

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

2024-10-14

Hochschule Koblenz
RheinAhrCampus
Fachbereich Mathematik und Technik

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Mathematische Module für alle Bachelorstudiengänge	5
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
3	Weitere Module für alle Bachelorstudiengänge	20
3.1	Programmieren I	20
3.2	Programmieren II und Datenbanken	21
3.3	Computermathematik	22
3.4	Fremdsprachen	23
4	Module zur Biomathematik	24
4.1	Bildverarbeitung	24
4.2	Biowissenschaften I	25
4.3	Biowissenschaften II	26
4.4	Bioinformatik	27
4.5	Biometrie	29
5	Module zur Technomathematik	30
5.1	Physik I	30
5.2	Physik II	31
5.3	Physik III	32
5.4	Medizinische Bildgebung	33
5.5	Elektrotechnik	35
5.6	Mess- und Sensortechnik	36
5.7	Signalverarbeitung	37
5.8	Digitaltechnik	38
5.9	Regelungstechnik	39
5.10	Funktionsdiagnostik und Therapiesysteme	40
5.11	Robotik	42
5.12	Bildverarbeitung	44
5.13	Medizinische Strahlenphysik und Technik	45
5.14	Lasermesstechnik	46
5.15	Laserphysik und Lichtwellenleitertechnik	47
5.16	Optikrechnen	48

5.17 Optik	49
6 Module zur Wirtschaftsmathematik	50
6.1 Wirtschaftswissenschaften und Investmenttheorie	50
6.2 Personenversicherungsmathematik	52
6.3 Diskrete Finanzmathematik	53
6.4 Portfoliotheorie und Risikomanagement	54
6.5 Sachversicherungsmathematik	56
6.6 Rechnungslegung	57
6.7 Data Science und Machine Learning	58

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

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse in der reellen Analysis, welche sie befähigen, Definitionen, Sätze und Beweise eigenständig auf ihren mathematisch-konzeptionellen Inhalt hin zu analysieren. Sie sind in der Lage, Ableitungen, Rechnungen und Beweise nicht nur nachzuvollziehen, sondern eigene Ansätze zu finden und in mathematisch korrekter Schlussweise und Schreibweise zu formulieren. Die Studierenden können Anwendungsaufgaben, die mit Mitteln der reellen Analysis lösbar sind, eigenständig mathematisch formulieren und die Lösung ausarbeiten. Sie können erkennen, wann ein Lösungsansatz nicht zum Ziel führt. Sie können für Probleme aus der angewandten Mathematik und anderen Gebieten beurteilen, inwieweit diese mit Methoden der reellen Analysis bearbeitet werden können. Sie sind in der Lage, auf dem Stoff der Vorlesung Analysis I aufbauend, sich eigenständig weitergehende Kenntnisse aus der Mathematik oder Anwendungsfächern (Physik, Stochastik, Finanzmathematik,...) zu erarbeiten.

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., Vachenaer, 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):	Jaekel	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. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse in der mehrdimensionalen Analysis, welche sie befähigen, Definitionen, Sätze und Beweise eigenständig auf ihren mathematisch-konzeptionellen Inhalt hin zu analysieren. Sie sind in der Lage, Ableitungen, Rechnungen und Beweise nicht nur nachzuvollziehen, sondern eigene Ansätze zu finden und in mathematisch korrekter Schlussweise und Schreibweise zu formulieren. Die Studierenden können Anwendungsaufgaben, die mit Mitteln der mehrdimensionalen Analysis lösbar sind, eigenständig mathematisch formulieren und die Lösung ausarbeiten. Sie können für Probleme aus der angewandten Mathematik und anderen Gebieten erkennen, inwieweit Methoden aus der Vorlesung Analysis II hilfreich sind. Sie sind in der Lage, auf dem Stoff der Vorlesung Analysis II aufbauend, sich eigenständig weitergehende Kenntnisse aus der Mathematik oder Anwendungsfächern (Physik, Stochastik, Finanzmathematik, KI,...) zu erarbeiten.

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

Fach-semester	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 Selbststudium	–	k.A.	30 (2 SWS) 135	30 –	1 4,5	
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Jaekel	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, 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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse in der mehrdimensionalen Integration, welche sie befähigen, Definitionen, Sätze und Beweise eigenständig auf ihren mathematisch-konzeptionellen Inhalt zu analysieren. Sie sind in der Lage, Ableitungen, Rechnungen und Beweise nicht nur nachzuvollziehen, sondern eigene Ansätze zu finden und in mathematisch korrekter Schlussweise und Schreibweise zu formulieren. Die Studierenden können Anwendungsaufgaben, die mit Mitteln der mehrdimensionalen Analysis lösbar sind, eigenständig mathematisch formulieren und die Lösung auszuarbeiten. Sie können für Probleme aus der angewandten Mathematik und anderen Gebieten erkennen, inwieweit diese mit Methoden aus der mehrdimensionalen Integration lösbar sind. Sie sind in der Lage, auf dem Stoff der Vorlesung Analysis III aufbauend, sich eigenständig weitergehende Kenntnisse aus der Mathematik oder Anwendungsfächern (Physik, Stochastik, Finanzmathematik, KI,...) zu erarbeiten.

