragestellungen</li> </ul>  |                                   |                |           |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausarbeit, Vortrag oder Testat</li> </ul>   |                                   |                |           |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Grundkenntnisse Bildverarbeitung, Komplexe Analysis   |                                   |                |           |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester  |                                   |                |           |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Jedes Semester  |                                   |                |           |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Kann auch von Studierenden im Masterstudiengang Applied Physics Gehört werden   |                                   |                |           |

| <b>Dynamische Systeme</b><br>Dynamical Systems |   |  |                     |                  |
|--|---|--|---------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>                         | Prof. Dr. Maik Kschischo  |  |                     |                  |
| <b>Allg. Information</b>                       | ECTS Leistungspunkte<br>6   | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>6 | Anzahl der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>                               | Kenntnisse der qualitativen und quantitativen Analyse nichtlinearer Systeme. Fähigkeit analytische und numerische Techniken bei nichtlinearen Systemen einzusetzen. Kenntnisse wichtiger Anwendungsbeispiele nichtlinearer dynamischer Systeme in Biologie, Wirtschaft und Naturwissenschaften  |  |                     |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele nichtlinearer Systeme</li> <li>• Fixpunkte und Stabilität</li> <li>• Eindimensionale Systeme und ebene Systeme</li> <li>• Oszillationen und das Poincaré – Bendixson Theorem</li> <li>• Bifurkationen</li> <li>• Grenzyklen</li> <li>• Dynamische Systeme in höheren Dimensionen</li> <li>• Störungstheorie (reguläre und singuläre)</li> </ul> Evtl. eine der ff. Themen: Steuerung dynamischer Systeme, Mittelungsverfahren oder Chaotische Systeme und Fraktale |  |                     |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>                       | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, Durchführung von kleinen Projekten, und praktischen Übungen am Computer  |  |                     |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>                          | keine Beschränkung  |  |                     |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Tafelpräsentation von schwierigen Sachverhalten</li> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf neue Fragestellungen</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Programmierung</li> </ul>  |  |                     |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>                        | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)   |  |                     |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>                         | Kenntnisse der Analysis mehrerer Veränderlicher und der linearen Algebra, Grundkenntnisse gewöhnlicher Differentialgleichungen  |  |                     |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>                        | 1 Semester  |  |                     |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>                      | Nach Bedarf   |  |                     |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>           | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Bio- oder Wirtschaftsmathematik, je nach Schwerpunktsetzung. Kann auch von Studierenden im Masterstudiengang Applied Physics gehört werden   |  |                     |                  |
| <b>Literatur</b>                               | Wiggins, C. Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos. Springer, 2005.<br>Guckenheimer, J. and Holmes, P. Nonlinear Oscillation, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields, 2002.<br>Strogatz, S. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering, Perseus Books, U.S. 2001  |  |                     |                  |

| <b>Gemischte Modelle</b><br>Mixed effects models |  |  |                     |                  |
|--|--|--|---------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>                           | Prof. Dr. Manfred Berres   |  |                     |                  |
| <b>Allg. Information</b>                         | ECTS Leistungspunkte<br>6  | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>6 | Anzahl der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>                                 | Versuchspläne mit zufälligen und festen Effekten erkennen und in einem statistischen Modell formulieren. Datenstrukturen für die Analyse solcher Modelle erzeugen. Die Analyse mit Maximum-Likelihood und „restricted ML“ verstehen und die Parameter interpretieren können. Spezifikation von gemischten Modelle in SAS® und R.   |  |                     |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufällige Effekte und gemischte Modelle anhand von Beispielen</li> <li>• Datenstrukturen für gemischte Modelle</li> <li>• Modellgleichungen und Schätzung durch (restricted) Maximum Likelihood</li> <li>• Vergleich von hierarchisch geordneten Modellen</li> <li>• Modellierung von Varianzinhomogenität durch Varianzfunktionen</li> <li>• Modellierung von Abhängigkeiten durch spezielle Korrelationsmatrizen</li> <li>• Anwendungen in SAS® und R.</li> <li>• Einfache GEE-Modelle für binäre Daten.</li> <li>• Eventuell Erweiterung auf nichtlineare Modelle</li> </ul> |  |                     |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>                         | Vorlesung mit praktischen Übungen/Analyseprojekten am Computer   |  |                     |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>                            | keine Beschränkung   |  |                     |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenzen für statistische Beratungstätigkeit</li> <li>• Erweiterung des Methodenspektrums mit breitem Anwendungsbezug</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Vertiefte Erfahrung im Einsatz von Statistiksoftware</li> <li>• Tafelpräsentation von schwierigen Sachverhalten</li> </ul>  |  |                     |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>                          | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)  |  |                     |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>                           | Analysis, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik, Biometrie  |  |                     |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>                          | 1 Semester   |  |                     |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>                        | Nach Bedarf  |  |                     |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>             | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik. Die Methoden werden aber auch in Wirtschaft und Sozialwissenschaft angewandt.  |  |                     |                  |
| <b>Literatur</b>                                 | J Pinheiro, D Bates, Mixed effect models in S and S-Plus, Springer 2000<br>P Diggle, The analysis of longitudinal data, Oxford University Press, 2002  |  |                     |                  |

| <b>Mathematische Methoden in der Biotechnologie</b><br>Mathematical Methods in Biotechnology |  |   |                            |                      |
|--|--|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>   | Prof. Dr. Michael Kinder   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | Modellierung, Simulation und Analyse extrazellulärer(!) biologischer und technischer Aspekte in der klassischen Bioverfahrenstechnik   |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele biotechnischer Prozesse, mikrobiologische Grundlagen</li> <li>• Modellierung der biologischen Prozesse wie Wachstum, Substratverbrauch, Produktion, Sauerstoffaufnahme</li> <li>• Modellierung der technischen Prozesse im Bioreaktor, auch Messrauschen, Filterung, Steuerung und Regelung.</li> <li>• Modellierung stochastischer Komponenten</li> <li>• Stabilitätsanalyse</li> <li>• Programmierung und Simulation</li> </ul> |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen und praktischen Übungen am Computer, Durchführung von kleinen Projekten  |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>  | keine Beschränkung   |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung</li> <li>• Verknüpfung von technischen, biologischen und mathematischen-Konzepten</li> <li>• Ausgeprägtes interdisziplinäres Arbeiten</li> <li>• Programmierung</li> </ul>   |   |                            |                      |
| <b>Pfungsleistung</b>  | (Hausarbeit und Vortrag) oder Klausur  |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Grundkenntnisse in Theorie und Numerik gewöhnlicher DGL, gute Programmierkenntnisse  |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester   |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | Nach Bedarf  |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>   | Dieses Modul ist ein Wahlmodul für den Bereich Biomathematik.  |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>   | Jackson, A. T., Verfahrenstechnik in der Biotechnologie, Springer 1993   |   |                            |                      |

