

**Modulhandbuch  
für die Studiengänge  
Biomathematik, Technomathematik und  
Wirtschaftsmathematik**

2024-02-03

Hochschule Koblenz  
RheinAhrCampus  
Fachbereich Mathematik und Technik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Mathematische Module für alle Bachelorstudiengänge</b>	<b>5</b>
2.1	Analysis I . . . . .	5
2.2	Analysis II . . . . .	6
2.3	Analysis III . . . . .	7
2.4	Analysis IV . . . . .	8
2.5	Lineare Algebra I . . . . .	9
2.6	Lineare Algebra II . . . . .	10
2.7	Wahrscheinlichkeitstheorie . . . . .	11
2.8	Statistik I . . . . .	12
2.9	Statistik II . . . . .	13
2.10	Lineare Optimierung und ausgewählte Themen . . . . .	14
2.11	Numerische Verfahren der Analysis . . . . .	15
2.12	Numerische Verfahren der Linearen Algebra . . . . .	16
2.13	Praktische Studienphase . . . . .	17
2.14	Bachelorarbeit . . . . .	18
2.15	Bachelorkolloquium . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Weitere Module für alle Bachelorstudiengänge</b>	<b>20</b>
3.1	Programmieren I . . . . .	20
3.2	Programmieren II und Datenbanken . . . . .	21
3.3	Computermathematik . . . . .	22
3.4	Fremdsprachen . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Module zur Biomathematik</b>	<b>24</b>
4.1	Bildverarbeitung . . . . .	24
4.2	Biowissenschaften I . . . . .	25
4.3	Biowissenschaften II . . . . .	26
4.4	Bioinformatik . . . . .	27
4.5	Biometrie . . . . .	28
<b>5</b>	<b>Module zur Technomathematik</b>	<b>29</b>
5.1	Bildgebung . . . . .	29
5.2	Physik I . . . . .	31
5.3	Physik II . . . . .	32
5.4	Physik III . . . . .	33
5.5	Elektrotechnik . . . . .	34
5.6	Mess- und Sensortechnik . . . . .	35
5.7	Signalverarbeitung . . . . .	36
5.8	Digitaltechnik . . . . .	37
5.9	Regelungstechnik . . . . .	39
5.10	Funktionsdiagnostik und Therapiesysteme . . . . .	40
5.11	Robotik . . . . .	41
5.12	Bildverarbeitung . . . . .	42
5.13	Medizinische Strahlenphysik und Technik . . . . .	43
5.14	Lasermesstechnik . . . . .	44
5.15	Laserphysik und Lichtwellenleitertechnik . . . . .	45
5.16	Optikrechnen . . . . .	46

5.17 Optik . . . . .	47
<b>6 Module zur Wirtschaftsmathematik</b>	<b>48</b>
6.1 Wirtschaftswissenschaften und Investmenttheorie . . . . .	48
6.2 Personenversicherungsmathematik . . . . .	49
6.3 Diskrete Finanzmathematik . . . . .	50
6.4 Portfoliotheorie und Risikomanagement . . . . .	51
6.5 Sachversicherungsmathematik . . . . .	52
6.6 Rechnungslegung . . . . .	53
6.7 Data Science und Machine Learning . . . . .	54

# 1 Einleitung

Die Modulbeschreibungen enthalten neben inhaltlichen Informationen auch Angaben zur verwendeten Literatur, zu den vergebenen ECTS-Leistungspunkten, zum Zeitaufwand, zu Unterrichtsformen und zur Art des Leistungsnachweises. Klausuren dauern in der Regel 90 Minuten. In Einzelfällen kann eine Dozentin bzw. ein Dozent um bis zu 30 Minuten davon abweichen. Zu jedem Modul ist ein Verantwortlicher für die Konzeption des Moduls angegeben. Alle Module beschränken sich auf ein Semester.

# 2 Mathematische Module für alle Bachelorstudiengänge

## 2.1 Analysis I

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r): Kschicho  
 Turnus: jedes Semester  
 Lehrende: Brück, Jaekel, Kinder, Kremer, Neidhardt, Wolf  
 Zwingende Voraussetzungen: keine  
 Inhaltliche Voraussetzungen: Schulkenntnisse der Mathematik  
 Verwendbarkeit: B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik  
 Sprache: Deutsch  
 Standort: RAC

### Lernziele und Kompetenzen

Es wird eine grundlegende Einführung in die Analysis gegeben, wobei die Analysis einer reellen Variablen bearbeitet wird. Ziel ist neben der Vermittlung der analytischen Kenntnisse auch die Einführung in Techniken und Denkweisen der Mathematik.

### Inhalt

Reelle Zahlen, Unendliche Reihen, Funktionen, Stetigkeit, Differentialrechnung, Taylor-Reihen.

### Literatur

Forster, O., Analysis 1, Vieweg+Teubner Verlag; Auflage: 10, 2011.  
 Heuser, H., Lehrbuch der Analysis, Teil 1, Vieweg+Teubner, 15. Auflage, 2003.  
 Meyberg, K., Vachnauer, P., Höhere Mathematik 1, Springer, 6. Auflage, 2011.

## 2.2 Analysis II

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kschischo	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Jaekel, Kinder, Kremer, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis einer reellen Veränderlichen (Analysis I)		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Ziel ist neben der Vermittlung der analytischen Kenntnisse auch die Schulung von Techniken und Denkweisen der Mathematik.

### Inhalt

Die Integralrechnung einer reellen Variablen wird fortgeführt und die Differentialrechnung mehrerer Variablen wird behandelt. Inhalte umfassen: Integralrechnung, Topologie metrischer Räume, Kompaktheit, Partielle Ableitung, Taylor Formel, Kurven, Totale Differenzierbarkeit, Kettenregel, Implizite Funktionen, Lagrange Multiplikatoren, Vektorfelder.

### Literatur

Forster, O., Analysis 2, Vieweg+Teubner Verlag; Auflage: 10, 2011 oder ähnliche Literatur.

## 2.3 Analysis III

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kschischo	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kschischo, Neidhardt, Kinder, Wolf, Kremer, Jaekel		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Differentialrechnung mehrerer reeller Variablen (Analysis II)		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Schulung von Techniken und Denkweisen der Mathematik wird fortgeführt.

### Inhalt

Es wird eine Einführung in die mehrdimensionale Integralrechnung und die Vektoranalysis gegeben. Die wesentlichen Inhalte umfassen Kurven-, Flächen- und Volumenintegrale, Vektoranalysis und Integralsätze (Gauss, Stokes und Green).

### Literatur

- Forster, O., Analysis 3, Vieweg+Teubner Verlag; Auflage: 10, 2011.  
 Heuser, H., Gewöhnliche Differentialgleichungen, Vieweg+Teubner, 5. Auflage, 2006.  
 Meyberg, K., Vachenaer, P., Höhere Mathematik 2, Springer, 4. Auflage, 2011.

## 2.4 Analysis IV

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kschischo	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kschischo, Neidhardt, Kinder, Wolf, Kremer, Jaekel		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Differentialrechnung mehrerer reeller Variablen (Analysis II)		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Schulung von Techniken und Denkweisen der Mathematik wird fortgeführt. Die Studenten erhalten einen Einblick in die Modellierung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen.

### Inhalt

Komplexe Analysis (komplexe Funktionen, Holomorphe Funktionen, Cauchysche Integralformel, Laurentreihen, Residuensatz und Trennung der Variablen) und Gewöhnliche Differentialgleichungen (Trennung der Variablen, Variation der Konstanten, Existenz- und Eindeutigkeitssatz, Lineare Systeme, Stabilität von Fixpunkten, Grundlagen der qualitativen Theorie)

### Literatur

Werner, D., Höhere Analysis, Springer Verlag; 2009 oder ähnliche Literatur.



## 2.5 Lineare Algebra I

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neidhardt	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Dellen, Jaekel, Kinder, Kremer, Kschischo, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Lineare Algebra vermittelt einerseits die Werkzeuge zur Behandlung geometrischer Probleme und zur Lösung linearer Gleichungssysteme, andererseits dient sie zur Einführung in die formale, strukturbetonte Methodik der modernen Mathematik. Die Studierenden lernen die grundlegenden Techniken der Matrizenrechnung und der Lösung linearer Gleichungssysteme, schulen ihre geometrische Anschauung anhand von Vektorrechnung und den Begriffen Basis, Dimension und Linearität und üben formales Argumentieren und Beweisen.

### Inhalt

Aussagenlogik, Mengen, Zahlbereiche, komplexe Zahlen, elementare Vektorrechnung, Gruppen, Körper, Vektorräume, Untervektorräume, Lineare Unabhängigkeit, Erzeugnis, Basis, Dimension, Lineare Abbildungen, Kern, Bild, Rang, Matrizenrechnung, Lösung linearer Gleichungssysteme mit dem Gauß-Algorithmus, Inversion von Matrizen.

### Literatur

T. Bröcker, Lineare Algebra und analytische Geometrie, Birkhäuser, 2004  
 G. Fischer, Lineare Algebra, Vieweg, 2005  
 S. Lang, Linear Algebra, Springer, 1991

## 2.6 Lineare Algebra II

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neidhardt	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Dellen, Jaekel, Kinder, Kremer, Kschischo, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Lineare Algebra I, Analysis I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Zentrales Thema der Veranstaltung ist das Studium von Endomorphismen und Bilinearformen auf endlich-dimensionalen Vektorräumen. Studierende erweitern ihr Methodenwissen im Rahmen der Determinanten- und Eigenwertberechnung sowie der Basistransformation, sie vertiefen ihre geometrische Anschauung anhand der Konzepte Eigenvektoren, Normen, Metriken und Orthogonalität. Ihr Abstraktionsvermögen schulen sie anhand der Klassifikation von Endomorphismen und Bilinearformen und des Begriffs einer Äquivalenzrelation.

### Inhalt

Determinanten, Cramersche Regel, Eigenwerte, Eigenvektoren, Basistransformation von Endomorphismen, Trigonalisierung, Diagonalisierung, Jordan-Normalform, Bilinearformen, Skalarprodukte, Normen, Metrische Vektorräume, selbstadjungierte und orthogonale Endomorphismen, Spektralsatz, Basistransformation von Bilinearformen, Singulärwertzerlegung, Äquivalenzrelationen, Quotientenvektorräume, Isomorphiesätze.

### Literatur

T. Bröcker, Lineare Algebra und analytische Geometrie, Birkhäuser, 2004  
 G. Fischer, Lineare Algebra, Vieweg, 2005  
 S.Lang, Linear Algebra, Springer, 1991

## 2.7 Wahrscheinlichkeitstheorie

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	
	Selbststudium			135	–	4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kinder, Kremer, Kschischo, Neidhardt, Neuhäuser, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I, Lineare Algebra I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Wahrscheinlichkeitstheorie führt in das stochastische Denken ein. Die Studierenden lernen, unsichere Ereignisse durch Wahrscheinlichkeiten zu beschreiben, die Ergebnisse von Zufallsexperimenten durch Zufallsvariablen quantitativ zu modellieren und deren Eigenschaften wie Erwartungswert und Varianz zu bestimmen und zu interpretieren. Sie kennen die wichtigsten diskreten und stetigen Verteilungen und können sie auf konkrete Situationen anwenden. Als Grundlage für das nachfolgende Statistikmodul verstehen sie die Gesetze der großen Zahl und den Zentralen Grenzwertsatz. Die Studierenden lernen, die Statistik-Software R einzusetzen.

### Inhalt

Zufallsexperimente, Wahrscheinlichkeiten und Kombinatorik, Zufallsvariablen, Verteilungsfunktionen, diskrete und stetige Verteilungen, Unabhängigkeit und bedingte Verteilung, Erwartungswert und Varianz, mehrdimensionale Zufallsvariablen, Kovarianz und Korrelation, Transformationssatz, Faltung von Verteilungen, asymptotische Bestimmung von Erwartungswert und Varianz (Deltamethode), Gesetz der großen Zahlen und Grenzwertsätze.