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):	Jaekel	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, 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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse der Funktionentheorie und über Differentialgleichungen, welche sie befähigen, Definitionen, Sätze und Beweise eigenständig auf ihren mathematisch-konzeptionellen Inhalt zu analysieren. Sie sind in der Lage, Ableitungen, Rechnungen und Beweise nicht nur nachzuvollziehen, sondern eigene Ansätze zu finden und in mathematisch korrekter Schlussweise und Schreibweise zu formulieren. Die Studierenden können Anwendungsaufgaben, die mit Differentialgleichungen oder komplexer Analysis lösbar sind, eigenständig mathematisch formulieren und die Lösung auszuarbeiten. Sie können für Probleme aus der angewandten Mathematik und anderen Gebieten erkennen, inwieweit diese als Differentialgleichung formuliert werden können oder mittels funktionentheoretischer Ansätze angegangen werden können. Sie sind in der Lage, auf dem Stoff der Vorlesung Analysis IV aufbauend, sich eigenständig weitergehende Kenntnisse aus der Mathematik oder Anwendungsfächern (Physik, Stochastik, Finanzmathematik, KI,...) zu erarbeiten.

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, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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 können Sätze und Beweise der Linearen Algebra in der formalen Notation der Mathematik verstehen und eigenständig Aussagen mit dieser Notation formulieren. Sie beherrschen die grundlegenden Techniken der Matrizenrechnung und können sie auf die Analyse linearer Abbildungen und die Lösung linearer Gleichungssysteme anwenden.

Studierende schulen ihre geometrische Anschauung anhand von Vektorrechnung und den Begriffen Basis, Dimension und Linearität. Anhand elementarer Konzepte der linearen Algebra (Vektorraum-Gesetze, Linearität, Lösbarkeit linearer Gleichungssysteme) üben sie das formale Argumentieren und Beweisen.

Sie können Begleitliteratur zur Vorlesung recherchieren und sich in komplementäre Themengebiete selbstständig einarbeiten. Studierende können für Probleme aus der angewandten Mathematik erkennen, inwieweit diese mit Methoden der Linearen Algebra I bearbeitet werden können, können diese soweit möglich als Problem in der Sprache der Linearen Algebra formulieren und mit den erlernten Methoden lösen.

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	–	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, Neidhardt, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Lineare Algebra I, Analysis I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

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. Anhand dieser Konzepte vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit im abstrakten Argumentieren und Beweisen.

Sie können Begleitliteratur zur Vorlesung recherchieren und sich in komplementäre Themengebiete selbstständig einarbeiten. Studierende können für Probleme aus der angewandten Mathematik erkennen, inwieweit diese mit Methoden der Linearen Algebra I und II bearbeitet werden können, können diese soweit möglich als Problem in der Sprache der Linearen Algebra formulieren und mit den erlernten Methoden lösen.

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, Neidhardt, Neuhäuser, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I, Lineare Algebra I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Wahrscheinlichkeitstheorie führt in das stochastische Denken ein. Die Studierenden haben sichere Fähigkeiten in der Beschreibung von Ereignissen und Wahrscheinlichkeiten, in der Modellierung von Zufallsexperimenten durch Zufallsvariablen, die es ihnen ermöglichen, Eigenschaften wie Erwartungswert und Varianz eigenständig zu bestimmen und zu interpretieren. Die Studierenden kennen die wichtigsten diskreten und stetigen Verteilungen und sind in der Lage, diese in mathematisch korrekter Schreibweise auf konkrete Situationen anzuwenden. Sie sind in der Lage, auf dem Stoff der Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie aufbauend, sich eigenständig weitergehende Kenntnisse aus der Statistik zu erarbeiten. Als Grundlage für das nachfolgende Statistikmodul verstehen sie die Gesetze der großen Zahl und den Zentralen Grenzwertsatz und können 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

J. Rice, *Mathematical Statistics and Data Analysis*, Brooks/Cole, Belmont, CA, 2006
H. Toutenburg, C. Heumann, *Induktive Statistik: Eine Einführung in R und SPSS*. Springer, Berlin, 2008

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, Neidhardt, Neuhäuser, Wolf		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I und II, Lineare Algebra I, Wahrscheinlichkeitstheorie		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse in deskriptiven statistischen Analysetechniken (Maßzahlen und graphische Darstellungen), im Verständnis der Schätzprinzipien (Momente, Maximum Likelihood, Least Squares) und können die Eigenschaften von Schätzfunktionen in mathematisch korrekter Schreibweise darstellen. Die Studierenden können die Prüfverteilungen anwenden und können Konfidenzintervalle verstehen und interpretieren. Die Studierenden kennen statistische Tests als Entscheidungsverfahren mit Fehlern 1. und 2. Art und beherrschen die 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. Die Studierenden beherrschen die Anwendung der Statistik-Software R und können anspruchsvolle Sachverhalte mathematisch korrekt 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