| <b>Mathematische Methoden zur biologischen Datenanalyse</b><br><b>Mathematical Methods for Biological Data Analysis</b> |   |   |                            |                      |
|---|---|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Ilona Weinreich   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>6   | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Je nach Vorkenntnissen werden die Kenntnisse der allgemeinen Verfahren der Datenanalyse vertieft und spezielle Verfahren vermittelt. In Kleingruppen werden unter Anleitung biologische Datensätze analysiert.  |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit Beispieldatensätzen aus der biologischen Forschung</li> <li>• Daten einlesen und bearbeiten (z.B. Optische Aufnahmen von Zellkulturen, Mikro-/Makroarrays)</li> <li>• Quantifikation biologischer Wachstumsprozesse</li> <li>• Anwendung von Matlab oder ImageJ/Java</li> <li>• Anwendung grundlegender Methoden aus der Bildverarbeitung</li> <li>• Segmentierungs- und Klassifikationsalgorithmen</li> <li>• Weiterführende mathematische Methoden (je nach Fragestellung z.B. Neuronale Netze, Wavelets, PCA)</li> </ul> |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Vorlesung, Übungen, Einbindung in aktuelle Projekte, praktische Übungen am Computer   |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung  |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Präsentation komplexer Sachverhalte</li> <li>• Transfer bekannter Konzepte auf neue Fragestellungen</li> <li>• Softwareentwicklung</li> <li>• Fähigkeit zu interdisziplinärer Arbeit</li> </ul>  |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)   |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Analysis, Lineare Algebra, Numerik, Bildverarbeitung  |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester  |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Nach Bedarf   |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik. Die vermittelten Methoden können auch für andere Anwendungsbereiche von Interesse sein.   |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>  | William Burger, Mark James Burge: Digitale Bildverarbeitung. Eine Einführung mit Java und ImageJ, Springer, 2006. Gerald J. Borso: Numerical Methods with MATLAB: A Resource for Engineers and Scientists,  |   |                            |                      |

| <b>Monte-Carlo-Simulation</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Claus Neidhardt |  |  |                                     |                      |
|--|--|--|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br><br>5  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>3+1<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br><br>3+1<br>V+Ü | Work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | <p>Die Monte-Carlo-Simulation ist eines der möglichen „Ausgewählten Themen der Mathematik“. Monte-Carlo-Simulationen haben in den letzten Jahren große Bedeutung erlangt, u.a. in Finanz- und Versicherungsmathematik, Biologie und Bildverarbeitung.</p> <p>Die Studenten lernen Verfahren zur Erzeugung von (Pseudo-)Zufallszahlen, zur Transformation auf vorgegebene Verteilungen und Tests zur Überprüfung der Güte eines Zufallszahlengenerators. Sie kennen Bedeutung und Verfahren zur Varianzreduktion. Sie verstehen das Konzept der Markov-Chain-Monte-Carlo-Methoden und kennen die wichtigsten Algorithmen. Sämtliche Themengebiete werden anhand vielfältiger Anwendungsbeispiele am Computer nachgebildet und vertieft.</p>   |  |                                     |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>  | <p>Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung (3 SWS) und einer Übung (1 SWS).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren und Anwendungsgebiete der Monte-Carlo-Simulation</li> <li>• Erzeugung von (Pseudo-)Zufallszahlen               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineare Kongruenzgeneratoren</li> <li>- weitere Generatoren</li> <li>- Tests von Güteeigenschaften der Generatoren</li> </ul> </li> <li>• Methoden zur Varianzreduktion               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stratified Sampling</li> <li>- Importance Sampling</li> </ul> </li> <li>• Elementare Theorie der Markov-Ketten</li> <li>• Markov-Chain-Monte-Carlo               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibbs-Sampler</li> <li>- Metropolis-Hastings-Algorithmus</li> </ul> </li> <li>• Statistische Analyse des Simulations-Outputs</li> <li>• Ising-Modell und weitere Beispiele</li> </ul> |  |                                     |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | Wechsel zwischen Vorlesung und Übung   |  |                                     |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturierung komplexer Problemstellungen</li> <li>• Teamarbeit in den Übungen</li> <li>• Umsetzung und Analyse mathematischer Modelle am Computer</li> </ul>  |  |                                     |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>  | Hausarbeit, Vortrag oder Testat  |  |                                     |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Grundvorlesungen Analysis, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie   |  |                                     |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester   |  |                                     |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | Einmal jährlich  |  |                                     |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                                       | Anwendungen in Finanz- und Versicherungsmathematik, insbesondere im Risikomanagement. Weiterführung in der Masterarbeit ist möglich.   |  |                                     |                      |