### Literatur

Rice, J. Mathematical Statistics and Data Analysis, Wadsworth, Belmont, CA (1995)  
 Toutenburg, Helge: Induktive Statistik, Springer Berlin 2000

## 2.8 Statistik I

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kinder, Kremer, Kschischo, Neidhardt, Neuhäuser, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I und II, Lineare Algebra I, Wahrscheinlichkeitstheorie		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Beherrschung der deskriptiven statistischen Analysetechniken (Maßzahlen und graphische Darstellungen), Verständnis der Schätzprinzipien (Momente, Maximum Likelihood, Least Squares), Kenntnis der Eigenschaften von Schätzfunktionen, Kenntnis und Anwendung von Prüfverteilungen, Konfidenzintervalle verstehen und interpretieren. Statistischer Test als Entscheidungsverfahren mit Fehlern 1. und 2. Art, Bestimmung des Stichprobenumfangs für 1- und 2-Stichprobenprobleme. Die Studierenden können praktische Probleme mit einer, zwei oder mehreren Stichproben richtig erkennen, Hypothesen formulieren und das zugehörige Testverfahren anwenden. Sie haben grundlegende Fertigkeiten in der Anwendung von R und können anspruchsvolle Sachverhalte an der Tafel präsentieren.

### Inhalt

Die Lehrveranstaltungen finden zum Teil am Rechner statt. Deskriptive Statistik (Maßzahlen, graphische Darstellungen), Schätzverfahren (Momentenmethode, Maximum-Likelihood und Kleinste-Quadrate), Eigenschaften von Schätzern. Prüfverteilungen (Chi-Quadrat-, t- und F-Verteilung), Konfidenzintervalle, statistische Tests (Fehler, Power, Stichprobenumfang). Tests für Erwartungswerte (t-Tests), Varianzen (F-Test) und Wahrscheinlichkeiten (Fisher-Exact-Test, Chi-Quadrat-Tests), Rangtests für 2 Stichproben. Einführung in die Kommando-Sprache R am Rechner): Datenstrukturen (Vektoren, Matrizen, Listen, Data Frames), Operationen und mathematische Funktionen, elementare statistische Funktionen.

### Literatur

Rice, J. Mathematical Statistics and Data Analysis, Wadsworth, Belmont, CA (1995)  
 Toutenburg, H., Induktive Statistik, Springer, Berlin 2000

## 2.9 Statistik II

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kinder, Kremer, Kschischo, Neidhardt, Neuhäuser, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I und II, Lineare Algebra I, Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Vertrautheit mit komplexeren statistischen Modellen mit mehreren Prädiktoren wie Varianzanalyse, multiple lineare Regression und logistische Regression als Beispiel eines verallgemeinerten linearen Modells. Fähigkeit, bei praktischen Problemen das statistische Modell zuzuordnen, das Modell für die vorliegende Fragestellung statistisch zu formulieren, Hypothesen zu formulieren, das zugehörige Testverfahren anzuwenden und die Ergebnisse sachgerecht zu interpretieren. Verständnis für die Rolle von Schätzung und Test im statistischen Modell. Grundkenntnisse der Statistiksoftware SAS, Anwendung der Modelle in SAS und R. Präsentation anspruchsvoller Sachverhalte an der Tafel.

### Inhalt

Ein- und zweifaktorielle Varianzanalysen, multiple Vergleiche in varianzanalytischen Modellen. Multiple lineare Regression mit einfachen Verfahren der Variablenselektion und Modelldiagnostik, Einführung in multivariate Statistik, allgemeines lineares Modell. Odds-Ratio (Schätzung und Konfidenzintervall), logistische Regression mit nominalen und metrischen Prädiktoren, Fisher'sche Information, Varianz des Maximum-Likelihood-Schätzers, Score-, Wald- und Likelihood-Quotienten-Test, Modellüberprüfung.

### Bemerkungen

Statistik II wird je nach Studienbeginn im 4. oder 5. Semester belegt.

### Literatur

- Rice, J.: Mathematical Statistics and Data Analysis, Wadsworth, Belmont, CA (1995).  
 Fahrmeir L., Kneib T., Lang S.: Regression, Springer, Berlin (2007).  
 Dobson A.: An Introduction to Generalized Linear Models, Chapman & Hall/CRC, London (2008)

## 2.10 Lineare Optimierung und ausgewählte Themen

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	SL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kinder	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Kinder, Neidhardt und andere Lehrende		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis, Lineare Algebra		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse in der linearen Optimierung. Sie können entsprechende Modelle mathematisch formulieren, mit mindestens einem Verfahren eine Lösung algorithmisch berechnen und möglichst auch eine Software dafür einsetzen. Sie erhalten zusätzlich einen Einblick in ein weiteres Gebiet der Mathematik oder vertiefen ihren Einblick in weitere Themen des Operations Research. Dort lernen sie weitere, spezielle lineare Modelle kennen, können dann deren wichtigste Aspekte benennen und Lösungsmethoden anwenden.

### Inhalt

Lineare Optimierung: Beispiele für lineare Optimierungsaufgaben, Grundlagen und Details des Simplex-Algorithmus, Dualität, Softwareeinsatz zur Lösung von linearen Optimierungsaufgaben.  
Ausgewählte Themen: Entweder ein anderes mathematisches Thema oder weitere Grundlagen des Operations Research wie Graphen und Netzwerke, Transport und Zuordnungsprobleme, diskrete Optimierung.

### Bemerkungen

Die Veranstaltung besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil umfasst ein Drittel der Kontaktzeit und stellt für alle Teilnehmenden die Einführung in die Optimierung dar. Im zweiten Teil werden Grundlagen des Operations Research angeboten und/oder zusätzlich weitere Themen zu Auswahl gestellt.

### Literatur

Domschke, W., Drexl, A., Einführung in Operations Research, Springer, 8. Auflage, 2011.  
Fachliteratur je nach ausgewähltem Thema

## 2.11 Numerische Verfahren der Analysis

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Schmidt	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Schmidt		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I-III, Lineare Algebra I, II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Numerische Lösung mathematischer Probleme aus der Analysis, Verständnis des Begriffs der Kondition eines Problems, Fehleranalyse der Methoden, Aufwandsabschätzungen und Stabilitätsanalysen für Algorithmen, Fähigkeit zur praktischen Umsetzung der Algorithmen in einer Programmiersprache, (Kritische) Beurteilung numerischer Software.

### Inhalt

Interpolation, Diskrete Fouriertransformation und FFT, Numerische Integration, Anfangswertprobleme (Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren, explizite und implizite Verfahren, Stabilität, steife DGLen), Grundlegendes zu Randwertproblemen (Schießverfahren, Finite Differenzen).

### Literatur

W. Dahmen, A.Reusken, Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2006  
M. Hanke-Bourgeois, Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, Teubner Verlag, 2006

## 2.12 Numerische Verfahren der Linearen Algebra

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Schmidt	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Schmidt		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I-III, Lineare Algebra I, II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Numerische Lösung mathematischer Probleme aus der (linearen) Algebra, Verständnis des Begriffs der Kondition eines Problems, Fehleranalyse der Methoden, Aufwandsabschätzungen und Stabilitätsanalysen für Algorithmen, Fähigkeit zur praktischen Umsetzung der Algorithmen in einer Programmiersprache, (Kritische) Beurteilung numerischer Software.

### Inhalt

Fehleranalyse, Kondition eines Problems, Stabilität eines Algorithmus, Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Lineare Ausgleichsprobleme, QR-Zerlegung, Singulärwertzerlegung, Eigenwertprobleme (Power-Iteration, Jacobi- und QR-Verfahren), Nichtlineare Ausgleichsprobleme, Numerische Lösung nichtlinearer Gleichungen und Gleichungssysteme (Newton-Verfahren, Kondition des Nullstellenproblems, Fixpunktiterationen, Banachscher Fixpunktsatz)

### Literatur

W. Dahmen, A. Reusken, Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2006  
 M. Hanke-Bourgeois, Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, Teubner Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage, 2006



## 2.13 Praktische Studienphase

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
6	Projekt	–	k.A.	480	32	16	SL: Praktikumsbericht, Abstract und Vortrag
Summe	–	–	–	480	32	16	–

Modulbeauftragte(r):	Studiengangsleiter	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	alle Dozenten des Fachbereichs		
Zwingende Voraussetzungen:	mindestens 134 LP		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können ihre im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten auf Probleme ihres Fachgebietes anwenden. Sie sind in der Lage, fachliche und sachbezogene Problemlösungen gemäß guter wissenschaftlicher Praxis zu formulieren und diese im Diskurs mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Fachfremden mit theoretisch und methodisch fundierter Argumentation zu begründen.

### Inhalt

Die Studierenden arbeiten mindestens zehn Wochen durchgehend, z.T. unter Anleitung an einem Projekt in ihrem Fachgebiet, vorzugsweise in einem Unternehmen oder einer wissenschaftlich-technischen Institution, bei dem bzw. der sie sich eigenständig beworben haben. Sie fertigen einen Praktikumsbericht (mit gesondertem Abstract) an, der den Maßstäben guter wissenschaftlicher Praxis genügen soll. Dazu wird eine Blockveranstaltung als Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten angeboten.

Das Ergebnis des Praxisprojekts wird in einem Vortrag präsentiert und diskutiert. Dabei sollen sich die Studierenden an den Maßstäben für eine Präsentation einer Bachelorarbeit orientieren. In der Regel findet der Vortrag an einem für alle verbindlichen Kolloquiumstermin statt.

## 2.14 Bachelorarbeit

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
6	Projekt	–	k.A.	360	15	12	PL: Abschlussarbeit
Summe	–	–	–	360	15	12	–

Modulbeauftragte(r):	Studiengangsleiter	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	alle Dozenten des Fachbereichs		
Zwingende Voraussetzungen:	mindestens 158 LP		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können auf der Grundlage ihrer im Studium erworbenen Methodenkompetenz ein ingenieurwissenschaftliches Teilproblem weitestgehend eigenständig bearbeiten. Sie sind in der Lage (z. B. durch Literaturrecherche) sich den Stand der Technik in dem einschlägigen Fachgebiet eigenständig zu erarbeiten. Sie können ihren Problemlösungsvorschlag formulieren und iterativ optimieren. Sie haben gelernt, ein eigenes Dokument zu verfassen, das den Qualitätsanforderungen an eine wissenschaftliche Abhandlung entspricht (Darstellung von Material und Methoden, ausführliches und korrektes Literaturverzeichnis, Diskussion der Ergebnisse). Sie verteidigen ihren Lösungsansatz und die damit erreichten Ergebnisse in einer abschließenden Präsentation (Kolloquium).

### Projekt

Die Studierenden arbeiten weitestgehend selbstständig an einem Projekt in ihrem Fachgebiet, vorzugsweise in einem Unternehmen oder einer wissenschaftlich-technischen Institution, bei dem/der sie sich eigenständig beworben haben.

## 2.15 Bachelorkolloquium

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
6	Vortrag	–	k.A.	60	7	2	PL: Kolloquium
Summe	–	–	–	60	7	2	–

Modulbeauftragte(r):	Studiengangsleiter	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	alle Dozenten des Fachbereichs		
Zwingende Voraussetzungen:	erfolgreich abgeschlossene Bachelorarbeit		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, vor Publikum und in einem begrenzten zeitlichen Rahmen ihre Aufgabe verständlich zu formulieren, die Problemlösung nachvollziehbar darzustellen sowie ihr Vorgehen und ihre Ergebnisse gegenüber Fachvertretern argumentativ zu verteidigen.

### Inhalt

Die Studierenden fassen ihre Bachelorarbeit im Rahmen eines 20- bis 30-minütigen Vortrags zusammen und verteidigen ihre Arbeit gegenüber den Betreuern und weiteren Zuhörern des Vortrags. Durch den Besuch anderer Bachelorkolloquien im Vorfeld zum eigenen Kolloquium erhalten die Studierenden Anregungen für den Aufbau und die Präsentation des eigenen Vortrags.

### Bemerkungen

Das Bachelorkolloquium schließt das Studium ab. Es kann erst nach Abgabe der Bachelorarbeit durchgeführt werden.