- J. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Brooks/Cole, Belmont, CA, 2006
H. Toutenburg, C. Heumann, Induktive Statistik: Eine Einführung in R und SPSS. Springer, Berlin, 2008

2.9 Statistik 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):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Kinder, Kremer, 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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden besitzen sichere Kenntnisse in komplexeren statistischen Modellen mit mehreren Prädiktoren wie Varianzanalyse, multiple lineare Regression und logistische Regression als Beispiel eines verallgemeinerten linearen Modells. Die Studierenden haben die Fähigkeit, bei praktischen Problemen das statistische Modell zuzuordnen, das Modell für die vorliegende Fragestellung statistisch in mathematisch korrekter Schreibweise zu formulieren, Hypothesen zu formulieren, das zugehörige Testverfahren anzuwenden und die Ergebnisse sachgerecht zu interpretieren. Die Studierenden besitzen Verständnis für die Rolle von Schätzung und Test im statistischen Modell, sie haben Grundkenntnisse der Statistiksoftware SAS und beherrschen die Anwendung der Modelle in SAS und R. Die Studierenden können anspruchsvolle Sachverhalte mathematisch korrekt einschließlich der Auswertung mit Statistik-Software präsentieren.

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*, Brooks/Cole, Belmont, CA, 2006
 Fahrmeir L., Kneib T., Lang S., *Regression*, Springer, Berlin, 2009.
 Dobson A., *An Introduction to Generalized Linear Models*, Chapman & Hall/CRC, London, 2018

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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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-II, Lineare Algebra I, II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Probleme aus der Analysis numerisch zu lösen. Sie haben den Begriff der Kondition eines Problems verinnerlicht und können diesen in der Fehler- und Stabilitätsanalyse der Methoden gezielt zur Anwendung bringen.

Sie sind außerdem fähig, die numerischen Methoden praktisch in eine Programmiersprache umzusetzen und den Aufwand der Algorithmen abzuschätzen.

Mit Hilfe dieser Fertigkeiten sind sie in der Lage, numerische Software (kritisch) zu beurteilen.

Inhalt

Interpolation, Diskrete Fouriertransformation und FFT, Numerische Integration, Anfangswertprobleme (Einschrittverfahren, 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-II, Lineare Algebra I, II		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Probleme aus der linearen Algebra numerisch zu lösen. Sie haben den Begriff der Kondition eines Problems verinnerlicht und können diesen in der Fehler- und Stabilitätsanalyse der Methoden gezielt zur Anwendung bringen.

Sie sind außerdem fähig, die numerischen Methoden praktisch in eine Programmiersprachen umzusetzen und den Aufwand der Algorithmen abzuschätzen.

Mit Hilfe dieser Fertigkeiten sind sie in der Lage, numerische Software (kritisch) zu beurteilen.

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

A. Meister, Numerik linearer Gleichungssysteme, Springer Verlag 2015

2.13 Praktische Studienphase

Fachsemester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
6	Projekt	–	k.A.	480	13	16	SL: Hausarbeit, Abstract und Vortrag
Summe	–	–	–	480	13	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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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. Die Studierenden 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 (dual: 8)	Projekt	–	k.A.	360	4,5	12	PL: Abschlussarbeit
Summe	–	–	–	360	4,5	12	–

Modulbeauftragte(r):	Studiengangsleiter	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	alle Dozenten des Fachbereichs		
Zwingende Voraussetzungen:	mindestens 158 LP (dual: 188)		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Technomathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können auf der Grundlage ihrer im Studium erworbenen Methodenkompetenz ein wirtschaftsmathematisches 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). Die dual Studierenden erstellen die Bachelorarbeit im jeweiligen Kooperationsunternehmen.

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

Fach-semester	Lernformen	Kürzel	Gr.-größe	Aufwand/h	Kont.-zeit/h	LP	Abschluss
6	Vortrag	–	k.A.	60	1	2	PL: Kolloquium
Summe	–	–	–	60	1	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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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.

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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer sind mit der vorgegebenen Entwicklungsumgebung für die im Rahmen der Vorlesung verwendete Programmiersprache (Python) vertraut. Im Rahmen dieser Umgebung können sie neue Projekte anlegen und eigene Programm-Dateien in die Projekte einbinden. Sie sind in der Lage, Datentypen und Inhalte angelegter Variablen zu untersuchen und sie können die Ausführung eines Programms im Debugger verfolgen und kontrollieren.

Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer besitzen sichere Kenntnisse der prozeduralen Sprachelemente der unterrichteten Programmiersprache. Dies betrifft insbesondere Schleifen und Verzweigungen sowie das Anlegen eigener Funktionen zur Abstraktion, Wiederverwendung von Code und zur Vermeidung von Code-Redundanzen. Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer können gegebene Aufgabenstellungen in ein Programm umsetzen und damit lösen. Darüber hinaus eignen sie sich 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

Bonacina M., Python 3, Programmieren für Einsteiger, Independently Published, 2018
 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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer sind mit den grundlegenden objektorientierten Konzepten und Sprachelementen, wie insbesondere Vererbung und Polymorphismus, vertraut. Sie können in der verwendeten Entwicklungsumgebung Klassen mit zugehörigen Variablen und Methoden definieren. Sie verstehen die Bedeutung objektorientierter Sprachelemente für die strukturierte und modularisierte Programmentwicklung und können diese mithilfe der Entwicklungsumgebung programmtechnisch umsetzen. Darüber hinaus beherrschen sie die Grundlagen der Grafik- und Oberflächen-Programmierung.

Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer können gegebene Aufgabenstellungen in ein objektorientiertes Programm umsetzen und damit lösen. Darüber hinaus entwickeln sie ihren guten und übersichtlichen Programmierstil im objektorientierten Kontext weiter. Die Kursteilnehmer verstehen den Aufbau relationaler Datenbanken und die Organisation von Daten in einer Tabellenstruktur. Sie kennen die Bedeutung von Primär- und Fremdschlüsseln und können diese in der Praxis einsetzen. Sie beherrschen den Datenzugriff und die Datenmanipulation mithilfe der Datenbanksprache SQL und sie können eine Schnittstelle zwischen einem Computerprogramm und der verwendeten relationalen Datenbank implementieren.

Inhalt

Programmieren II: Entwicklungsumgebung für eine objektorientierte Programmiersprache (Python), 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.

Bonacina M., Python 3, Programmieren für Einsteiger, Independently Published, 2018

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

3.3 Computermathematik

Fachsemester	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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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.

Studierende können geeignete Anwendungsprobleme in Tabellenform oder als algorithmisches Problem darstellen und Programme in Excel oder Matlab zur Lösung entwickeln. Sie können die Hilfsfunktionen der Programme sowie Begleitliteratur verwenden, um ihre Programmier- und Anwendungskenntnisse eigenständig zu erweitern.

Studierende können beurteilen, für welche Probleme Anwendungssoftware (Excel oder MatLab) geeignet ist, und welche Probleme besser mit prozeduralen oder objektorientierten Sprachen wie Python 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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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. Technoinformatik, 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 der Vorlesung können die Studierenden abstrakte Algorithmen der Bildverarbeitung in einer konkreten Programmiersprache implementieren und verfügen über praktische Kenntnisse im Einsatz der Programmiersprache Matlab oder einer anderen Programmiersprache (z. B. Python oder Java).

Inhalt

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

Übung: Implementierung von Algorithmen in Matlab oder einer anderen Programmiersprache (z. B. Python 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):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Neuhäuser		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), 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):	Neuhäuser	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Wintersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Lehrbeauftragte(r), Neuhäuser		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	keine		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), 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): N.N.
 Turnus: Wintersemester
 Lehrende: N.N.
 Zwingende Voraussetzungen: keine
 Inhaltliche Voraussetzungen: Statistik I, Programmieren I, Biowissenschaften I und II, englische Sprachkenntnisse
 Verwendbarkeit: B. Sc. Biomathematik, B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual)

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

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

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 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):	Kohl	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	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. Die Studierenden lernen, von Beobachtungen auf abstrakte Begriffe zu schließen und Zusammenhänge in diesen Begriffen zu beschreiben. Sie können sich dabei exakt auszudrücken. Sie kennen die Bedeutung der Physik als Basis für Ingenieursstudiengänge und allgemein als Fundament der technischen Welt.

Inhalt

Physikalische Größen, Maßsysteme, Einheiten, mathematische Methoden und Schreibweisen, Kinematik des Massenpunktes, Newton'sche Axiome, Festigkeitslehre, Scheinkräfte, Newton'sche Bewegungsgleichung, Arbeit und Energie, Leistung, Impuls, Drehbewegung und Rotation, Drehimpuls, Gravitation, Trägheitsmomenten, Schwingungen, Feder-, Faden-, Torsionspendel, Resonanz, Wellen, Wellengleichung, Akustik, Doppler-Effekt, Gase und Flüssigkeiten in Ruhe, Druck, strömende Flüssigkeiten.

5.2 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):	Neeb	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Kohl, Neeb, Prokic		
Zwingende Voraussetzungen:	s. Bemerkungen		
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.

5.3 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):	Prokic	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Kohl, Neeb, Prokic		
Zwingende Voraussetzungen:	s. Bemerkung		
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.