| <b>Multivariate Verfahren in der Ökologie</b><br><b>Multivariate Methods in Ecology</b> |  |   |                            |                      |
|---|--|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Michael Kinder   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Verständnis von komplexen ökologischen Zusammenhängen<br>Erfassung und Bewertung von problematischen Datensituationen<br>Kenntnis unterschiedlicher multivariater Verfahren<br>Interpretation multivariater Resultate  |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche<br/>Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktorenanalyse</li> <li>• Korrespondenzanalyse</li> <li>• Kanonische Korrespondenzanalyse</li> <li>• Kanonische Korrelationsanalyse</li> <li>• Co-Inertia-Analyse</li> <li>• Berechnung von Beispielen</li> <li>• Programmierung von Verfahren</li> <li>• Anwendung von Spezialsoftware</li> </ul> |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen und praktischen Übungen am Computer, Durchführung von kleinen Projekten  |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung   |   |                            |                      |
| <b>Schlüssel-<br/>qualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vernetztes Denken</li> <li>• interdisziplinäres Arbeiten</li> <li>• Programmierung</li> </ul>   |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | Hausarbeit und Vortrag oder Testat   |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Gute statistische Kenntnisse, Pflichtmodul Multivariate Statistik  |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Nach Bedarf  |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und<br/>Einordnung</b>  | Dieses Modul ist ein Wahlmodul für den Bereich Biomathematik.  |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>  | <a href="http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/">http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/</a><br>L. Fahrmeir, A. Hamerle, G. Tutz (Hrsg.), Multivariate statistische Verfahren, de Gruyter, 1996   |   |                            |                      |

| <b>Neuronale Netze, Genetische Algorithmen und Zelluläre Automaten</b><br>Neuronal Networks, Genetic Algorithms and Cellular Automata |  |   |                            |                      |
|---|--|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Michael Kinder   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Abgeleitet aus der Vorstellung vom Ablauf biologischer Prozesse wurden zunächst heuristisch mathematische Verfahren zur Modellierung und Simulation entwickelt. Die unterschiedlichen Methoden werden vor allem an Beispielen erarbeitet. Diese Beispiele werden mit vorhandener Standardsoftware bearbeitet oder die Methoden werden eigenständig programmiert. |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronale Netze:</li> <li>• Genetische Algorithmen:</li> <li>• Zelluläre Automaten:</li> </ul>  |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen und praktischen Übungen am Computer, Durchführung von kleinen Projekten  |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung   |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in eine mathematische Formulierung</li> <li>• Präsentation von schwierigen Sachverhalten</li> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf neue Fragestellungen</li> <li>• fortgeschrittenes algorithmisches Denken</li> <li>• Programmierung</li> </ul>                          |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | Hausarbeit und Vortrag oder Testat   |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Gute Programmierkenntnisse   |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Nach Bedarf  |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Dieses Modul ist ein Wahlmodul für den Bereich Biomathematik. Die aufgeführten Methoden werden aber auch in anderen Anwendungsbereichen verwendet.   |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>  |  |   |                            |                      |

| <b>Nichtlineare Regression</b><br><b>Nonlinear Regression</b> |  |   |                            |                      |
|---|--|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Michael Kinder   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>                                      | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Oft treten bei der Modellierung mit nichtlinearen Funktionen oder gewöhnlichen DGL Parameterschätzprobleme auf. Diese Probleme sollen mathematisch beschrieben und klassifiziert werden können. Für unterschiedliche Problemklassen werden Lösungsansätze erarbeitet und zum Teil auch programmiertechnisch umgesetzt.   |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzüberblick zur Linearen Regression</li> <li>• Parameterschätzung bei speziellen nichtlinearen Funktionen (rationale Funktionen, separierbare Variablen, ...)</li> <li>• Parameterschätzung bei nichtlinearen Funktionen (Gauß-Newton-Verfahren,...)</li> <li>• Parameterschätzung bei gewöhnlichen DGL-Systemen mittels Ein-fachschießverfahren</li> <li>• Parameterschätzung bei gewöhnlichen DGL-Systemen mit der Mehrzielmethode</li> <li>• Mehrzielmethode zur Lösung von Randwertproblemen</li> <li>• Benutzung von Programmbibliotheken und Spezialsoftware</li> </ul> |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>                                      | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen und praktischen Übungen am Computer, Durchführung von kleinen Projekten  |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung   |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in eine mathematische Formulierung</li> <li>• Tafelpräsentation von schwierigen Sachverhalten</li> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf neue Fragestellungen</li> <li>• fortgeschrittenes algorithmisches Denken</li> <li>• Programmierung</li> </ul>   |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                                       | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)  |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Grundkenntnisse in den Bereichen Lineare Regression, Optimierung, gewöhnliche DGL und Numerik  |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>                                       | 1 Semester   |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>                                     | Nach Bedarf  |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                          | Dieses Modul ist ein Wahlmodul für den Bereich Biomathematik. Die aufgeführten Methoden werden aber auch in anderen Anwendungsbereichen zur Parameterschätzung verwendet.  |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>  | W. Alt, Nichtlineare Optimierung, Vieweg 2002<br>F. Jarre, J. Stoer, Optimierung, Springer 2004<br>P. Spellucci, Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung, Birkhäuser 1993<br>M. Hanke-Bourgeois, Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, Teubner, 2006   |   |                            |                      |

| <b>Statistische Thermodynamik in der Biologie</b> |  |   |                        |                  |
|---|--|---|------------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>                            | Prof. Dr. Maik Kschischo   |   |                        |                  |
| <b>Allg. Information</b>                          | ECTS Leistungspunkte<br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br>6 | Anzahl<br>der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>                                  | Grundkenntnisse der Thermodynamik und klassischen statistischen Physik mit Anwendungen in der Biologie und Physiologie   |   |                        |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entropie und Information, das Maximum Entropie-Prinzip</li> <li>• Statistische Gesamtheiten</li> <li>• Thermodynamik der Gleichgewichte</li> <li>• Einführung in irreversible Vorgänge</li> <li>• Biologische Anwendungen: Zelluläre Transportprozesse, Biochemische Reaktionen und ihre Energetik, Evolutionsprozesse</li> </ul>   |   |                        |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>                          | Vorlesungen, Übungen und Kurzvorträge der Studierenden zu ausgewählten Themen  |   |                        |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>                             | Bis zu 25  |   |                        |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundverständnis der Physikalischen Modellbildung</li> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf konkrete Fragestellungen</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> </ul>   |   |                        |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>                           | (Hausarbeit und Vortrag)   |   |                        |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>                            | Kenntnisse der Analysis mehrerer Veränderlicher und der linearen Algebra, Grundkenntnisse gewöhnlicher Differentialgleichungen, Grundkenntnisse der Physik   |   |                        |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>                           | 1 Semester   |   |                        |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>                         | Nach Bedarf  |   |                        |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>              | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Biomathematik. Es ist aber auch für Studierende des Masterstudiengangs Applied Physics geeignet. Auch interessierte Wirtschaftsmathematiker können von den übergreifenden Konzepten der Statistischen Physik profitieren.   |   |                        |                  |
| <b>Literatur</b>                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. R. Caplan and A. Essig. Bioenergetics and Linear Nonequilibrium Thermodynamics: The Steady State (Harvard Books in Biophysics), 1988</li> <li>2. L. E. Reichl, A Modern Course in Statistical Physics. Wiley &amp; Sons; 1998.</li> <li>3. K. A. Dill and S. Bromberg, Statistical Thermodynamics in Chemistry and Biology, Garland Publishing Inc,US, 2002.</li> </ol> |   |                        |                  |