# 3 Weitere Module für alle Bachelorstudiengänge

## 3.1 Programmieren I

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder Hausarbeit
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	– –
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

  

Modulbeauftragte(r):	Kremer	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Jaekel, Kinder, Kremer		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmer lernen die Grundlagen einer Programmiersprache kennen. Sie sind mit einer Entwicklungsumgebung vertraut und beherrschen die wichtigsten Sprachelemente. Sie verstehen die Bedeutung von Abstraktion und Modularisierung und können praktische Probleme in ein Programm umsetzen und damit lösen. Zusätzlich eignen sich die Kursteilnehmer einen guten und übersichtlichen Programmierstil an.

### Inhalt

Entwicklungsumgebung, Hello-World-Programme, Datentypen, Sprachelemente, Kontrollstrukturen, Modularisierung, Unterfunktionen, Debugger, Watchlist, Hilfesystem, Steuerelemente, Oberflächengestaltung, Dateiverwaltung, Programmierstil und Lesbarkeit von Programmen.

### Literatur

Abhängig von der Programmiersprache, z.B.:  
 Ratz, D., et al., Grundkurs Programmieren in Java, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage, 2011.  
 Theis, T., Einstieg in Python, Rheinwerk, 2017

## 3.2 Programmieren II und Datenbanken

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder Hausarbeit
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kremer	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Jaekel, Kinder, Kremer		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Programmieren I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmer beherrschen grundlegende objektorientierte Programmierkonzepte und deren programmtechnische Umsetzung. Sie sind mit einer objektorientierten Programmierumgebung vertraut und verstehen die Grundlagen der Oberflächen- und Graphikprogrammierung. Sie verstehen den Aufbau einer Datenbank und können mit einem speziellen Datenbankprogramm sicher umgehen. Sie beherrschen Datenzugriff und Datenmanipulation in SQL und können eine Schnittstelle zwischen einem Computerprogramm und einer Datenbank implementieren.

### Inhalt

Programmieren II: Entwicklungsumgebung für eine objektorientierte Programmiersprache, Objektorientierte Programmierung: Klassen, Vererbung, dynamische Bindung, Steuerelemente und Oberflächengestaltung, Ereignisbearbeitung, Fehlerbehandlung mit Exceptions, Threads.

Datenbanken: Datenbankdesign, relationales Datenbankmodell, SQL: Erzeugen und Verändern von Datenbanken und Tabellen, Suchen und Anzeigen von Daten, Sortieren und Gruppieren von Daten, Elemente zum Zugriff auf eine Datenbank aus einem Computerprogramm.

### Literatur

Scherbaum, A., PostgreSQL. Datenbankpraxis für Anwender, Administratoren und Entwickler, Open Source Press, 2009.

Sowie abhängig von der Programmiersprache:

Ratz, D., et al., Grundkurs Programmieren in Java, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage, 2011.

Theis, T., Einstieg in Python, Rheinwerk, 2017.

### 3.3 Computermathematik

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	SL: Klausur oder Hausarbeit
	Selbststudium			45	–	1,5	–
Summe	–	–	–	75	30	2,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neidhardt	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Neidhardt, Kremer, Jaekel		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

#### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden lernen den Umgang mit Anwendungssoftware (Excel und Matlab) zur Lösung einfacher und komplexerer mathematischer Probleme. Sie verstehen, wie mathematische Problemstellungen in Tabellen- oder Matrixstrukturen bearbeitet werden können.

#### Inhalt

Excel: Formatierung von Zellen und Tabellen, Formeleingabe, relative und absolute Zellbezüge, mathematische und logische Funktionen, Vergabe von Zellnamen, Erstellung und Formatieren von Diagrammen.  
 Matlab: Arbeiten mit Dateien, arithmetische, logische und relationale Operationen, Funktionen, Eingabe und Bearbeitung von Vektoren und Matrizen, Plots, Graphikfenster, Kontrollstrukturen.

#### Literatur

Ravens, T., Wissenschaftlich mit Excel arbeiten, Pearson Studium, 2003.  
 Benker, H., Mathematik mit MATLAB, Springer, 2000.

### 3.4 Fremdsprachen

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
1	Vorlesung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	SL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			90	–	3	–
Summe	–	–	–	150	60	5	–

Modulbeauftragte(r):	Faultstich	Sprache:	Englisch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Faultstich, Lehrbeauftragte(r)		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

#### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Kommunikation in englischer Sprache in beruflichen Handlungsfeldern. Sie erwerben Fähigkeiten und Techniken zum selbständigen Ausbau ihrer Fremdsprachenkompetenz. Sie üben Argumentation und Strukturierung von Konzepten in einer Fremdsprache und können in dieser Sprache eine Präsentation halten.

#### Inhalt

Thematische Einheiten: keeping track in cross-cultural meetings, creating a favourable impression in e-mails, handling unexpected phone calls, getting people to do things for you, opening, closing and fuelling conversations, querying and clarifying points under discussion, making and reporting decisions.

#### Literatur

Emmerson, Paul (2013). *Email English, Second Edition*. London: Macmillan.

Hughes, John (2010). *Telephone English: Includes phrase bank and role plays*, London: Macmillan.

Johnson, Christine (2005). *Intelligent Business Intermediate. Skills Book (With CD-Rom)*, Harlow: Pearson Longman.

Murphy, Raymond (2017). *English Grammar in Use: A Self-study Reference and Practice Book for Intermediate Students of English. Fourth Edition. Book with pullout grammar, answers and interactive eBook*. Cambridge: CUP (via Klett).

Ungerer, Friedrich. Gerhard E. H. Meier. Klaus Schäfer (2009). *A Grammar of Present-Day English*. Stuttgart: Klett.

Business English: Presentation; by digital publishing [Lernsoftware], ASIN: 3897472805.

Weitere individuelle Lektüreempfehlungen erfolgen nach der Auswertung der Einstufungstests. Den Studierenden wird eine Vielzahl von zusätzlichen Lehrmaterialien (z. B. modulbezogene Glossare und Übungsaufgaben) auf der Lernplattform zum Selbststudium zugänglich gemacht. Dort findet sich auch eine kommentierte Auflistung nützlicher Online-Medien zur Vertiefung der Inhalte des Moduls Fremdsprachen.

# 4 Module zur Biomathematik

## 4.1 Bildverarbeitung

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	
	Selbststudium			120	–	4	
Summe	–	–	–	225	105	7,5	–

  

Modulbeauftragte(r):	Dellen	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen, Neeb		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I-III, Lineare Algebra I-II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Funktionsweise sowie Vor- und Nachteile grundlegender Algorithmen der Bildverarbeitung zu bewerten sowie diese im konkreten Anwendungskontext einzusetzen. Nach Abschluss des Praktikums können die Studierenden abstrakte Algorithmen in einer konkreten Programmiersprache implementieren und verfügen über praktische Kenntnisse im Einsatz der Programmiersprache Matlab oder der objektorientierten Programmiersprache Java.

### Inhalt

Digitalisierung von Bilddaten, statistische Kenngrößen zur Charakterisierung und Kontrastverbesserung, Punktoperatoren zur Änderung der Darstellungsform eines Bildes, Lokale Operatoren für die Bildfilterung, Diffusionsfilter, morphologische Operatoren, Bildsegmentierung und ggf. eine Auswahl aus folgenden Themen: geometrische Transformationen, Texturanalyse, Bildvergleich, Mustererkennung mit überwachten und nicht-überwachten Lernverfahren.

Übung: Implementierung von Algorithmen in Matlab oder Java zu Themen der Vorlesung.

### Literatur

- W. Abmayr, Einführung in die digitale Bildverarbeitung, Teubner Stuttgart.
- B. Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer.
- R. Gonzales, R. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 1996.
- K.D. Toennies, Grundlagen der Bildverarbeitung, Pearson, 2005.
- C. Solomon, T. Breckon, Fundamentals of Digital Image Processing, Wiley Blackwell, 2011.
- W. Burger, M. J. Burge, Digital Image Processing, Springer 2008.
- W. Birkfellner, Applied Medical Image Processing, CRC Press.
- W. Burger, M.J. Burge, Digitale Bildverarbeitung, Eine Einführung mit Java und ImageJ, Springer, 2005.



## 4.2 Biowissenschaften I

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	SL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kschischo	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Kschischo, Neuhäuser		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual)		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden verstehen grundlegende Prozesse der Genetik, Molekular- und Zellbiologie sowie Biochemie, was als Grundlage für die Zusammenarbeit mit Biowissenschaftlern dient.

### Inhalt

Genetik: Molekulare und evolutionäre Grundlagen; Chemische Prinzipien des Lebens; Nomenklatur der Nucleinsäuren; Topologie und Strukturen der DNA; Kern- und mitochondriales Genom des Menschen; Komplementarität von DNA und RNA; Funktionsweise der RNA; der genetische Code; Mutationen; Proteine, Aktivitäten der Enzyme, Restriktionsspaltungen, Gelelektische Analysen, Ligationen mit glatten und kohäsiven Enden, Eigenschaften von Plasmiden als Klonierungsvektoren, Durchführung einer PCR, Synthese des Proteoms, Translation, Codon und Anticodon, Wobble-Effekte, Zusammensetzung der Ribosomen und Initiation der Translation bei *E. coli* und Eukaryoten, Phasen der Translation; Proteinfaltung; der Zellzyklus, Genetik des Krebses, Oncogene.

Molekular- und Zellbiologie: DNA, RNA und Proteine, Transkription, Translation, Genregulation, Prinzipien der Signaltransduktion, Grundlegender Aufbau von Zellen, Mitose und Meiose, Mutationen, DNA-Reparaturmechanismen.

Biochemie: Unterschiede in der belebten und unbelebten Natur, die Sonderstellung des Kohlenstoffs, Funktionelle Gruppen, Bindungstypen und deren Rolle in der Struktur biolog. Moleküle; Chiralität der Biomoleküle, monomere und polymere Formen der Zucker, Aminosäuren, Fettsäuren u. Nucleinsäuren; Proteine: von der Struktur zur Funktion; Eigenschaften, Wirkweise (Beispiele), Enzymkinetik; die Zelle, Aufbau und unterschiedliche Organisationsformen; Stoffwechsel: Konzepte und Prinzipien; Einzeldarstellung von Glykolyse, Glukoneogenese, Citratcyclus, Fettsäure Auf- und Abbau, Schicksal des Stickstoffs; Beispiele für die Regulation auf Enzymebene.

### Bemerkungen

Die Lehrveranstaltung besteht aus drei Teilen: Genetik, Molekular- und Zellbiologie sowie Biochemie. Es kann optional auch ein Inverted Classroom Modell benutzt werden.

### Literatur

Biochemie, Spektrum, Akadememischer Verlag.

Biochemie-Zellbiologie, Taschenbuch Biologie, Herausgegeben von K. Munk, Thieme.

## 4.3 Biowissenschaften II

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur, mündliche Prüfung, Vortrag oder Hausarbeit
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kschischo	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Kschischo, Neuhäuser		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual)		

### Lernziele und Kompetenzen

Humanmedizin: Grundverständnis für Physiologie und Anatomie des menschlichen Körpers im Gesunden sowie bei pathologischen Veränderungen mit den Schwerpunkten Bewegungsapparat, Innere Organe, Nervensystem. Kenntnis diverser diagnostischer Methoden (u.a. Laborparameter, EKG, EEG, MRT, Röntgen/CT). Diskussion von Ethik, Bewertung und Grenzen der modernen Medizin.

Evolutionsbiologie: Es werden die Grundlagen der Evolutionsbiologie behandelt. Neben einem historischen Überblick und Belegen für die Evolution geht es um die Fragen, wie Variation entsteht, wie es zur Adaption kommt, wie sich neue Arten bilden und welche Rolle der Zufall spielt. Auch die Evolution des Menschen wird behandelt. An ausgewählten Beispielen sollen die Studierenden Ursachen von Körperbau, Verhaltensweisen und Krankheiten erkennen.

### Inhalt

Humanmedizin: Anatomische und physiologische Grundlagen; diagnostische Methoden in der Medizin; ethische Bewertung medizinischen Handelns; Schwerpunkte: Bewegungsapparat, Innere Organe, Nervensystem; Physiologie vs. Pathologien.

Evolutionsbiologie: Historischer Überblick, Belege für evolutionären Wandel, Ursachen von Variation, Selektion als wesentlicher Evolutionsfaktor, genetische Drift, Artbildung, Evolution des Menschen.