5.4 Medizinische 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	30	2	SL: Testate
	Selbststudium			120	–	4	–
Summe	–	–	–	225	75	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Carstens-Behrens	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Carstens-Behrens, Neeb		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik III		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Medizintechnik, B. Sc. Technoinformatik, 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, Sichtselektion, Phasen- und Frequenzkodierung, k-Raumformalismus, Rekonstruktionsalgorithmen, Relaxationsmechanismen, Komponenten des Kernspintomographen und dessen klinische Anwendungsgebiete.

CT: Projektive Absorptionsmessungen, Radontransformation, Mathematik der ungefilterten und gefilterten Rückprojektion, CT Punktbildfunktionen, Anwendungen in der Medizin.

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: Implementierung verschiedener Aufgabestellungen im Bereich der CT, beispielsweise naive und gefilterte Rückprojektion, 2D-Fouriertransformation mit Filterung oder Simulation der Radontransformation.

Bemerkungen

Der Ultraschallteil ist nicht Bestandteil der Vorlesung, sondern wird im Selbststudium und im Praktikum behandelt. Die Vorlesung umfasst den CT- und den MRT-Teil, wobei sich die Klausur lediglich über den MRT-Teil erstreckt. Zum MRT-Versuch wird nur zugelassen, wer die Klausur erfolgreich bestanden hat. Im CT-Praktikum ist auf der Basis von verfügbaren Codetemplates eine Programmieraufgabe aus dem Bereich der Bildentstehung bzw. Bildrekonstruktion zu bearbeiten. Die Studierenden arbeiten dabei selbstorganisiert in Projektgruppen, in denen sie selbstständig einen Zeitplan für die evtl. nötigen Erweiterungen der Programmierkenntnisse und die Bearbeitung der Aufgabe bis zur vorgegebenen Deadline entwerfen. In wöchentlich stattfindenden Meetings können die Projektgruppen eigenständig entscheiden,

ob und bis zu welchem Umfang Sie ihren aktuellen Stand oder die aktuell auftretenden Probleme individuell mit den Dozierenden diskutieren möchten. Dabei entwickeln die Studierenden essentielle Fähigkeiten wie die Selbstorganisation im Team, eine zielgerichtete Zeitplanung sowie das selbstständige Arbeiten an Projekten, bei denen nur Randbedingungen wie die geforderte Funktionalität und der Abgabetermin definiert sind. Diese im Verlauf des Praktikums erworbenen Kompetenzen sind von großer Bedeutung, sowohl für die direkt anschließende Praxisphase/Bachelorarbeit als auch für ihre langfristige berufliche Entwicklung. Regulär finden 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.
W. Schlegel, Chr. Kargen, O. Jäkel, Hrsg., *Medizinische Physik*, Springer, 2018.
O. Dössel, *Bildgebende Verfahren in der Medizin*, Springer 2016.
G. Müller, M. Möser, Hrsg., *Ultraschall in der Medizin und Technik*, Springer 2017.
Ch. Brown et al., *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*, 2nd Edition, Wiley 2014.

5.5 Elektrotechnik

Fach-semester	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

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
	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 selbstständig 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

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):	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		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Programmieren I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der booleschen Algebra und sind in der Lage, eine boolesche Funktion in den Normal- und Minimalformen darzustellen sowie sowohl mit booleschen Ausdrücken als auch mit Lookup-Tabellen zu implementieren. Sie kennen kombinatorische, sequenzielle und verschachtelte Schaltungen und können sie synthetisieren. Sie können das Operations- und das Rechenwerk eines digitalen Systems auf der Register-Transfer-Ebene entwerfen. Sie sind in der Lage, einfache FPGA-basierte Systeme zu entwickeln und zu implementieren.

Inhalt

Logische Signale und Gatter; boolesche Algebra und Ausdrücke; boolesche Funktionen, Normal- und Minimalformen, Implementierung mit Ausdrücken und Lookup-Tabellen; Modulo-Rechnung und Zahlensysteme; kombinatorische, sequenzielle und verschachtelte Schaltungen; Multiplexer, Demultiplexer und Adressdekoder; Synthese digitaler Schaltungen; Shifter, Addierer und Multiplizierer; Register-Transfer-Entwurf, Operationswerk- und Steuerwerkentwurf; Beschreibung von FPGA in VHDL.

Praktikumsinhalt

Programmieren eines FPGA-Chips mit Ansteuerung von LEDs und Siebensegmentanzeigen; fünf obligatorische Versuche: Logische Signale und Gatter, Kombinatorische Schaltungen, Sequenzielle Schaltungen, Verschachtelte Schaltungen und Schaltungen mit Tasteneingabe; ein freiwilliger Versuch und Abschluss-test.

Bemerkungen

Das Modul besteht aus einer Vorlesung, einer Übung und einem Praktikum, die aufeinander synchronisiert sind. Dank dieser Synchronisation ist es möglich, das ganze Modul samt Klausur in einem Semester zu absolvieren. Die Vorlesung, die Übung, das Praktikum und die Klausur werden jedes Semester angeboten. Die Übung und das Praktikum müssen bestanden werden, stellen aber keine Teilnahmevoraussetzungen 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.
 S. Brown, Z. Vranesic: Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design. McGraw-Hill, New York, 2000.