## 5. Schwerpunktwahlmodule aus der Wirtschaftsmathematik

| <b>Finanzinnovationen</b><br>Innovations in Finance |   |  |                         |                      |
|---|---|--|-------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>                              | Prof. Dr. Jürgen Kremer   |  |                         |                      |
| <b>Allg. Information</b>                            | ECTS Leistungspunkte<br><br>6   | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>                                    | Aktuelle Anlageangebote von Banken, wie etwa Sparverträge, bei denen die Renditen von den Renditen eines Aktienindex abhängen, sind strukturierte Produkte, deren Bewertung zunächst eine Zerlegung in einfachere Bausteine voraussetzt. Die Studenten lernen im Verlaufe der Vorlesung derartige Finanzprodukte kennen. Sie werden weiter damit vertraut, die zugehörigen Produktbeschreibungen zu verstehen, und schließlich sollen sie lernen, komplexe Produkte in einfachere Bestandteile zu zerlegen, um sie anschließend bewerten zu können. |  |                         |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen von Produktbeschreibungen strukturierter Produkte</li> <li>• Zerlegung von Finanzprodukten in bekannte Bausteine</li> <li>• Bewertung strukturierter Produkte</li> <li>• Programmierung der Bewertung und Szenario-Analysen</li> <li>• Monte-Carlo- und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren zur Bewertung pfadabhängiger Derivate</li> </ul>   |  |                         |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>                            | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, Programmierübungen   |  |                         |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>                               | keine Beschränkung  |  |                         |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Produktbeschreibungen in einen Satz finanzmathematischer Bausteine</li> <li>• Entwurf und Implementierung von Bewertungs-Algorithmen</li> <li>• Präsentation komplexer Sachverhalte</li> </ul>   |  |                         |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>                             | Klausur, mündliche Prüfung oder Vortrag   |  |                         |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>                              | Ein- und Mehrperioden-Modelle, Bewertung von Plain-Vanilla Derivaten  |  |                         |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>                             | 1 Semester  |  |                         |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>                           | einmal jährlich   |  |                         |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                | Dieses Modul gehört zur Ausrichtung Finance des Masterstudiengangs und bildet einen Teil des Schwerpunktes „Financial Engineering“. Es vermittelt praxisrelevante Kenntnisse zur Bewertung von Derivaten und strukturierten Produkten in Banken, dient aber auch der Vorbereitung forschungsorientierter Themen für Masterarbeiten.   |  |                         |                      |
| <b>Literatur</b>                                    | Risk- Neutral Valuation. Pricing and Hedging of Financial Derivatives, Nicholas H. Bingham und Rüdiger Kiesel.<br>Options, Futures and other Derivatives, John Hull   |  |                         |                      |

| <b>Numerische Bewertung von Finanzinstrumenten</b><br>Numerical Valuation of Financial Instruments |  |   |                            |                      |
|--|--|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>   | Prof. Dr. Uwe Jaekel   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | <p>Moderne Finanzinstrumente bieten Chancen, Investitionen an individuelle Präferenzen anzupassen, bergen aber auch zahlreiche Risiken. Sowohl für die faire Bewertung als auch für die Absicherung gegen Risiken sind oft komplexe Modelle und umfangreiche numerische Berechnungen erforderlich. Die Studenten lernen, Bewertungsprobleme mathematisch zu formulieren und mit Hilfe stochastischer und deterministischer Algorithmen zu lösen.</p> |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung von Bewertungsproblemen durch stochastische Prozesse</li> <li>• Darstellung durch partielle Differentialgleichungen und Integro-Differentialgleichungen</li> <li>• Dynamische Programmierung</li> <li>• Monte-Carlo- und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren</li> <li>• Finite-Elemente- und Finite-Differenzen-Verfahren</li> <li>• Fourier-Transformations-Methoden</li> </ul>                        |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, computergestützten Fallbeispielen und Vorträgen über aktuelle Publikationen   |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>  | keine Beschränkung   |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Entwurf und Implementierung numerischer Algorithmen</li> <li>• Präsentation komplexer Sachverhalte</li> </ul>   |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>  | Klausur, mündliche Prüfung oder Vortrag  |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Wahrscheinlichkeitstheorie, Numerik, Portfoliotheorie  |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester   |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | einmal jährlich  |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>   | <p>Dieses Modul gehört zur Ausrichtung Finance des Masterstudiengangs und bildet einen Teil des Schwerpunktes „Financial Engineering“. Es vermittelt praxisrelevante Kenntnisse zur Bewertung und Absicherung von Derivaten in Banken, dient aber auch der Vorbereitung forschungsorientierter Themen für Masterarbeiten.</p>  |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>   | <p>The Mathematics of Financial Derivatives: A Student Introduction von P. Wilmott, Sam Howison und Jeff Dewynne von Cambridge University Press</p> <p>Risk- Neutral Valuation. Pricing and Hedging of Financial Derivatives (Springer Finance) von Nicholas H. Bingham und Rüdiger Kiesel.</p>  |   |                            |                      |