### Bemerkungen

Die Lehrveranstaltung besteht aus zwei Teilen: Humanmedizin (4 SWS) und Evolutionsbiologie (2 SWS). Es kann optional auch ein Inverted-Classroom-Modell benutzt werden.

## 4.4 Bioinformatik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Praktikum	–	k.A.	30	30	1	PL: Bericht
	Vortrag	–	k.A.	15	15	0,5	PL: Vortrag
	Selbststudium			150	–	5	–
Summe	–	–	–	225	75	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kschischo	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Kschischo		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Statistik I, Programmieren I, Biowissenschaften I und II, englische Sprachkenntnisse		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Veranstaltung besteht aus einem Vorlesungsteil, einem Seminarteil und einem Praktikumsteil. Im Seminar werden wichtige ergänzende Verfahren und Fragestellungen zur Analyse biologischer Daten durch die Studierenden in Vortragsform eigenständig erarbeitet. Dies soll die Fähigkeit zum eigenständigen Wissenserwerb aus englischsprachiger Literatur und die Fähigkeit zur kompakten Präsentation dieses Wissens schulen. Die Studierenden erlangen außerdem Problemlösekompetenzen, Programmierkompetenzen (R oder Python) und die Fähigkeit zur Interpretation und schriftlichen Präsentation von Analyseergebnissen.

### Inhalt

In diesem Kurs werden Konzepte aus der Bioinformatik eingeführt, wobei der Schwerpunkt auf statistischen Lernverfahren und Algorithmen für hochdimensionale Daten liegt. Dabei werden auch praktische Kompetenzen im Umgang mit biologischen Datenbanken und Software- oder Programmierpaketen erarbeitet. Die Inhalte umfassen: Wichtige Datentypen in der Biologie (incl. Genexpressionsdaten, Next-Generation-Sequencing Daten, Proteomikdaten etc.), multiples Testen (False Discovery Rate), Unüberwachtes Lernen (Clustering und Hauptkomponentenanalyse), Regularisierte Regressionsverfahren (Lasso, Elastic-Net), Klassifikation für hochdimensionale Daten (L1-L2 regularisierte logistische Regression, Support Vector Machines, Regression Trees etc.), Modellwahl und Modellvalidierung (incl. Kreuzvalidierung). Dabei werden Fallbeispiele für die Verfahren aus den Bereichen Genomik und Proteomik benutzt.

### Praktikumsinhalt

Im Praxisteil analysieren die Studierenden in Kleingruppen ein Hochdurchsatzexperiment am Computer und fassen die Ergebnisse in einem Praktikumsbericht zusammen.

### Bemerkungen

Die Lehrveranstaltung vermittelt auch Grundkonzepte der Datenanalyse, wie sie im Bereich Data Science in anderen Zusammenhängen nützlich sind.

### Literatur

- Mathur S.K., Statistical Bioinformatics: With R, Elsevier Science & Technology (2010).  
 Posada, D. Bioinformatics for DNA Sequence Analysis, Humana Press (2010).  
 Hastie T., Tibshirani R., Friedman J., The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, (2009).  
 Moses, A.M. Statistical Modelling and Machine Learning for Molecular Biology, CRC Press, 2017

## 4.5 Biometrie

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Neuhäuser		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I und II, Lineare Algebra I, Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Das im Statistikmodul erworbene Methodenspektrum wird um Aspekte erweitert, die vor allem in der Biostatistik bei klinischen und epidemiologischen Studien relevant sind. Die Analyse multipler Endpunkte wird unter Berücksichtigung behördlicher Anforderungen behandelt. Studientypen in der Epidemiologie und die speziellen Kennzahlen in der Epidemiologie sind bekannt, ebenso wie die Schätz- und Testverfahren für Überlebenszeiten. Die ethischen Probleme bei klinischen Studien sind bewusst und die Quellen der einschlägigen Richtlinien sind bekannt. In der Diagnostik und Epidemiologie sind die Absolventen mit der Adjustierung für Kovariablen vertraut. Alle diese Methoden können mit Statistiksoftware angewandt werden.

### Inhalt

Multiple Testprozeduren (Abschlusstest, Alpha-Adjustierung, häufig verwendete multiple Testverfahren), Studientypen (prospektiv, retrospektiv, klinische Studien ...), Hinweise auf relevante Richtlinien für klinische Studien. Statistische Kennzahlen in der Epidemiologie (standardisierte Mortalitätsraten, Altersadjustierung, ...), Kaplan-Meier-Schätzer für Überlebenswahrscheinlichkeiten, Regressionsmodelle für Überlebenswahrscheinlichkeiten – Modellbildung, Interpretation und Residuenanalyse, Adjustierung in statistischen Modellen. Sämtliche Themen werden auch in Übungen mit SAS oder R behandelt.

### Bemerkungen

Biometrie wird je nach Studienbeginn im 4. oder 5. Semester belegt.

### Literatur

Hsu JC: Multiple Comparisons: Theory and Methods, CRC/Chapman and Hall, Boca Raton, 1996.  
Schumacher, M., Schulgen, G.: Methodik klinischer Studien, Springer, Berlin 2002/2008  
Hosmer DW and Lemeshow S: Applied Survival Analysis. Wiley NY 1999

# 5 Module zur Technomathematik

## 5.1 Bildgebung

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 und 5	Vorlesung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	60	25	2	SL: Testate
	Selbststudium			120	–	4	–
Summe	–	–	–	225	70	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Carstens-Behrens	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Carstens-Behrens, Neeb, Holz		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik III		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Medizintechnik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen bildgebenden Verfahren, die sowohl in der medizinischen Diagnostik als auch in industriellen Bereichen, wie z. B. der Qualitätssicherung und Materialprüfung eine breite Anwendung finden. Sie beherrschen die Grundlagen der Ultraschallbildgebung, Röntgen-CT und Magnetresonanztomographie. Die Studierenden haben die Verfahren durch praktische Versuche erlebt. Sie können die Versuche und Ergebnisse in Form von Protokollen dokumentieren und sind in der Lage, für eine gegebene Fragestellung in diesem Problembereich das geeignete Verfahren zu benennen und anzuwenden.

### Inhalt

Ultraschallbildgebung: Schallausbreitung, Reflexion und Transmission, Dämpfung; Puls-Echo-Prinzip, A-Mode-Sensor, A-Mode-Gerät, Schallfeld, Signalverarbeitung; B-Mode-Scanner, Fokussierung, B-Bildgerät, Leistungsmerkmale, Artefakte.

MRT: Magnetisierung des Körpers, Larmofrequenz, Sichtsektion, Phasen- und Frequenzkodierung, k-Raumformalismus, Rekonstruktionsalgorithmen, Relaxationsmechanismen, Komponenten des Kernspintomographen und dessen klinische Anwendungsgebiete.

CT: Erzeugung und Wechselwirkung von Röntgenstrahlung, Strahlungsdetektoren, Mathematik der ungefilterten und gefilterten Rückprojektion, CT Punktbildfunktionen.

### Praktikumsinhalt

Ultraschallbildgebung: A-Mode, Bestimmung der Pulslänge, Bandbreite, Mittenfrequenz; B-Mode: Charakterisierungsmerkmale wie Auflösung und Eindringtiefe; Artefakte.

MRT: Fouriertransformation: Orts- und k-Raum Darstellungen verschiedener Objekte, Messungen am Kernspintomographen, Besichtigung eines MR Systems.

CT: Durchführung von Phantommessung, Bestimmung von Bildkennwerten als Funktion der CT- Messparameter.

### Bemerkungen

Der Ultraschallteil ist nicht Bestandteil der Vorlesung, sondern wird im Selbststudium und im Praktikum behandelt. Die Klausur erstreckt sich über den CT- und MR-Teil. Zu den CT- und MR-Versuchen wird

nur zugelassen, wer die Klausur erfolgreich bestanden hat.

Regulär findet die Vorlesung, die Klausur, die Ultraschallversuche und der FFT-Versuch im 4. Semester, der MR-Versuch und der CT-Versuch im 5. Semester statt.

### **Literatur**

A. Oppelt (Ed.): Publicis Imaging Systems for Medical Diagnostics. Corporate Publishing, Erlangen, 2005.  
H. Morneburg: Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik. Publicis MCD Verlag, 1995.

## 5.2 Physik I

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Holz	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Holz, Kohl, Neeb, Prokic		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe der klassischen Mechanik wie Kraft, Arbeit, Energie, sowie die Erhaltungssätze und die Newton'schen Axiome. Sie können die Bewegungsgleichung eines Körpers unter der Wirkung verschiedener Kräfte aufstellen und deren Lösung ermitteln. Sie sind in der Lage, physikalische Sachverhalte mathematisch zu beschreiben.

### Inhalt

Physikalische Größen, Maßsysteme, Einheiten, mathematische Methoden und Schreibweisen, Kinematik des Massenpunktes, Newton'sche Axiome, Festigkeitslehre (Normalspannung, Schubspannung, Zugbeanspruchung, Druckbeanspruchung, Poissonzahl und E-Modul), Scheinkräfte, Newton'sche Bewegungsgleichung, Arbeit und Energie, Leistung, Impuls, Drehbewegung und Rotation, Berechnung von Trägheitsmomenten, physikalisches Pendel, Drehimpuls, Gravitation, Schwingungen und Wellen, Akustik, Dopplereffekt, Gase und Flüssigkeiten in Ruhe, strömende Flüssigkeiten.

## 5.3 Physik II

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Holz	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Holz, Kohl, Neeb, Prokic		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe der Thermodynamik wie Temperatur, Volumenarbeit, Wärmemenge, Entropie sowie die Hauptsätze der Thermodynamik. Sie können die Zustände von Systemen durch die Zustandsgrößen charakterisieren und Zustandsänderungen mathematisch beschreiben und in Diagrammen darstellen.

Die Studierenden sind mit den grundlegenden Begriffen der Elektrostatik/-dynamik vertraut und kennen die Funktionsweise der elementaren Bauteile Kondensator und Spule. Sie sind in der Lage, Wechselwirkungen mit Hilfe von elektrischen und magnetischen Feldern und Potentialen zu beschreiben. Sie kennen die Kopplung in elektromagnetischen Feldern, deren Wellenausbreitung und deren mathematische Beschreibung. Sie können einfache physikalische Systeme in Matlab oder einer anderen Programmierumgebung simulieren und visualisieren.

### Inhalt

Thermodynamik: Temperatur, Thermometer, thermische Ausdehnung von Körpern, Zustandsgleichungen idealer und realer Gase, kinetische Gastheorie, Wärmekapazität und spezifische Wärme, Wärmestrahlung, 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik, Volumenarbeit und deren Darstellung im pV-Diagramm, Zustandsänderungen.

Elektrodynamik: Elektrische Ladung, Leiter, Nichtleiter, Influenz, Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Feld, Feldlinien, Bewegung von Punktladungen in elektrischen Feldern, Multipole, Gauß'sches Gesetz, Ladungen und Felder auf Oberflächen von Leitern, Potential und Potentialdifferenz, potentielle Energie, Äquipotentialflächen, Kapazität, Dielektrika, elektrostatische Energie, Magnetfeld, Lorentzkraft, Bewegung von Ladungen im Magnetfeld, Biotsavart'sches Gesetz, Ampere'sches Gesetz, magnetische Induktion, Lenz'sche Regel, Maxwellgleichungen.



## 5.4 Physik III

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	60	25	2	SL: Testate
	Selbststudium			105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	85	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Holz	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Holz, Kohl, Neeb, Prokic		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe der Optik wie Reflexion, Brechung, Interferenz und Polarisation. Sie können mit Hilfe der geometrischen Optik und der Wellenoptik die Ausbreitung von Licht beschreiben und sind mit Absorption und Streuung bei Durchgang durch Materie vertraut.

Die Studierenden können mit Hilfe des Bohr'schen Atommodells und den Prinzipien der Atomphysik den Aufbau der Materie und die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie erklären. Sie kennen die grundlegenden klassischen Versuche, die zur Quantenmechanik geführt haben.