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:	Differentialgleichungen und komplexe Zahlen		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), 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; 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 Biosignale (elektrische, optische, chemische, akustische) im Körper entstehen und durchschauen die Vorgänge bei deren Messung bzw. Ableitung. Sie verstehen die Bedeutung und Anwendung dieser Signale für die medizinische Diagnostik. Sie können die Zusammenhänge mit den Lehrinhalten der Module „Physik I-III“ und „Sensoren und Signale I-III“ nachvollziehen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Mess- und Diagnoseverfahren (z. B. Auskultation, EKG, Kapnographie, Pulsoxymetrie) und können diese anwenden und besitzen die nötigen Grundkenntnisse, um die erhaltenen Daten zu verarbeiten. 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 von Biosignalen im klinischen Alltag in Bezug auf Ergonomie, Sicherheit, Zuverlässigkeit bewusst.

Therapiesysteme: Die Studierenden kennen die Funktionsweise verschiedener chirurgischer und lebensunterstützender Therapiesysteme (z. B. HF- und Laserchirurgie, Beatmungsgeräte). Sie beherrschen die spezifischen Anforderungen an die Konstruktion von Therapiesystemen, kennen die Sicherheitsaspekte der Gerätekonstruktion und die regulatorischen Grundlagen. 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 Visualisierung von Messdaten. Messschaltungen werden mit Hilfe eines Mikrocontrollers eigständig aufgebaut.

Bemerkungen

Als Prüfungsformat wird in dem Modul die Portfolioprüfung eingesetzt. Diese wird semesterbegleitend durchgeführt und setzt sich aus folgenden Elementen zusammensetzen, die zum Teil in kleineren Teams bearbeitet werden: 1. Recherche und Präsentation modulare relevanter Inhalte und Fragestellungen, 2. Konzeptstellungen, 3. praktische Übungen, 4. schriftlich / mündliche Überprüfung von fachlichen Inhalten.

Die genauen Modalitäten für die Portfolioprüfung werden zu Beginn des Semesters festgelegt und bekannt gegeben. Im Modul wird eine gemeinsame digitale Kollaborationsplattform genutzt.

Literatur

R. Kramme (Hrsg.), Medizintechnik, Springer Verlag

S. Leonhardt, M. Walter (Hrsg.), Medizintechnische Systeme, Springer Verlag

5.11 Robotik

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
	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:	Lineare Algebra, Trigonometrie, komplexe Zahlen		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Sc. Medizintechnik, B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Technomathematik		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können die Position und Orientierung diverser Robotik-Objekte mit den Koordinaten, Positions- und Rotationsvektoren, Rotations- und Transformationsmatrizen, Positions- und Rotationsquaternionen sowie Eulerwinkeln beschreiben. Sie sind in der Lage, direkte und inverse kinematische Modelle zweiachsiger Roboter zu erstellen sowie einfache Roboterbewegungen mithilfe einer Roboter-Simulations- und Steuerungssoftware zu programmieren, zu simulieren und von realen Robotern ausführen zu lassen.

Inhalt

Räumliche Beschreibung: Koordinaten, Positions- und Rotationsvektoren, Rotations- und Transformationsmatrizen, Positions- und Rotationsquaternionen, Transformationssequenzen, Eulerwinkel; Kinematik von Robotern: direkte Kinematik, kinematische Konfigurationen, inverse Kinematik; Praktische Anwendungen der gelernten technomathematischen Methoden.

Praktikumsinhalt

Programmierung, Simulation und Ausführung von Roboterbewegungen; fünf obligatorische Versuche: PTP- und lineare Bewegungen, Robotisierte Palettierung, Nichtlineare Bewegungen, Kooperierende Roboter, Praktische Anwendung; ein freiwilliger Versuch und Abschlusstest.

Bemerkungen

Das Modul besteht aus einer Vorlesung, einer Übung und einem Praktikum, die aufeinander synchronisiert sind. Dank dieser Synchronisation ist es möglich, das ganze Modul samt Klausur in einem Semester zu absolvieren. Allerdings findet das komplette Modul einschließlich der Klausur nur in den Sommersemestern statt. In den Wintersemestern werden nur das Praktikum und die Klausur angeboten. Die Übung und das Praktikum müssen bestanden werden, stellen aber keine Teilnahmevoraussetzungen für die Modulklausur dar.

Literatur

- J. J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1989.
 K. S. Fu, R. C. Gonzalez, C. S. G. Lee: Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence, McGraw-Hill, 1987.
 R. P. Paul: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control, MIT Press, Cambridge, Mass., 1982.
 W. Weber: Industrieroboter, Carl Hanser Verlag, 2002.