| <b>Risikomanagement in Banken</b><br>Risk management in banking |  |  |                     |                  |
|---|--|--|---------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Claus Neidhardt  |  |                     |                  |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br>6  | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>6 | Anzahl der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Risikomanagement ist – auch durch einzelne Großschadenerscheinungen der jüngeren Vergangenheit – zu einer wesentlichen Aufgabe im Bankgeschäft geworden. Die Studenten lernen die umfangreichen Richtlinien und Vorgaben des Baseler Ausschusses zum Risikomanagement kennen, untersuchen die Probleme, denen Banken sich bei der Umsetzung gegenüberstehen, und erlernen Steuerungskonzepte auf Basis der Vorgaben aus dem Risikomanagement-Prozess.  |  |                     |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikomanagement-Prozess, bankbetriebliche Risikoarten</li> <li>• Struktur der Baseler Eigenkapital-Vereinbarung (Basel II)</li> <li>• Eigenkapital-Anforderungen gemäß Basel II</li> <li>• Modellierung und Bewertung von Kreditrisiken</li> <li>• Modellierung und Bewertung von Marktrisiken</li> <li>• Modellierung und Bewertung operationeller Risiken</li> <li>• Validierung und Kalibrierung von Modellen</li> <li>• Risikoorientierte Kapitalallokation</li> <li>• Modell- und Schätzrisiken in der Portfoliobewertung und -optimierung</li> </ul> |  |                     |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, computergestützten Fallbeispielen und Vorträgen über aktuelle Publikationen   |  |                     |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung   |  |                     |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Präsentation komplexer Sachverhalte</li> <li>• Interdisziplinärer Zugang zu quantitativen und qualitativen Fragestellungen der Finanzwirtschaft</li> </ul>  |  |                     |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | Klausur, mündliche Prüfung oder Vortrag  |  |                     |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik, Investitionstheorie, Portfoliotheorie   |  |                     |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |  |                     |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>                                       | einmal jährlich  |  |                     |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                            | Dieses Modul gehört zur Ausrichtung Finance des Masterstudiengangs und bildet einen Teil des Schwerpunktes „Risikomanagement in Banken und Versicherungen“. Es vermittelt praxisrelevante Kenntnisse zum Risikomanagement-Prozess in Banken, dient aber auch der Vorbereitung forschungsorientierter Themen für Masterarbeiten.  |  |                     |                  |
| <b>Literatur</b>  | Basel Committee on Banking Supervision: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards – A Revised Framework, Basel, 2005.<br>P. Embrechts, R. Frey, A. McNeill, Quantitative risk management, University Presses of CA, 2005  |  |                     |                  |

| <b>Wertorientierte Steuerung im Versicherungsunternehmen</b><br>Value based management in insurance |   |   |                            |                      |
|---|---|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Jochen Wolf   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>6   | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Die Risikotragung stellt die Kernkompetenz von Versicherungsunternehmen dar. Wertorientierte Steuerung fußt daher auf einem adäquates Risikomanagement und einer sinnvolle Erfolgsmessung. Vorgestellt werden der betriebswirtschaftliche Hintergrund und der Einsatz mathematischer Methoden in der Praxis. Die Konzepte werden an einem Beispielunternehmen erläutert.  |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikomanagementprozess</li> <li>• mathematische Modellierungsansätze für die Risiken eines Versicherungsunternehmens</li> <li>• marktkonsistente Bewertung von versicherungstechnischen Verbindlichkeiten</li> <li>• Risikokapital und Methoden der Kapitalallokation</li> <li>• Risikokapitalmodelle in der Praxis (Ratingmodelle, interne Modelle, Aufsichtsmodelle unter Solvency II)</li> <li>• Methoden der Erfolgsmessung</li> <li>• Konzepte der wertorientierten Steuerung</li> </ul> |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, computerunterstützten Fallbeispielen und Vorträgen über aktuelle Publikationen   |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | keine Beschränkung  |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Präsentation von komplexen Sachverhalten</li> <li>• interdisziplinärer Zugang zu quantitativen und qualitativen Fragestellungen der Versicherungswirtschaft</li> </ul>   |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | Klausur, mündliche Prüfung oder Vortrag   |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Kenntnisse über Versicherungs-, Finanzmathematik und Wirtschaftswissenschaften im Umfang der entsprechenden Module des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsmathematik   |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester  |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | einmal jährlich   |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Dieses Modul gehört zum Ausrichtung Finance des Masterstudiengangs und bildet einen Teil des Schwerpunktes Risikomanagement in Banken und Versicherungen.. Es vermittelt zum einen praxisrelevante Kenntnisse in Anlehnung an die DAV-Ausbildung, bereitet zum anderen auf forschungsorientierte Themen für Masterarbeiten vor.   |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>  | P. Embrechts, R. Frey, A. McNeill, Quantitative risk management, University Presses of CA, 2005<br>T. Nguyen, Handbuch der wert- und risikoorientierten Steuerung von Versicherungsunternehmen, Verlag Versicherungswirtschaft, 2008<br>M. Wüthrich, H. Bühlmann, Market-consistent Actuarial Valuation, Springer, 2008   |   |                            |                      |

## 6. Weitere Wahlmodule aus der Wirtschaftsmathematik

| <b>Einführung in die Spieltheorie</b><br>Introduction to Game Theory |   |  |                     |                  |
|--|---|--|---------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>   | Prof. Dr. Claus Neidhardt   |  |                     |                  |
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br>6   | Leistungspunkte pro Veranstaltung<br>6 | Anzahl der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | Die Studenten lernen die wesentlichen Merkmale zur mathematischen Klassifikation von Spielen kennen. Sie erlernen die Methoden zur Bewertung nicht-kooperativer Spiele und verstehen die Ansätze zur Analyse kooperativer Spiele. Weiterhin lernen sie Anwendungen der Spieltheorie in Wirtschafts- und Finanzwissenschaft, Soziologie und Psychologie sowie Biologie kennen.   |  |                     |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation von Spielen</li> </ul> <u>Nicht-kooperative Spiele</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spiele in Normalform, Dominanz, Nash-Gleichgewichte</li> <li>• Zwei-Personen-Nullsummenspiele, Minimax-Theorem</li> <li>• Stetige Spiele: Duopole, Allmende-Problem</li> <li>• Spiele in extensiver Form</li> </ul> <u>Kooperative Spiele</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhandlungen und Auktionen, Nash-Verhandlungslösung</li> <li>• Koalitionsspiele: Imputationen, Kern eines Spiels</li> <li>• Shapley-Wert und Nukleolus</li> </ul> |  |                     |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, Durchführung von kleinen Projekten, und praktischen Übungen am Computer  |  |                     |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>  | keine Beschränkung  |  |                     |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Präsentation komplexer Sachverhalte</li> <li>• Transfer bekannter Konzepte auf neue Fragestellungen</li> <li>• Strategisches Denken</li> </ul>   |  |                     |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>  | Klausur, mündliche Prüfung oder Vortrag   |  |                     |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Differentialrechnung in einer und mehreren Veränderlichen, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie  |  |                     |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester  |  |                     |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | Nach Bedarf   |  |                     |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                                 | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Finance des Masterstudiengangs. Es existieren jedoch auch Anwendungen der Spieltheorie, die für den Bereich Life Science relevant sind (z.B. die Theorie evolutionärer Spiele).  |  |                     |                  |
| <b>Literatur</b>   | D. Fudenberg, J. Tirole, Game Theory, The MIT press, Cambridge (Mass.), 1991.<br>W. Schlee, Einführung in die Spieltheorie, Vieweg, Braunschweig 2004.  |  |                     |                  |