### Inhalt

Licht, Lichtgeschwindigkeit, Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Fermat'sches Prinzip, Polarisation, geometrische Optik, Abbildungsgleichung, Abbildungsfehler, optische Instrumente (Auge, Lupe, Mikroskop, Fernrohr), Kohärenz, Interferenz an dünnen Schichten, Michelson-Interferometer, Interferenz am Spalt, Doppelspalt und Gitter, Fraunhofer- und Fresnel'sche Beugung, Auflösungsvermögen optischer Instrumente.

Bohr'sche Postulate und Wasserstoffatom, Energiequantisierung, Planck'sches Wirkungsquantum, photoelektrischer Effekt, Compton-Streuung, Röntgenstrahlung, Welleneigenschaften von Elektronen, Quantenmechanik, Welle-Teilchen-Dualismus, Unschärferelation, magnetische Momente und Elektronenspin, Stern-Gerlach-Versuch, Periodensystem.

### Praktikumsinhalt

Messung der Schallgeschwindigkeit in Luft, Messung der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten, mathematisches Pendel und Reversionspendel, Wheatstone'sche Brücke, Luftkissenbahn, Franck-Hertz-Versuch, Beugung am Spalt, Photoelektrischer Effekt.

### Bemerkungen

Vor der Teilnahme an dem Praktikum muss das Modul Physik I bestanden worden sein.

## 5.5 Elektrotechnik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2, 3, 4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	90 (6 SWS)	90	3	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	SL: Übungsblätter
	Selbststudium			105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	120	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Carstens-Behrens	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Junglas, Carstens-Behrens, Gubaidullin		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundbegriffe und grundlegenden Bauelemente der Elektrotechnik. Sie können vorgegebene Schaltungen berechnen, einfache Schaltungen entwerfen und mit einem Simulationsprogramm simulieren. Sie erkennen Teilschaltungen einer größeren Schaltung und kennen deren Funktion.

### Inhalt

Grundbegriffe, Simulationsprogramm (z. B. qucs), Netze an Gleichspannungen, Kondensator und Spule, Netze an Sinusspannungen, Drehstrom, Bode-Diagramm, Schwingkreise, passive Filter 1. Ordnung, Halbleiterbauelemente, analoge Schaltungen, ausgewählte Elektromotoren.

### Bemerkungen

Begleitend zur Vorlesung werden wöchentlich Übungsblätter ausgegeben, die im Rahmen des Selbststudiums bearbeitet werden müssen. Die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

### Literatur

Nerreter, W.: Grundlagen der Elektrotechnik. Hanser Verlag, 2006  
 Frohne, H.: Grundlagen der Elektrotechnik. Teubner, 2006  
 Naundorf, U.: Analoge Elektronik. Hüthig, 2001 Meister

## 5.6 Mess- und Sensortechnik

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2, 3, 4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Vortrag	–	k.A.	30	1	1	SL: Vortrag
	Selbststudium	–	–	105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	91	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Carstens-Behrens	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Carstens-Behrens		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Elektrotechnik		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Fachbegriffe der Mess- und Sensortechnik sowie die grundlegenden Messprinzipien für die gängigsten Messaufgaben. Sie können einfache messtechnische Problemstellungen erfassen und eigenständig Lösungen erarbeiten. Sie sind in der Lage, sich selbständig in ein vorgegebenes Thema einzuarbeiten, ihr Wissen dazu zu vertiefen, es aufzubereiten und anderen Studierenden zu erklären.

### Inhalt

Begriffsdefinitionen und Normen, Messabweichungen, Messverfahren und Messeinrichtungen, verschiedene Verfahren zur Temperaturmessung, Kraft- und Druckmessung, Messung geometrischer Größen; AD-Wandler, PC-basierte Messsysteme graphische Programmiersysteme, z. B. LabVIEW.

### Bemerkungen

Die Vorträge werden allein oder in Zweiergruppen in einem zeitlichen Umfang von 20 – 30 min im Rahmen der Vorlesung gehalten. Ohne Vortrag ist eine Teilnahme an der Klausur ausgeschlossen. Die Übungen finden als LabVIEW-Übungen im Poolraum statt. Zusätzlich werden in der Vorlesung Übungsaufgaben zum Vorlesungsstoff durchgerechnet. Die Klausur dauert 90 Minuten. Davon stehen 45 Minuten zur Bearbeitung von schriftlichen Aufgaben zur Verfügung, 45 Minuten zur Bearbeitung von LabVIEW-Aufgaben am Rechner. Die LabVIEW-VIs werden ausgedruckt und die Ausdrücke von den Studierenden unterschrieben. Als Hilfsmittel dürfen ein handbeschriebenes Blatt Papier im Format DIN A4 sowie ein nicht programmierbarer Taschenrechner verwendet werden.

## 5.7 Signalverarbeitung

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Bongartz	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Bongartz		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Programmieren I, Analysis IV		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Grundprinzipien der Signalverarbeitung und verstehen die inhaltlichen Zusammenhänge mit den Modulen Mathematik III und Informatik. Sie beherrschen die Betrachtung und Interpretation von Signalen in Zeit- und Frequenzdarstellung. Sie kennen die Funktion der Signalabtastung und der damit verbundenen Randbedingungen. Die Studierenden verstehen das Prinzip der digitalen Filter und die grundlegenden Unterschiede zwischen FIR- und IIR-Systemen. Sie sind in der Lage, eine Filteranalyse und (einfache) Filtersynthese durchzuführen. Sie können digitale Signale mit einem geeigneten Software-Paket (z. B. Matlab oder Scilab) eigenständig bearbeiten und analysieren.

### Inhalt

Vorlesung: Grundbegriffe der Signalverarbeitung: lineare, zeitinvariante Übertragungssysteme; Klassifizierung von Signalen; Impulsantwort; Faltung von Signalen; Fourier-Reihe; Fourier-Transformation; Faltungstheorem; Signalabtastung; Abtasttheorem und Aliasing; Leakage-Effekt, Fast Fourier Transformation; nicht-rekursive und rekursive digitale Filter, FIR- und IIR-Systeme; Filteranalyse; Filtersynthese.

In der Vorlesung werden die abstrakt erscheinenden Zusammenhänge der Signalverarbeitung durch Analogien aus dem Alltag verdeutlicht. Hier bietet sich unter anderem das Zusammenspiel der Komponenten einer modernen Musikanlage (CD-Player, Equalizer, Verstärker, Lautsprecher) als Beispiel für ein Übertragungssystem und eine PC-Soundkarte für die Realisierung digitaler Filter an.

Übungen: Hier vertiefen die Studierenden das Erlernte anhand von Rechenaufgaben mit „Papier und Bleistift“ und durch Anwendungsbeispiele am Computer unter Verwendung eines geeigneten Software-Paketes (z. B. Matlab oder Scilab).

### Bemerkungen

Die regelmäßige Teilnahme an den Übungen qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 5.8 Digitaltechnik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2, 3, 4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	90	30	3	SL: Testate
	Selbststudium			75	–	2,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–
Modulbeauftragte(r):		Gubaidullin			Sprache:		Deutsch
Turnus:		jedes Semester			Standort:		RAC
Lehrende:		Gubaidullin, Junglas					
Zwingende Voraussetzungen:		keine					
Inhaltliche Voraussetzungen:		Programmieren I					
Verwendbarkeit:		B. Sc. Medizintechnik, B. Sc. Optik und Lasertechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Sportmedizinische Technik, B. Sc. Technomathematik					

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Zahlendarstellungsformen sowie Zahlen- und Zeichencodes. Sie beherrschen die Grundlagen der booleschen Algebra und sind in der Lage, eine boolesche Funktion in der konjunktiven und in der disjunktiven Normalform darzustellen. Sie können ein Schaltnetz entwerfen und minimieren. Sie kennen Latches, Flipflops, endliche Automaten und Standardschaltwerke und können ein einfaches Schaltwerk synthetisieren. Sie kennen die wichtigsten Hardware-Entwurfsebenen und können das Operations- und das Rechenwerk eines Systems auf der Register-Transfer-Entwurfsebene synthetisieren. Ihnen sind unterschiedliche Rechnerstrukturen und Methoden zur Leistungssteigerung wie Pipelining und Cache-Speicher bekannt. Sie sind in der Lage, einfache Mikroprozessor- und FPGA-basierte Systeme zu entwickeln und zu programmieren.

### Inhalt

Zahlendarstellung und Codes (Einer- und Zweierkomplement, Fest- und Gleitkommazahlen, Codes), boolesche Algebra (boolesche Ausdrücke und Funktionen, Normalformdarstellungen), Schaltnetze (Schaltungssynthese, Minimierung, Multiplexer, Addierer, Multiplizierer, Shifter, ALU), Schaltwerke (asynchrone und synchrone Speicherelemente, endliche Automaten, Schaltwerksynthese), Standardschaltwerke (Register, Zähler, Hauptspeicher, SRAM- und DRAM-Speicher), Register-Transfer-Entwurf (Operationswerksynthese, Steuerwerksynthese, Mikroprogrammierung), Mikroprozessortechnik, Programmierung von Mikroprozessoren in C, Rechnerstrukturen (CISC- und RISC-Prozessoren, Pipelining, Cache-Speicher), programmierbare Hardware (PLA, FPGA, ASIC), Programmierung von FPGA in VHDL.

### Praktikumsinhalt

Programmieren von Mikrocontrollern und FPGAs: Ansteuerung von LEDs, Siebensegmentanzeigen, Text- und Graphikdisplays, digitale Signalverarbeitung.

### Bemerkungen

Begleitend zur Vorlesung werden wöchentlich Übungsblätter ausgegeben, die im Rahmen des Selbststudiums bearbeitet werden müssen. Die Übung stellt keine Teilnahmevoraussetzung für die Modulklausur dar.

### Literatur

D. W. Hoffmann: Grundlagen der Technischen Informatik. Carl Hanser Verlag München, 2007  
 W. Schiffmann, R. Schmitz: Technische Informatik 1. Grundlagen der digitalen Elektronik. Springer-Verlag

Berlin, Heidelberg, 2004

## 5.9 Regelungstechnik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	90	30	3	SL: Testate
	Selbststudium			75	–	2,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Gubaidullin	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Gubaidullin, Junglas		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis III, Elektrotechnik		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Medizintechnik, B. Sc. Optik und Lasertechnik, B. Sc. Sportmedizinische Technik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden wissen, wie die Laplace-Transformation in der analogen und die z-Transformation in der digitalen Regelungstechnik verwendet werden. Sie können für analoge und digitale Systeme die Differential- bzw. Differenzgleichungen aufstellen sowie ihre Gewichts- und Übergangsfunktionen, Übertragungsfunktionen und Frequenzcharakteristika bestimmen. Sie können ein zusammengesetztes System mit einem Blockschaltbild darstellen und die Stabilität des Systems im Zeit- und Frequenzbereich analysieren. Sie sind in der Lage, eine analoge und eine digitale Regelung zu entwerfen und das Führungs- und Störverhalten der Regelung zu simulieren.

### Inhalt

Grundbegriffe der Regelungstechnik, Anforderungen an die Regelung; Laplace-Transformation: Definition und Anwendungsbereich, Korrespondenzen und Rechenregeln; Beschreibung analoger Systeme: Eingangs-Ausgangs-Beschreibung im Zeit-, Bild- und Frequenzbereich, Grundtypen von Übertragungsgliedern, Zustandsbeschreibung; Blockschaltbilder analoger Systeme: Rechenregeln, Blockschaltbilder technischer Systeme; Stabilität analoger Systeme: numerische und grafische Stabilitätskriterien; Analoge Regelungen: P-, I-, PI-, PD-, PID-Regler, Zustandsregler, Entwurfsverfahren; z-Transformation: Definition und Anwendungsbereich, Korrespondenzen und Rechenregeln; Beschreibung digitaler Systeme: Differenzgleichungen, z-Übertragungsfunktionen; Stabilität digitaler Systeme: Stabilitätskriterien, Anwendung der Bilineartransformation; Digitale Regelungen: Standardregler, Kompensationsregler, Zustandsregler, Entwurfsverfahren.

### Praktikumsinhalt

Drehzahlregelung: Analyse und Synthese, analog und digital; Füllstandsregelung: Analyse und Synthese, analog und digital; Regelung einer Modellstrecke: Analyse und Synthese, analog und digital.