G. G. Gubaidullin: Euler Angles and Quaternions in Robotics, Aktuelle Methoden der Laser- und Medizinphysik, VDE-Verlag, Berlin, 2005, pp. 137-143.

5.12 Bildverarbeitung

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.	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. Technoinformatik, 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 der Vorlesung können die Studierenden abstrakte Algorithmen der Bildverarbeitung in einer konkreten Programmiersprache implementieren und verfügen über praktische Kenntnisse im Einsatz der Programmiersprache Matlab oder einer anderen Programmiersprache (z. B. Python oder Java).

Inhalt

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

Übung: Implementierung von Algorithmen in Matlab oder einer anderen Programmiersprache (z. B. Python 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: mündliche Prüfung
	Praktikum	–	k.A.	60	30	2	SL: Testate
	Selbststudium	–	–	105	–	3,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

Modulbeauftragte(r):	Prokic	Sprache:	Deutsch
Turnus:	jedes Semester	Standort:	RAC
Lehrende:	Prokic, Neeb		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Physik I-III, Sensoren und Signale I-III		
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. Die Beschäftigung mit den Themen Radioaktivität und ionisierende Strahlung ermöglicht den Studierenden eine persönliche Kompetenzbildung in Risikoabschätzung für den öffentlichen und privaten Bereich.

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 mündlichen Prüfung 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. 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. 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, Polarisation, Polarisation 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. 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. 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

Fach-semester	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	Sprache:	Deutsch
Turnus:	Sommersemester	Standort:	RAC
Lehrende:	Brück, Jaekel, Kremer, Neidhardt, Bruch		
Zwingende Voraussetzungen:	keine		
Inhaltliche Voraussetzungen:	Analysis I, Lineare Algebra I		
Verwendbarkeit:	B. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden 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 Barwertberechnung kennen und können die klassischen Bewertungsverfahren für Investitionen anwenden. Sie beherrschen die Grundlagen von Fixed Income Securities, insbesondere Bonds mit ihren Eigenschaften und Kennzahlen. Sie beherrschen die Grundlagen der Zinsstrukturkurven, verstehen Zinsänderungsrisiken und den Einsatz von Zinsderivaten zur Absicherung solcher. Darüber hinaus lernen die Studierenden, 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, interne Rendite, Bewertung von Investitionen, Bonds, Zinsänderungsrisiken, Duration und Convexity, Immunisierung von Bond-Portfolios, Yield Curve und Zinsstruktur, Forward Rates, einfache Zinsderivate, Running Present Value und Floating Rate Bonds, Dynamic Cashflow Programming, Bewertung einer Firma.

Literatur

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

J.C. Hull, Optionen, Futures und andere Derivate, Pearson Verlag, in der jeweils neuesten Auflage
P. Albrecht, R. Maurer, Investment- und Risikomanagement – Modelle, Methoden, Anwendungen, Schäffer Poeschel, in der jeweils neuesten Auflage

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, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer kennen und verstehen die Replikationsstrategie als das grundlegende Verfahren der modernen Finanzmathematik zur Bewertung von zustandsabhängigen Auszahlungsprofilen, zu denen insbesondere Call- und Put-Optionen sowie Forward-Kontrakte gehören. Sie kennen das Arbitragekonzept und wissen, warum die Arbitragefreiheit eine grundlegende Modellannahme ist und dass diese zu eindeutig bestimmten Replikationspreisen führt. Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer kennen Ein- und Mehr-Perioden-Modelle und sind mit der Bewertung europäischer und amerikanischer Call- und Put-Optionen in Binomialbaummodellen vertraut. Sie wissen, dass die Binomialbaumformeln für Call- und Put-Optionen für große Periodenzahlen gegen die Black-Scholes-Formeln konvergieren. Die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer sind mit den Grundlagen der zeitdiskreten stochastischen Analysis vertraut und kennen die Konzepte Filtration, bedingte Erwartung, Martingal, Martingal-Darstellungssatz und den Satz von Girsanov in einem zeitdiskreten Kontext. Sie wissen, dass mithilfe der zeitdiskreten stochastischen Analysis eine Alternative zur Bewertung von Derivaten formuliert werden kann, die den Vorteil besitzt, in einen zeitstetigen Kontext fortgesetzt werden zu können.

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

Kremer J., Preise in Finanzmärkten, 2. Auflage, Springer, 2023
 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

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. Sc. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Eng. Software Engineering (dual und nicht-dual), B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmer erhalten im ersten Teil der Vorlesung eine Einführung in das Risikomanagement von Versicherungen und Banken und lernen das Drei-Säulen-Modell von Solvency II / Basel II (III, IV) kennen. Der zweite Teil der Vorlesung bietet eine Einführung in das Konzept des Value at Risk am Beispiel der Quantifizierung von Marktrisiken. Darüber hinaus lernen die Kursteilnehmer kohärente Risikomaße und ihren wichtigsten Vertreter, den Expected Shortfall, kennen. Im dritten Teil der Vorlesung beschäftigen sich die Teilnehmer*Innen mit der klassischen Portfoliotheorie machen sich mit dem klassischen Capital Asset Pricing Modell vertraut. Darüber hinaus werden die nutzenbasierte Portfolio-Optimierung sowie Portfolio-Optimierungsprobleme, bei denen der Expected Shortfall als Risikomaß zugrundegelegt wird, vorgestellt.