| <b>Höhere Sachversicherungsmathematik</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Claus Neidhardt |   |                                   |                |           |
|--|---|-----------------------------------|----------------|-----------|
| Allg. Information  | ECTS Leistungspunkte  | Leistungspunkte pro Veranstaltung | Anzahl der SWS | work load |
|  | 5   | 4+1<br>V+Ü                        | 3+1<br>V+Ü     | 150       |
| Lernziele  | Die Veranstaltung vertieft wesentliche Themen der Bachelorvorlesung Sachversicherungsmathematik, insbesondere in den Bereichen Risikotheorie und Tarifierung.<br>Die Studierenden lernen Verfahren zur exakten und approximativen Berechnung einer Gesamtschadenverteilung. Sie verstehen die Methodik und die wichtigsten Modelle der Kredittheorie. Sie kennen die wichtigsten Fragestellungen in der Tarifierung von Sachversicherungsprodukten, die Verfahren zur Auswahl von Tarifmerkmalen und die Einsatzmöglichkeiten von linearen und verallgemeinerten linearen Modellen.<br>Die Studierenden kennen eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen zu diesen Themen und können sie am Computer umsetzen und analysieren.   |                                   |                |           |
| Inhaltliche Beschreibung   | Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungseinheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exakte / approximative Berechnung von Gesamtschadenverteilungen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faltungen und Summenverteilungen</li> <li>- PSV-Approximation und Normal-Power-Approximation</li> <li>- Rekursionsverfahren von Panjer, Korniya und de Pril</li> </ul> </li> <li>• Kredittheorie                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ansatz der Kredittheorie</li> <li>- Poisson-Gamma-Modell</li> <li>- Bühlmann-Straub-Modell</li> </ul> </li> <li>• Tarifierung in der Schadenversicherung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl von Tarifmerkmalen</li> <li>- Maximum-Likelihood-Methode</li> <li>- Lineare Modelle</li> <li>- Verallgemeinerte Lineare Modelle</li> </ul> </li> </ul> |                                   |                |           |
| Unterrichtsformen  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übung und Rechnerübung  |                                   |                |           |
| Schlüsselqualifikationen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen</li> <li>• Modellierung, Strukturierung und Bearbeitung komplexer Fragestellungen mit mathematischen Methoden</li> <li>• Implementierung und Lösung wirtschaftsmathematischer Probleme am Computer</li> </ul>   |                                   |                |           |
| Prüfungsleistung   | Hausarbeit, Vortrag oder Testat   |                                   |                |           |
| Voraussetzungen  | Bachelor-Vorlesungen Analysis I und II, Lineare Algebra I, Wahrscheinlichkeitstheorie, Anwendungssysteme/Computermathematik, Schadenversicherungsmathematik   |                                   |                |           |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |                                   |                |           |
| Angebot des Moduls   | Einmal jährlich   |                                   |                |           |
| Verwendbarkeit und Einordnung  | Die Vorlesung behandelt wesentliche Themen für die Prüfung Schadenversicherungsmathematik (Spezialwissen) der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) und liefert damit weiterführende Kenntnisse über die Aufgabenfelder eines Mathematikers in einem Sachversicherungsunternehmen   |                                   |                |           |

| <b>Ökonometrie</b><br>Econometrics   |  |   |                        |                  |
|--------------------------------------|--|---|------------------------|------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>               | Prof. Dr. Michael Kinder   |   |                        |                  |
| <b>Allg. Information</b>             | ECTS Leistungspunkte<br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br>6 | Anzahl<br>der SWS<br>4 | work load<br>150 |
| <b>Lernziele</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung von unterschiedlichen allgemeinen Modellen von Zeitreihen und speziellen Ansätzen in der Wirtschaftsmathematik</li> <li>• Theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrung bei der Analyse von Zeitreihen</li> </ul>  |   |                        |                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallbeispiele und Klassifizierung</li> <li>• ARMA- und ARIMA-Modelle</li> <li>• Spektraltheorie</li> <li>• Parameterschätzung, Glättung, Filterung, Prognose</li> <li>• Zeitreihen mit saisonalem Anteil</li> <li>• Nichtlineare Zeitreihen (GARCH-Modelle)</li> <li>• Programmierung von Methoden</li> <li>• Benutzung von Programmbibliotheken und Spezialsoftware zur Optimierung</li> </ul> |   |                        |                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>             | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, Durchführung von praktischen Übungen und kleinen Projekten am Computer  |   |                        |                  |
| <b>Teilnehmerzahl</b>                | keine Beschränkung   |   |                        |                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung konkreter Problemstellungen</li> <li>• Tafelpräsentation von schwierigen Sachverhalten</li> <li>• Pragmatische Vorgehensweise</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Programmierung</li> </ul>   |   |                        |                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>              | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)  |   |                        |                  |
| <b>Voraussetzungen</b>               | Statistik  |   |                        |                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>              | 1 Semester   |   |                        |                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>            | Nach Bedarf  |   |                        |                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b> | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Wirtschaftsmathematik. Die aufgeführten Methoden werden aber auch in anderen Anwendungsbereichen zur Zeitreihenanalyse verwendet.   |   |                        |                  |
| <b>Literatur</b>                     | Löbus, J.U., Ökonometrie, Vieweg 2001<br>Stier, W., Methoden der Zeitreihenanalyse, Springer 2001  |   |                        |                  |