### Bemerkungen

Begleitend zur Vorlesung werden wöchentlich Übungsblätter ausgegeben, die im Rahmen des Selbststudiums bearbeitet werden müssen. Die Übung stellt keine Teilnahmevoraussetzung für die Modulklausur dar.

## 5.10 Funktionsdiagnostik und Therapiesysteme

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
3, 4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	60	20	2	SL: Testate
	Selbststudium			105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	80	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Bongartz	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Bongartz, NN		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Signalverarbeitung, Elektrotechnik		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

**Funktionsdiagnostik:** Die Studierenden wissen, wie bioelektrischer Signale im Körper entstehen und durchschauen die Vorgänge bei deren elektrischer Ableitung. Sie verstehen die Bedeutung und Anwendung dieser Signale für die medizinische Diagnostik. Sie können die Zusammenhänge mit den Lehrinhalten der Module Signalverarbeitung und Elektrotechnik nachvollziehen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Verfahren EKG, EMG, EEG und EOG. Sie können die verschiedenen Verfahren anwenden und besitzen die nötigen Grundkenntnisse, um die erhaltenen Daten zu interpretieren. Sie sind in der Lage, potentielle Fehlerquellen in der Messkette zu identifizieren, und kennen die dabei auftretenden charakteristischen Artefakte. Die Studierenden sind sich der Anforderungen bei der Messung bioelektrischer Signale im klinischen Alltag in Bezug auf Ergonomie, Sicherheit, Zuverlässigkeit bewusst.

**Therapiesysteme:** Die Studierenden kennen die Funktionsweise der wichtigsten medizinischen Therapiesysteme. Sie beherrschen die spezifischen Anforderungen an die Konstruktion dieser Geräte, kennen die Sicherheitsaspekte der Gerätekonstruktion und das Medizinproduktegesetz. Sie sind in der Lage, medizinische Therapiesysteme zu präsentieren und zu erklären.

### Inhalt

Grundprinzipien der bioelektrischen Vorgänge im Körper; Messekette zur Verarbeitung bioelektrischer Signale; Ableitelektroden; Operations- und Instrumentenverstärker; Signalfilterung; Signaldigitalisierung; Datenvisualisierung; EMG; EKG, EEG; EOG; Diagnostische Geräte zur Pulsoximetrie, Blutdruckmessung, Lungenfunktionsmessung; Atemgasdiagnostik; therapeutische Geräte: Infusionstechnik, Anästhesie- und Beatmungsgeräte, chirurgische Geräte zum mechanischen Abtrag, laserbasierte Geräte, Geräte zur HF-Chirurgie; Monitoring von Vitalwerten während der Intensivbehandlung; Sicherheitsaspekte der Gerätekonstruktion; Medizinproduktegesetz.

### Praktikumsinhalt

Aufnahme bioelektrischer Signale, Umgang mit Ableitelektroden, Aufzeichnung von Elektromyogrammen am Unterarm oder Elektrokardiogramme nach Einthoven (Ableitung an den Handgelenken und am Fussgelenk), Bestimmung der Signalleitungsgeschwindigkeit von Nerven am Unterarm durch evozierte Potentiale, Visualisierung und Auswertung der aufgezeichneten Signale.

Es ist geplant, Arbeitsplätze mit Komponenten des OpenEEG-Projektes ([openeeg.sourceforge.net](http://openeeg.sourceforge.net)) auszurüsten, so dass zusätzlich ein Einblick in die elektrotechnischen Hardware bei der Biosignalleitung gegeben werden kann.



## 5.11 Robotik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	90	30	3	SL: Testate
	Selbststudium			75	–	2,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Gubaidullin	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Gubaidullin		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Elektrotechnik, Analysis IV		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Sportmedizinische Technik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen mathematische Verfahren zur Beschreibung der Position und Orientierung. Sie sind in der Lage, direkte und inverse kinematische und dynamische Modelle eines Roboters zu erstellen und Roboterbewegungen entsprechend zu simulieren. Sie können eine komplexe Roboterbewegung im Raum der Gelenkkordinaten oder im kartesischen Raum planen und die geplanten Trajektorien realisieren. Sie können ein System zur Navigation eines medizinischen Instrumentes entwickeln und bedienen. Sie kennen existierende Systeme und wichtigste Forschungsrichtungen der medizinischen Robotik in unterschiedlichen Bereichen der Medizin.

### Inhalt

Beschreibung der Position und Orientierung (Vektoren, Winkel, Matrizen, Quaternionen, Eulerwinkel), Kinematik von Robotern (DH-Konvention, Mehrdeutigkeiten, Singularitäten, Inverse Kinematik), Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung eines beliebigen Punktes eines Roboters, Dynamik von Robotern (direkte und inverse dynamische Gleichungen und Modelle, Simulation), Planung von Robotertrajektorien (Standardtrajektorien, stückweise-polynomiale Trajektorien), Robotersteuerung und Programmierung von Robotern (Konzepte, Algorithmen, Modelle, Sprachen), Navigation von medizinischen Instrumenten (Patienten- und Instrumentenmodelle, Registrierung), robotisierte medizinische Behandlungen (in der Neurochirurgie, Orthopädie, MKG-Chirurgie etc.)

### Praktikumsinhalt

Beschreibung der Position und Orientierung, Kinematik des Roboters PUMA-560, Steuerung eines MELFA-Roboters, robotisierte medizinische Behandlungen

### Bemerkungen

Begleitend zur Vorlesung werden wöchentlich Übungsblätter ausgegeben, die im Rahmen des Selbststudiums bearbeitet werden müssen. Die Übung stellt keine Teilnahmevoraussetzung für die Modulklausur dar.

## 5.12 Bildverarbeitung

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	45 (3 SWS)	45	1,5	
	Selbststudium			120	–	4	
Summe	–	–	–	225	105	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Dellen	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Dellen, Neeb		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I-III, Lineare Algebra I-II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Funktionsweise sowie Vor- und Nachteile grundlegender Algorithmen der Bildverarbeitung zu bewerten sowie diese im konkreten Anwendungskontext einzusetzen. Nach Abschluss des Praktikums können die Studierenden abstrakte Algorithmen in einer konkreten Programmiersprache implementieren und verfügen über praktische Kenntnisse im Einsatz der Programmiersprache Matlab oder der objektorientierten Programmiersprache Java.

### Inhalt

Digitalisierung von Bilddaten, statistische Kenngrößen zur Charakterisierung und Kontrastverbesserung, Punktoperatoren zur Änderung der Darstellungsform eines Bildes, Lokale Operatoren für die Bildfilterung, Diffusionsfilter, morphologische Operatoren, Bildsegmentierung und ggf. eine Auswahl aus folgenden Themen: geometrische Transformationen, Texturanalyse, Bildvergleich, Mustererkennung mit überwachten und nicht-überwachten Lernverfahren.

Übung: Implementierung von Algorithmen in Matlab oder Java zu Themen der Vorlesung.

### Literatur

- W. Abmayr, Einführung in die digitale Bildverarbeitung, Teubner Stuttgart.
- B. Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer.
- R. Gonzales, R. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 1996.
- K.D. Toennies, Grundlagen der Bildverarbeitung, Pearson, 2005.
- C. Solomon, T. Breckon, Fundamentals of Digital Image Processing, Wiley Blackwell, 2011.
- W. Burger, M. J. Burge, Digital Image Processing, Springer 2008.
- W. Birkfellner, Applied Medical Image Processing, CRC Press.
- W. Burger, M.J. Burge, Digitale Bildverarbeitung, Eine Einführung mit Java und ImageJ, Springer, 2005.

## 5.13 Medizinische Strahlenphysik und Technik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur, mündliche Prüfung oder Projektarbeit SL: Testate
	Praktikum Selbststudium	–	k.A.	60 105	20 –	2 3,5	
Summe	–	–	–	225	80	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Prokic	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Prokic, Neeb		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Medizintechnik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Strahlenphysik und Wechselwirkung von ionisierender Strahlung. Sie kennen die Verfahren zur Erzeugung ionisierender Strahlung, haben einen Überblick über die Anwendung ionisierender Strahlen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken und beherrschen die Grundlagen der klinischen Dosimetrie. Nach Abschluss des Praktikums kennen die Studierenden den Umgang mit Radionukliden und sind in der Lage, Strahlungsmessgeräte zu benutzen. Die Studierenden kennen die Grundlage von IT-Systemen in der Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Röntgendiagnostik sowie die Grundlagen des Klinikmanagements.

### Inhalt

Grundlagen der Strahlenphysik für therapeutische und diagnostische Anwendungen ionisierender Strahlung und für den Strahlenschutz; Kernreaktionen, Radioaktivität, radioaktives Gleichgewicht, Radionuklidgeneratoren, Tracer, klinisch relevante Radionuklide in Diagnostik und Therapie; Erzeugung von Strahlung; Wechselwirkung von ionisierender Strahlung; Strahlungstransport; Energieübertragung; Energiedosis; Grundlagen der Messung von Strahlung und der Dosimetrie für verschiedene Strahlungsqualitäten; Detektoren ionisierender Strahlung; Kenntnisse von Dosisgrößen und Einheiten; Aufbau und Funktionsprinzipien der Geräte für Strahlentherapie, Nuklearmedizin sowie für diagnostische und interventionelle Radiologie; relevante klinische Verfahren und Techniken sowie physikalisch-technische Grundlagen der modernen Nuklearmedizin (Gamma-Kamera, SPECT, PET, Hybridgeräte) und der diagnostischen und interventionellen Radiologie sowie der Strahlentherapie (Linearbeschleuniger); Grundlagen Bestrahlungsplanung; Normen und Verfahren zur Qualitätssicherung für den klinischen Einsatz ionisierender Strahlung; Anforderung nach Medizinproduktegesetz (MPG), StrSchG, StrSchV und nach den Richtlinien Strahlenschutz (technisch und medizinisch); Grundlagen der Strahlenwirkung und Strahlenbiologie; Grundlagen des Strahlenschutzes. Grundlagen der IT-Systemen in der Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Röntgendiagnostik; Grundlagen der Internationalen Standards (DICOM) für Geräte und Software; Grundlagen des Klinikmanagements: PACS, KIS, RIS und der elektronischen Patientenakte (EPA).

### Praktikumsinhalt

Laborversuche und praktische Aufgaben zur Dosimetrie und Detektion ionisierender Strahlung und zum Strahlenschutz.

### Bemerkungen

Die Eingangsvoraussetzung für das Praktikum ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung.

## 5.14 Lasermesstechnik

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2, 3, 4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	60	30	2	SL: Protokolle
	Selbststudium			105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Wilhein	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Wilhein		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik III, Optik		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Optik und Lasertechnik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die wesentlichen Methoden der Lasermesstechnik in Theorie und Praxis. Sie wissen, wie Interferometer funktionieren, können sie klassifizieren, zu messtechnischen Zwecken aufbauen und Interferenzmuster analysieren. Sie sind in der Lage, die Techniken der holographischen Interferometrie zu Schwingungs- und Verformungsmessungen einzusetzen und sind mit der Vielstrahlinterferenz als Mittel zur Analyse von Lasermoden vertraut. Die Studierenden kennen die Wirkungsweise thermischer und photoelektrischer Detektoren und können sie sachgerecht beschalten und anwenden. Sie beherrschen Funktionsweise und Methoden von CCD-Sensoren für messtechnische Anwendungen sowie die grundlegenden numerischen Verfahren zur digitalen Bildanalyse. Die Teamfähigkeit der Studierenden wird durch das intensive Arbeiten in Kleingruppen im Praktikum gestärkt.

### Inhalt

Triangulation, Zweistrahlinterferometrie, Michelson- und Mach-Zehnder-Interferometer, Längen- und Wellenfrontmessungen, Brechungsindex von Gasen, Laser-Doppler-Anemometrie (LDA), Vielstrahlinterferometrie, Fabry-Perot-Interferometer, Höchstauflösende Spektroskopie, Interferenzfilter, holographische Interferometrie: Time-Average-, Realtime-, Doppelbelichtungsholographie, Elektronische Speckle-Interferometrie (ESPI). Detektoren: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, Photodioden, CCDs: Chip-Architekturen, Auslesemethoden, Rauschquellen, Correlated Double Sampling (CDS), Pixel-Binning, Flat-Field-Korrektur, digitale Bildbehandlung, Photometrie mit CCDs.