Inhalt

- Basel III / Solvency II: Einführung in das Risikomanagement. Risikobegriff und Stakeholder des Risikomanagements, bank- und versicherungsspezifische Risikoarten. Aufsicht des Finanzsektors innerhalb der EU (Gesetzgebungsprozess, Aufsichtsbehörden, die rechtliche Verankerung von Basel III / IV und Solvency II). Risikomanagement-Prozesse und -Systeme (Risikostrategie, Regelkreis des Risikomanagements, Interne Kontroll- und Frühwarnsysteme). Aufbauorganisatorische Aspekte (Modell der drei Verteidigungslinien, ausgewählte Funktionen nach MaRisk / MaGo). Das Drei-Säulen-Modell von Solvency II / Basel II (III, IV).
- Marktrisiken: Verteilungsfunktionen und Quantile, Value at Risk, Delta-Normal-Methode, Sensitivitäten und „Greeks“, Zerlegung von Portfolio-Risiken in Teilrisiken, Monte-Carlo-Simulationen und historische Simulationen, Risikomaße und Risikokapital, kohärente Risikomaße, Expected Shortfall. Backtesting (Baseler Ampel).
- Portfoliotheorie: Rendite, rationale Investoren, erwartete Rendite und Risiko, Diversifikationseffekte, mu-sigma-Diagramme, Effizienzlinie und Minimum-Varianz-Portfolio, Kapitalmarktlinie, Marktportfolio, CAPM und Wertpapierlinie, CAPM als Preismodell, Portfolio-Optimierung, nutzenbasierte Portfolio-Optimierung, systematisches und spezifisches Risiko, risikoadjustierte Performancemessung, Sharpe Ratio, Jensen-Index.

Literatur

- Kremer J., Marktrisiken, 2. Auflage, Springer, 2023
 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.

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	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	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. Künstliche Intelligenz (dual und nicht-dual), B. Sc. Wirtschaftsmathematik, B. Sc. Wirtschaftsmathematik (dual)		

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 rechtliche und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen im Umfeld der Schadenversicherungsmathematik.

In Programmierprojekten zu Modellierung, Tarifierung oder Reservierung vertiefen Studierende ihre Programmierkenntnisse und erwerben die Fähigkeit zur Modellierung praxisrelevanter Probleme. Studierende können ihr Wissen zu aktuariellen Themen durch Studium der Begleitliteratur und Fachpublikationen eigenständig erweitern.

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	–	k.A.	30 (2 SWS)	30	1	–
	Selbststudium			135	–	4,5	–
Summe	–	–	–	225	90	7,5	–

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

Lernziele und Kompetenzen

Die Kursteilnehmer erhalten im ersten Teil der Vorlesung eine Einführung in das Risikomanagement von Versicherungen und Banken und lernen das Drei-Säulen-Modell von Solvency II / Basel II (III, IV) kennen. Der zweite Teil der Vorlesung bietet eine Einführung in das Konzept des Value at Risk am Beispiel der Quantifizierung von Marktrisiken. Darüber hinaus lernen die Kursteilnehmer kohärente Risikomaße und ihren wichtigsten Vertreter, den Expected Shortfall, kennen. Im dritten Teil der Vorlesung beschäftigen sich die Teilnehmer*Innen mit der klassischen Portfoliotheorie machen sich mit dem klassischen Capital Asset Pricing Modell vertraut. Darüber hinaus werden die nutzenbasierte Portfolio-Optimierung sowie Portfolio-Optimierungsprobleme, bei denen der Expected Shortfall als Risikomaß zugrundegelegt wird, vorgestellt.

Inhalt

a) Grundlagen des betrieblichen Rechnungswesens. GoB, Ansatz- und Bewertungsgrundsätze (HGB). b) Bestandteile des Jahresabschlusses, Lagebericht, Anhangangaben, Eröffnung und Abschluss von Bestands- und Erfolgskonten, Eröffnungs- und Schlussbilanz, Ergebnisverwendung c) Einführung in die Internationalen Rechnungslegungsstandards (IFRS), Rechtsgrundlagen, grundlegende Unterschiede zwischen HGB und IFRS. d) Besonderheiten der Rechnungslegung bei Banken und Versicherungen, Bewertungsgrundsätze, bankspezifische Reserven, versicherungstechnische Rückstellungen, Aufbau von Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnung von Banken und Versicherungen (HGB). e) Einführung in die Bilanzanalyse, ausgewählte Bilanz- und GuV-Kennzahlen, Cashflow-Analyse.

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, Fülber, 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