| <b>Personenversicherungsmathematik</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Claus Neidhardt |  |  |                                     |                      |
|---|--|--|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>5  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>4+1<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br><br>3+1<br>V+Ü | Work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | <p>Mit den Themen Altersversorgung und Krankenversicherung behandelt die Veranstaltung Personenversicherungsmathematik zwei Gebiete, denen momentan herausragende praktische Bedeutung zukommt.</p> <p>Die Studierenden lernen die drei Säulen der Altersversorgung in Deutschland kennen. Sie verstehen die Systematik der Leistungsberechnung in der gesetzlichen Rentenversicherung, die Durchführungswege der betrieblichen Altersversorgung und die Produkte der privaten Altersversorgung. Sie kennen die steuerlichen Förderungsmöglichkeiten von Altersversorgungsprodukten und können die Rentabilität dieser Produkte unter steuerlichen Gesichtspunkten bewerten.</p> <p>Im zweiten Teil der Veranstaltung erlernen die Studierenden die Kalkulation von Krankenversicherungsprodukten und verstehen die Unterschiede zur Tarifierung in der Lebensversicherung. Sie verstehen den Einfluss der Kosten und der demographischen Entwicklung auf die Krankenversicherung und können quantitative Modelle dazu am Computer entwickeln.</p> |  |                                     |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <p>Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungseinheit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Drei-Säulen-Modell der Altersversorgung, Kapitaldeckung und Umlageverfahren</li> <li>• Leistungsberechnung in der gesetzlichen Rentenversicherung</li> <li>• Durchführungswege der betrieblichen Altersversorgung, Unterschiede zwischen den Durchführungsweegen</li> <li>• Steuerliche Förderung der betrieblichen Altersversorgung</li> <li>• Private Altersversorgung, Produkte und steuerliche Förderung</li> <li>• Rentabilität von Altersversorgungsprodukten unter steuerlichen Gesichtspunkten</li> <li>• Gesetzliche und private Krankenversicherung in Deutschland</li> <li>• Tarifierung in der privaten Krankenversicherung, Kopfschäden</li> <li>• Rechnungslegung, Alterungsrückstellung</li> <li>• Einfluss von Kostensteigerungen und demographischer Entwicklung</li> </ul>   |  |                                     |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übung und Rechnerübung   |  |                                     |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen</li> <li>• Modellierung, Strukturierung und Bearbeitung komplexer Fragestellungen mit mathematischen Methoden</li> <li>• Implementierung und Lösung wirtschaftsmathematischer Probleme am Computer</li> </ul>  |  |                                     |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | Hausarbeit, Vortrag oder Testat  |  |                                     |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Grundvorlesungen Analysis, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie, Lebensversicherungsmathematik  |  |                                     |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |  |                                     |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Einmal jährlich  |  |                                     |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse der hochaktuellen Themen Altersversorgung und Krankenversicherung, die für eine Tätigkeit bei Versicherungen, Finanzdienstleistern und Beratungsunternehmen von Bedeutung sind. Eine Weiterführung der Themen in einer Masterarbeit ist möglich.   |  |                                     |                      |

| <b>Spezielle Verfahren des Operations Research</b><br>Special topics in Operations Research |  |   |                            |                      |
|---|--|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Ansprechpartner</b>  | Prof. Dr. Michael Kinder   |   |                            |                      |
| <b>Allg. Information</b>  | ECTS Leistungspunkte<br><br>6  | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>6 | Anzahl<br>der SWS<br><br>4 | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>  | Je nach Vorkenntnissen werden die Kenntnisse bei allgemeinen Verfahren der Optimierung vertieft und spezielle Verfahren des Operations Research erarbeitet. In Kleingruppen werden unter Anleitung spezielle Optimierungsprobleme analysiert und gelöst.   |   |                            |                      |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallbeispiele und Klassifizierung</li> <li>• Praxis der beschränkten Optimierung</li> <li>• Innere-Punkt-Verfahren</li> <li>• Ganzzahlige Optimierung</li> <li>• Gemischt-ganzzahlige Optimierung</li> <li>• Projekt-Ressourcen.Planung</li> <li>• Spezielle Verfahren zur Optimierung in Graphen und Netzwerken</li> <li>• Benutzung von Programmbibliotheken und Spezialsoftware zur Optimierung</li> </ul> |   |                            |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Wechsel zwischen Vorlesung, Übungen, Durchführung von kleinen Projekten, und praktischen Übungen am Computer   |   |                            |                      |
| <b>Teilnehmerzahl</b>   | Maximal 7 Studierende  |   |                            |                      |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung konkreter Problemstellungen in mathematische Modelle</li> <li>• Tafelpräsentation von schwierigen Sachverhalten</li> <li>• Transfer von bekannten Konzepten auf neue Fragestellungen</li> <li>• Abstraktionsvermögen</li> <li>• Programmierung</li> </ul>   |   |                            |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | (Hausarbeit und Vortrag oder Testat) oder (Klausur)  |   |                            |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Differentialrechnung in einer und mehreren Veränderlichen, Lineare Algebra, Grundkenntnisse in Optimierung   |   |                            |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |   |                            |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Nach Bedarf  |   |                            |                      |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>  | Dieses Modul ist ein Wahlmodul aus dem Bereich Wirtschaftsmathematik. Die aufgeführten Methoden werden aber auch in anderen Anwendungsbereichen zur Optimierung verwendet.   |   |                            |                      |
| <b>Literatur</b>  | K. Neumann, M. Morlock, Operations Research, Hanser, 2002<br>J. Kallrath, Gemischt-ganzzahlige Optimierung, Vieweg 2002<br>C. Geiger, C. Kanzow, Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben, Springer, 2002   |   |                            |                      |