### Praktikumsinhalt

Versuche zu Michelson-Interferometer, Detektoren (Photodioden), Fabry-Perot-Interferometer, Holographie, CCD-Messtechnik, HeNe-Laser.

## 5.15 Laserphysik und Lichtwellenleitertechnik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Ankerhold	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Ankerhold		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Lineare Algebra I+II, Analysis I+II+IV, Physik I+III		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Optik und Lasertechnik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können einen Laser anhand von Vorgaben konzipieren und seine charakteristischen optischen Eigenschaften mathematisch formulieren. Sie sind in der Lage, die mit dem naturwissenschaftlich-technischen oder industriellen Einsatz eines Lasers verknüpften Problemstellungen sicher zu erkennen und erste Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Sie kennen die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten des Lasers und besitzen einen breit gefächerten Überblick für ihre berufliche Orientierung. Die Studierenden kennen die physikalischen Zusammenhänge bei der fasergebundenen Lichtübertragung und deren Auswirkungen. Darüber besitzen sie Kenntnisse über die genormten Übertragungskabel sowie die zugehörige Mess- und Verbindungstechnik. Die Studierenden verstehen es, Versuche vorzubereiten, durchzuführen und die Ergebnisse in einem Protokoll schriftlich auszuarbeiten. Sie sind in der Lage, sich eigenständig theoretische Hintergründe zu erarbeiten. Sie beherrschen typische Laborgeräten der Optik und Lasertechnik und besitzen ein experimentelles Geschick. Die Teamfähigkeit wird gestärkt.

### Inhalt

Laserphysik: Elektromagnetische Strahlung: EM-Spektrum, physikalisch-mathematische Beschreibung im Wellenbild und im Teilchenbild, Polarisierung, Polarisierung bei Reflexion. Wechselwirkung von Licht mit Materie: Grundzustand und angeregte Zustände, Bohrsches Atommodell, Linienspektrum von Wasserstoff, 2-Niveausysteme, induzierte Absorption, induzierte und spontane Emission, nichtstrahlender Zerfall, Kleinsignalverstärkung, Bilanz- oder Ratengleichungen von Besetzungsdichten und Photonen, Einfluss der spontanen Emission auf den optischen Verstärkungsprozess, Möglichkeiten zur Erzeugung von Besetzungsinversion. Funktionsweise/Aufbau von Lasern, Erzeugung von Laserlicht: optischer Pumpprozess, Beschreibung des dynamischen Laserzyklus, 3- und 4-Niveau-Laser, Bedingung für die Laserschwelle und stationärer Betrieb, passiver optischer Resonator, longitudinale Resonatormoden im Wellenlängen- und im Frequenzbild, Möglichkeiten der longitudinalen Modenselektion, stabile und instabile Laserresonatoren, transversale Lasermoden, transversale Gaußsche Grundmode, Fernfeldnäherung, Fernfelddivergenz, Rayleigh-Länge, Beugungsmaß des Strahlprofils. Aufbau und Funktionsweise ausgewählter Lasertypen und ihre Anwendungen: Übersicht zur Klassifizierung verschiedener Lasertypen, verschiedene Gaslaser mit neutralen Atomen, Güteschaltung oder Riesenimpulsbetrieb, Relaxationsoszillationen, Ionenlaser, Excimer-Laser, Festkörper-Laser, Halbleiter-Laser, Faser-Laser, Laserdioden, Diode-Pumped-Solid-State Laser. LWL: Einführung: erster Überblick, Vor- und Nachteile von Lichtleitfasern, Aufbau und Herstellung von Lichtleitfasern, physikalische Grundlagen: Strahlenoptische Behandlung, Bandbreitenbegrenzung: Modendispersion und Materialdispersion, Unzulänglichkeiten der strahlenoptischen Beschreibung bei der Modenpropagation, Fasertypen : Stufenindexfaser, Gradientenindexfaser, Einmoden-Stufenindex-Faser, Verluste in Lichtleitfasern und spektrale Dämpfung, Messtechnik mit optischer Zeitbereichsreflektometrie, Faser-optische Sensoren, Verbindungstechnik.

## 5.16 Optikrechnen

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	
	Selbststudium			135	–	4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kohns	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Kohns		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik III		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Optik und Lasertechnik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studenten sind in der Lage, einfache optische Systeme mittels eines kommerziellen Optikdesignprogramms zu bewerten und zu optimieren. Sie kennen die Grenzen der Simulation optischer Systeme im PC. Die Studierenden können verschiedene Bewertungsfunktionen auf der Grundlage von Abbildungsfehlern und Fleckgrößen anwenden.

### Inhalt

Dieses Modul besteht aus einem praktischen Teil am PC sowie einer begleitenden Vorlesung, in der den Studenten der Umgang mit dem Simulationswerkzeug vermittelt wird.

Inhaltsübersicht: Möglichkeiten und Grenzen der paraxialen Bewertung optischer Systeme, Vergleich kommerzieller Optikrechnenprogramme, Einführung in das verwendete Programm, Eingabe einfacher optischer Systeme (Lochkamera, Abbildung mit einer Linse), Ziehen realer Strahlen, Bewertung der Abbildungsqualität optischer Systeme mittels Abbildungsfehlern und Spotdiagrammen, Optimierung einfacher optischer Systeme (Achromat, Objektiv für eine Webcam), Asphären, Eingabe und Optimierung nicht-rotationssymmetrischer Systeme, Optimierung eines Spektrometers, Berücksichtigung der Beugung, Ziehen Gauß'scher Strahlen, Sonderoptiken (z. B. Fresnellinsen, f-theta-Optiken).

### Bemerkungen

Die Übungen werden nach Möglichkeit jedes Semester angeboten.

## 5.17 Optik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Praktikum	–	k.A.	60	20	2	SL: Testate
	Selbststudium			105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	80	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Wilhein	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Wilhein		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik III		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Optik und Lasertechnik, B. Sc. Technomathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen Definitionen und Bedeutung des Kohärenzbegriffes. Sie können den verschiedenen Lasertypen Eigenschaften wie Wellenlängen, Leistungsklassen, Pulsdauern und Anwendungsgebiete zuordnen. Die Studierenden beherrschen die Theorie zur Reflexion an Metallen und Dielektrika, können den Einfluss der Polarisation auf optische Effekte berechnen und wissen, wie Ent- und Verspiegelungen aufgebaut sind. Sie sind in der Lage, Strahlengänge für komplexe optische Systeme zu analysieren und kennen die auftretenden Abbildungsfehler. Die Studierenden wissen, wie man Beugungsphänomene berechnet und können den Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen optische Instrumente bestimmen. Sie haben im Praktikum den Umgang mit Diodenlasern erlernt und wissen, wie Laser sicher im täglichen Gebrauch – Scannerkasse, CD-Spieler – einzusetzen sind. Sie beherrschen den praktischen Umgang mit optischen Komponenten und Messgeräten.

### Inhalt

Zeitliche Kohärenz, räumliche Kohärenz, Eigenschaften von Lasern, Gauß'scher Strahl, Polarisation, Reflexion an Dielektrika, Reflexion an Metallen, komplexer Brechungsindex, Entspiegelung, Multilayerspiegel, Fraunhofer-Beugung, Einführung in Fourier-Optik, Beugungsgitter, Newton'sche Abbildungsgleichung, Bildkonstruktion mit 2 Hauptebenen, Teleobjektiv, Linsenformen, Abbildungsfehler.

### Praktikumsinhalt

Versuche zu Diodenlaser, Barcode-Reader, CD-Spieler, Lichtwellenleiter.

# 6 Module zur Wirtschaftsmathematik

## 6.1 Wirtschaftswissenschaften und Investmenttheorie

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	SL: Klausur oder Hausarbeit
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r): Brück  
 Turnus: Sommersemester  
 Lehrende: Brück, Jaekel, Kremer, Neidhardt, Bruch  
 Zwingende Voraussetzungen: keine  
 Inhaltliche Voraussetzungen: Analysis I, Lineare Algebra I  
 Verwendbarkeit: B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Wirtschaftsmathematik

### Lernziele und Kompetenzen

Studierende erhalten einen Überblick über den Aufbau der Wirtschaftswissenschaften und eignen sich grundlegende Kenntnisse, Argumentations- und Arbeitsweisen der Betriebs- und Volkswirtschaftslehre an. Im zweiten Teil der Veranstaltung lernen sie die klassische Zinsmathematik kennen und können die klassischen Bewertungsverfahren für Investitionen anwenden. Sie beherrschen die Grundlagen der Fixed Income Securities, insbesondere Bonds mit ihren Eigenschaften und Kennzahlen. Sie beherrschen die Grundlagen der Zinsstrukturkurven und sind in der Lage, praxisrelevante wirtschaftswissenschaftliche Optimierungsprobleme zu modellieren und zu lösen.

### Inhalt

Wirtschaftswissenschaften: Abgrenzung zwischen Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, betriebliche Funktionsbereiche, Rechtsformen der Unternehmen, Rechnungswesen, Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung, Bewertungsprinzipien, Aufbau einer Bilanz, Gewinn- und Verlustrechnung, T-Konten, Buchungssätze, Bestands- Aufwands- und Ertragskonten, Controlling, Kosten- und Leistungsrechnung, Finanzierung und Investitionen, Markt, Angebot und Nachfrage, Preistheorie, Haushaltstheorie, Unternehmenstheorie, Preisbildung bei vollständigem Wettbewerb und im Monopol, volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Konjunkturtheorie, Fiskalpolitik und Geldpolitik.

Investmenttheorie: Zins, Barwert, stetige und diskrete Modelle, Transformation zukünftiger Zahlungsströme, Interne Rendite, Barwertmethode, Bewertung von Investitionen, Bonds, Bond Yield, Kennzahlen: Duration und Convexity, Anwendung: Immunisierung von Bond-Portfolios, Yield Curve und Zinsstruktur, Forward Rates, Running Present Value und Floating Rate Bonds, Duration und Immunisierung, Capital Budgeting, Optimal Portfolios, Optimal Management, Harmony Theorem, Bewertung einer Firma.

### Literatur

- D. Luenberger, Investment Science, Oxford University Press, 1997  
 L. Kruschwitz, S. Husmann, Finanzierung und Investition, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2009



## 6.2 Personenversicherungsmathematik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
2 oder 3	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Wolf	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Kremer, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I, Lineare Algebra I		
Verwendbarkeit:	B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden lernen die grundlegenden Methoden und Techniken der Lebens-, Kranken- und Pensionsversicherungsmathematik. Sie schärfen den Blick für das ökonomische und rechtliche Umfeld der Personenversicherung und üben die Kommunikation mathematischer Resultate in einem interdisziplinären Umfeld.

### Inhalt

Cashflows, Zinsrechnung und Barwerte unter einer Zinsstrukturkurve, Mehrzustandsmodell und diskrete Markovprozesse, Methodik rekursiver Berechnungen.

Lebensversicherungsmathematik: Überblick über das Tarifspektrum, Rechnungsgrundlagen und Risiken, Erfüllungsbeträge und Leistungsbarwerte, Ausgleich im Kollektiv, Äquivalenzprinzip und Prämienberechnung, Deckungsrückstellung, Vertragsänderungen, Rückkaufswerte, Überschussquellen und Überschussbeteiligung, Beteiligung an Bewertungsreserven, Aspekte der Produktentwicklung und des aktuariellen Controllings.

Krankenversicherungsmathematik: ökonomisches und rechtliches Umfeld, Überblick über das Tarifspektrum, Rechnungsgrundlagen, Prämienberechnung und Alterungsrückstellung bei Verträgen mit und ohne Übertragungswert, Beitragsanpassung, Tarifwechsel, Überschussbeteiligung und Beitragsermäßigung im Alter, aktuarieller Kontrollzyklus.

Pensionsversicherungsmathematik: rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen der betrieblichen Altersversorgung, Durchführungswege, Bevölkerungsmodell und Rechnungsgrundlagen, Erfüllungsbetrag und Barwerte von Pensionsverpflichtungen, Prämien und Rückstellungen.

### Bemerkungen

Die Vorlesung orientiert sich am Themenkatalog der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) für das Gebiet Versicherungsmathematik und bereitet damit auf die Aufgaben eines Mathematikers in einem Lebens- oder Krankenversicherungsunternehmen oder in einer Pensionskasse vor.

### Literatur

- A. Buttler, M. Keller, Einführung in die betriebliche Altersversorgung, Verlag VVW, 2017
- C. Führer, A. Grimmer, Einführung in die Lebensversicherungsmathematik, Verlag VVW, 2010
- H. Milbrodt, Aktuarielle Methoden der deutschen Privaten Krankenversicherung, Verlag VVW, 2016
- K.M. Ortmann, Praktische Lebensversicherungsmathematik, Springer, 2015
- T. Becker, Mathematik der privaten Krankenversicherung, Springer, 2017

### 6.3 Diskrete Finanzmathematik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder Hausarbeit
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kremer	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Jaekel, Kremer, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I-III, Lineare Algebra I-II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

#### Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmer lernen die Replikationsstrategie zur Bewertung zukünftiger zustandsabhängiger Zahlungsströme kennen, wobei der Schwerpunkt auf zeitdiskrete, arbitragefreie Modelle gelegt wird. Im Rahmen der Ein- und Mehr-Perioden-Modelle wird die Bewertung europäischer und amerikanischer Derivate, auch unter Berücksichtigung von Dividendenzahlungen, vermittelt.

Die Behandlung der Bewertungstheorie mithilfe zeitdiskreter stochastischer Analysis bereitet Methoden und Begriffsbildungen der stetigen Finanzmathematik vor.

#### Inhalt

Ein- und Mehr-Perioden-Modelle, Arbitrage und Replikation, Vollständigkeit, Fundamentalsatz der Preistheorie, risikoneutrale Bewertung von Optionen, Forward-Kontrakten und Anleihen, Put-Call-Parität, Partitionen, Algebren und Filtrationen, messbare, vorhersehbare und adaptierte stochastische Prozesse, insbesondere adaptierte Preis-, Dividenden- und Zinsprozesse, Handelsstrategien, Einbeziehung von Dividendenzahlungen in die Bewertung von Derivaten, Diskrete Stochastische Analysis, Martingal-Darstellungssatz, Satz von Girsanov, Konvergenz der Binomialbaumformeln für Call- und Put-Optionen gegen die Black-Scholes-Formeln, europäische und amerikanische Optionen, Satz von Merton.

#### Literatur

- Deutsch, H.P., Beinker, M., Derivate und interne Modelle, 5. Auflage, Schäffer Poeschel, 2014.  
 Hull, J., Optionen, Futures und andere Derivate, 9. Auflage, Pearson Studium, 2015  
 Kremer, J., Preise in Finanzmärkten, Springer, 2017.

## 6.4 Portfoliotheorie und Risikomanagement

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur, mündliche Prüfung oder Hausarbeit
	Übung	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Kremer	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Jaekel, Kremer, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Bachelorvorlesungen Mathematik in Analysis, Linearer Algebra und elementare Wahrscheinlichkeitstheorie		
Verwendbarkeit:	B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmer machen sich im ersten Teil der Vorlesung mit der klassischen Portfoliotheorie und mit der klassischen Portfolio-Optimierung im Rahmen des Capital Asset Pricing Modells vertraut. Darüber hinaus werden nutzenbasierte Portfolio-Optimierungsprobleme behandelt sowie Portfolio-Optimierungsprobleme, bei denen der Expected Shortfall als Risikomaß zugrundegelegt wird.

Der zweite Teil der Vorlesung bietet eine Einführung in das Konzept des Value at Risk zur Messung von Marktrisiken. Darüber hinaus lernen die Kursteilnehmer kohärente Risikomaße und ihren wichtigsten Vertreter, den Expected Shortfall, kennen.

### Inhalt

Grundlagen von Ein-Perioden-Modellen, Rendite und Risiko, rationale Investoren, Erwartete Rendite und Risiko, Diversifikationseffekte, mu-sigma-Diagramme, Effizienzlinie und Minimum-Varianz-Portfolio, Kapitalmarktklinie, Marktportfolio, CAPM und Wertpapierlinie, CAPM als Preismodell, Portfolio-Optimierung, nutzenbasierte Portfolio-Optimierung, Portfolio-Optimierung mit Expected Shortfall als Risikomaß, systematisches und spezifisches Risiko, risikoadjustierte Performancemessung, Sharpe Ratio, Jensen-Index, gesetzliche Bestimmungen zur Messung und Validierung von Marktrisiken, Basel III, Verteilungsfunktionen und Quantile, Value at Risk, Delta-Normal-Methode, Sensitivitäten und „Greeks“, Zerlegung von Portfolio-Risiken in Teilrisiken, Monte-Carlo-Methoden, Risikomaße und Risikokapital, kohärente Risikomaße, Expected Shortfall.

### Literatur

- Albrecht, P., Maurer, R., Investment- und Risikomanagement – Modelle, Methoden, Anwendungen, 4. Auflage, Schäffer Poeschel, 2016.  
 Deutsch, H.P., Beinker, M., Derivate und interne Modelle, 5. Auflage, Schäffer Poeschel, 2014.  
 Kremer, J., Marktrisiken, Springer, 2018.  
 Jorion, P., Value at Risk, 3. Auflage, General Finance & Investing, 2006.

## 6.5 Sachversicherungsmathematik

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Neidhardt	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kremer, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I-III, Lineare Algebra I-II, Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen ihre wahrscheinlichkeitstheoretischen Kenntnisse und üben die Anwendung auf Probleme der Sachversicherungsmathematik. Sie erlernen spezielle Techniken zur Berechnung der Prämien und der Reserven in der Sachversicherung. Sie verstehen die Bedeutung der Diversifikation und Risikoteilung und entwickeln ein Verständnis für wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen im Umfeld der Schadenversicherungsmathematik. In Programmierprojekten zu Modellierung, Tarifierung oder Reservierung vertiefen sie ihre Programmierkenntnisse und erwerben die Fähigkeit zur Modellierung praxisrelevanter Probleme.

### Inhalt

Überblick über den deutschen Sachversicherungsmarkt, mathematische Grundlagen der Sachversicherungsmathematik, erzeugende, momenterzeugende und charakteristische Funktion von Verteilungen, Anwendung dieser Transformationen, individuelles und kollektives Modell der Schadenversicherung, Approximation und numerische Berechnung der Gesamtschadenverteilung, Prämienberechnung, Prämien differenzierung, Credibility-Verfahren, Reservierung in der Schadenversicherung, Groß- und Spätschadenproblematik, Verfahren zur Berechnung der Spätschadenreserve, Risikoteilung, Rückversicherung.

### Bemerkungen

Die Vorlesung orientiert sich am Themenkatalog der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) für das Grundwissen Versicherungsmathematik (Abschnitte zur Schadenversicherungsmathematik) und bereitet damit auf die Aufgabenfelder eines Mathematikers in einem Sachversicherungsunternehmen vor.

### Literatur

Goelden, H.-W., Hess, K.T., Morlock, M., Schmidt, K.D., Schröter, K.J.: Schadenversicherungsmathematik, Springer Spektrum, 2016.  
Radtke, M., Schmidt, K.D.: Handbuch zur Schadenreservierung, VVW GmbH, 2012.

## 6.6 Rechnungslegung

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4 oder 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Klausur oder mündliche Prüfung
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Brück	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Wirtschaftswissenschaften und Investmenttheorie		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden erhalten ein betriebswirtschaftliches Grundverständnis für das Rechnungswesen, speziell von Banken und Versicherungen. Sie lernen, Bilanzen sowie Gewinn- und Verlustrechnungen zu lesen und erfahren grundlegende Unterschiede zwischen der HGB-Rechnungslegung einerseits und den internationalen Rechnungslegungsstandards andererseits. Effekte verschiedener Geschäftsvorfälle auf das Eigenkapital werden detailliert erläutert.

### Inhalt

a) Grundlagen des betrieblichen Rechnungswesens. Vertiefung: Anlage- und Umlaufvermögen, Ansatz- und Bewertungsgrundsätze (HGB). b) Bestandteile des Jahresabschlusses, Lagebericht, Anhangangaben, Eröffnung und Abschluss von Bestands- und Erfolgskonten, Eröffnungs- und Schlussbilanz, Ergebnisverwendung, Ansätze der Bilanzanalyse (HGB), Case Studies. c) Einführung in die Internationalen Rechnungslegungsstandards (IFRS), Rechtsgrundlagen, grundlegende Unterschiede zwischen HGB und IFRS. d) Besonderheiten der Rechnungslegung bei Banken und Versicherungen, Bewertungsgrundsätze, bank-spezifische Reserven, versicherungstechnische Rückstellungen, Aufbau von Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnung von Banken und Versicherungen (HGB).

### Literatur

(jeweils in der aktuellsten verfügbaren Auflage)  
 Bornhofen: Buchführung, Gabler-Verlag, Wiesbaden  
 Schmolke, Deitermann: Industrielles Rechnungswesen, Winklers Verlag, Darmstadt  
 Baetge, Kirsch, Thiele: Bilanzen, IDW-Verlag  
 Gräfer, Schneider: Rechnungslegung, NBW-Verlag  
 Sollanek: Bankbilanzen nach deutschem Handelsrecht, Edition der Hans Böckler Stiftung  
 Becker, Peppermeier: Bankbetriebslehre, NWB Verlag  
 Bieg: Bankbilanzierung nach HGB und IFRS, Vahlen Verlag  
 Rockel, Helten, Ott, Sauer: Versicherungsbilanzen nach HGB und IFRS, Schäffer-Poeschel  
 Pellens, Fülbier, Gassen, Sellhorn: Internationale Rechnungslegung, Schäffer-Poeschel  
 Nguyen, Romeike: Versicherungswirtschaftslehre: Grundlagen für Studium und Praxis, Gabler Verlag  
 Nguyen: Rechnungslegung für Versicherungsunternehmen, Verlag Versicherungswirtschaft

## 6.7 Data Science und Machine Learning

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
4, 5	Vorlesung	–	k.A.	60 (4 SWS)	60	2	PL: Mündliche Prüfung
	Übung Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Hudde	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Hudde, Steimers		
Zwingende Voraussetzungen:	Analysis I/II, Lineare Algebra I/II, Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik I		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Wirtschaftsmathematik		

### Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden lernen grundlegende Verfahren des maschinellen Lernens, ihre Voraussetzungen und Beschränkungen, kennen und wenden diese auf konkrete Fragestellungen des Finanz-/Versicherungssektors an. Sie verstehen den Unterschied zwischen Supervised und Unsupervised Learning. Sie verstehen den Ablauf einer statistischen Modellierung von der Formulierung der Fragestellung, der Datensammlung und -aufbereitung bis hin zum Modelldesign, der Kalibrierung und der Modelldiagnose und können diesen eigenständig auf konkrete Fragestellungen anwenden. Die Studierenden lernen, Methoden und Verfahren kritisch zu hinterfragen und ihre Anwendbarkeit im konkreten Kontext zu überprüfen.

### Inhalt

Supervised und Unsupervised Learning, Klassifikations- und Regressionsfragen, Klassifikationsverfahren: Logistische Regression, K-nearest neighbors, Diskriminanzanalysen, Baum-basierte Verfahren (Gradient Boost, Random Forest, Bagging), Support Vector Machines, Regressionverfahren: Dimensionsreduktionsverfahren (Hauptkomponentenanalyse, Faktormodelle), Ridge und Lasso-Regression, verallgemeinerte lineare Modelle, Baum-basierte Verfahren. Modellauswahl, Bias-Varianz-Tradeoff, Resamplingverfahren, Bootstrapp und Cross Validation, umfangreiche Anwendungen aus der Versicherungs- und Finanzbranche (bspw. Modellierung von Ausfallwahrscheinlichkeiten, Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten, Schadenshöhen)

### Literatur

G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning, Springer, 2017  
T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The elements of Statistical Learning, Springer, 2008