| <b>Stetige Finanzmathematik</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Kremer |   |  |                                     |                      |
|--|---|--|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Allg. Information</b>   | ECTS Leistungspunkte<br><br>5   | Leistungspunkte pro<br>Veranstaltung<br><br>3+2<br>V+Ü | Anzahl<br>der SWS<br><br>2+2<br>V+Ü | work load<br><br>150 |
| <b>Lernziele</b>   | Fähigkeit zur Bewertung von europäischen und amerikanischen Optionen im<br>zeitstetigen Kontext,<br>Kenntnis des Black-Scholes-Modells<br>Vertrautheit mit den Begriffen Arbitrage und äquivalente Martingalmaße  |  |                                     |                      |
| <b>Inhaltliche<br/>Beschreibung</b>  | Dieses Modul wird im 2. Semester absolviert. Es besteht aus einer Vorlesung<br>und einer Übungseinheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brownsche Bewegung und Martingale</li> <li>• Ito-Formel</li> <li>• Handelsstrategien und Vermögensprozesse</li> <li>• Der Satz von Girsanov und äquivalente Martingalmaße</li> <li>• Bewertung von Derivaten nach dem Duplikationsprinzip</li> <li>• Bewertung von exotischen Optionen</li> </ul> |  |                                     |                      |
| <b>Unterrichtsformen</b>   | Wechsel zwischen Vorlesung und Übung  |  |                                     |                      |
| <b>Schlüssel-<br/>qualifikationen</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen</li> <li>• Modellierung, Strukturierung und Bearbeitung komplexer Fragestellungen mit mathematischen Methoden</li> <li>• Implementierung und Lösung wirtschaftsmathematischer Probleme am Computer</li> </ul>   |  |                                     |                      |
| <b>Prüfungsleistung</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausarbeit, Vortrag oder Testat</li> </ul>   |  |                                     |                      |
| <b>Voraussetzungen</b>   | Gute Kenntnisse in Analysis und stochastischen Prozessen  |  |                                     |                      |
| <b>Dauer des Moduls</b>  | 1 Semester  |  |                                     |                      |
| <b>Angebot des Moduls</b>  | Einmal jährlich   |  |                                     |                      |
| <b>Verwendbarkeit und<br/>Einordnung</b>                                   | Allgegenwärtige Anwendbarkeit in der finanzmathematischen Praxis  |  |                                     |                      |

| <b>Volkswirtschaftslehre</b><br>verantwortlich: Prof. Dr. Jürgen Kremer |  |                                   |                |           |
|---|--|-----------------------------------|----------------|-----------|
| Allg. Information   | ECTS Leistungspunkte   | Leistungspunkte pro Veranstaltung | Anzahl der SWS | work load |
|   | 5  | 3+2<br>V+Ü                        | 2+2<br>V+Ü     | 150       |
| <b>Lernziele</b>  | Die Studierenden sollen eine Einführung in das volkswirtschaftliche Denken erhalten und die Grundaussagen der VWL kennenlernen. Sie sollen die Grundzüge der Mikroökonomie und der Makroökonomie einordnen können. Am Beispiel konkreter Sachverhalte sollen die Studierenden die praktische Relevanz volkswirtschaftlicher Denkweisen und Methoden erkennen und anwenden können.  |                                   |                |           |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>   | Dieses Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übungseinheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden und Theorien der VWL,</li> <li>• Grundzüge der Mikroökonomie (Theorie des Haushalts und der Unternehmung, Markt- und Preistheorie) und der</li> <li>• Makroökonomie (Angebot und Nachfrage auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene)</li> <li>• Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Raumbezogene Wirtschaftstheorien, Wirtschaftswachstum und Konjunktur, Finanzmärkte, Arbeitsmarkt, internationale Arbeitsteilung</li> </ul> |                                   |                |           |
| <b>Unterrichtsformen</b>  | Vorlesung und Unterrichtsgespräch; Übungen in Form von Diskussion anwendungsorientierter Sachverhalte  |                                   |                |           |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlage für das Verständnis wirtschaftlicher Zusammenhänge</li> <li>• Teamarbeit, Diskussionsfähigkeit</li> </ul>   |                                   |                |           |
| <b>Prüfungsleistung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag oder Hausarbeit</li> </ul>  |                                   |                |           |
| <b>Voraussetzungen</b>  | Keine  |                                   |                |           |
| <b>Dauer des Moduls</b>   | 1 Semester   |                                   |                |           |
| <b>Angebot des Moduls</b>   | Einmal jährlich  |                                   |                |           |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b>                                    | Das Verständnis volkswirtschaftlicher Zusammenhänge ist Grundlage für das Verständnis der Ökonomie.  |                                   |                |           |

## 7. Weitere Wahlmodule

| <b>Spezielle Relativitätstheorie</b> |   |                                    |  |                                  |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|--|----------------------------------|
| <b>Allg. Information</b>             | Lehrveranstaltung<br>Vorlesung<br>Übung<br><b>Summe</b>                             | Kreditpunkte<br>4<br>1<br><b>5</b> | Kontaktzeit<br>3 SWS/45 h<br>1 SWS/15 h<br><b>4 SWS/60 h</b> | Selbststudium<br><br><b>90 h</b> |
| <b>Lernziele</b>                     |   |                                    |  |                                  |
| <b>Inhaltliche Beschreibung</b>      | wird z.Z. bearbeitet  |                                    |  |                                  |
| <b>Unterrichtsformen</b>             | Vorlesung, Kurzvorträge von Studierenden, Übungen, Literaturarbeit, Computerübungen |                                    |  |                                  |
| <b>Schlüsselqualifikationen</b>      |   |                                    |  |                                  |
| <b>Prüfungsleistung</b>              |   |                                    |  |                                  |
| <b>Voraussetzungen</b>               | Die spezifischen Voraussetzungen ergeben sich aus dem jeweiligen Vorlesungsangebot. |                                    |  |                                  |
| <b>Dauer des Moduls</b>              | 1 Semester  |                                    |  |                                  |
| <b>Angebot des Moduls</b>            | Nach Bedarf   |                                    |  |                                  |
| <b>Verwendbarkeit und Einordnung</b> | Kann auch von Studierenden im Masterstudiengang Applied Physics besucht werden      |                                    |  |                                  |