

**Modulhandbuch für die Studiengänge:  
Medizintechnik,  
Sportmedizinische Technik  
und  
Optik und Lasertechnik**

12. April 2012  
Fachhochschule Koblenz  
RheinAhrCampus  
Fachbereich Mathematik und Technik

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Gemeinsame Pflichtmodule für alle drei Studiengänge</b>         | <b>4</b>  |
| 1.1      | Mathematik I . . . . .   | 4         |
| 1.2      | Mathematik II . . . . .  | 5         |
| 1.3      | Mathematik III . . . . .   | 6         |
| 1.4      | Physik I . . . . .   | 7         |
| 1.5      | Physik II . . . . .  | 8         |
| 1.6      | Informatik . . . . .   | 9         |
| 1.7      | Wirtschaft und Sprachen . . . . .                                  | 10        |
| 1.8      | Elektrotechnik . . . . .   | 11        |
| 1.9      | Mess- und Sensortechnik . . . . .                                  | 12        |
| 1.10     | Signalverarbeitung . . . . .                                       | 13        |
| 1.11     | Digitaltechnik . . . . .   | 14        |
| 1.12     | Regelungstechnik . . . . .   | 15        |
| 1.13     | Praktische Studienphase . . . . .                                  | 16        |
| 1.14     | Bachelorarbeit . . . . .   | 17        |
| 1.15     | Bachelorkolloquium . . . . .                                       | 18        |
| <b>2</b> | <b>Pflichtmodule für den Studiengang Medizintechnik</b>            | <b>19</b> |
| 2.1      | Grundlagen der Medizin . . . . .                                   | 19        |
| 2.2      | Physik III . . . . .   | 20        |
| 2.3      | Bildgebung . . . . .   | 21        |
| 2.4      | Funktionsdiagnostik und Monitoring . . . . .                       | 22        |
| 2.5      | Robotik . . . . .  | 23        |
| 2.6      | Laboranalytik . . . . .  | 24        |
| 2.7      | Bildverarbeitung . . . . .   | 25        |
| 2.8      | Medizinische Gerätetechnik . . . . .                               | 26        |
| <b>3</b> | <b>Pflichtmodule für den Studiengang Sportmedizinische Technik</b> | <b>27</b> |
| 3.1      | Grundlagen der Medizin . . . . .                                   | 27        |
| 3.2      | Angewandte Sportmedizinische Messtechnik I . . . . .               | 28        |
| 3.3      | Angewandte Sportmedizinische Messtechnik II . . . . .              | 29        |
| 3.4      | Bildgebung . . . . .   | 30        |
| 3.5      | Ergonomie und Prävention . . . . .                                 | 31        |
| 3.6      | Leistungsdiagnostik . . . . .                                      | 32        |
| 3.7      | Mathematische Methoden im Sport . . . . .                          | 33        |
| 3.8      | Sportgeräte und Materialien . . . . .                              | 34        |
| <b>4</b> | <b>Pflichtmodule für den Studiengang Optik und Lasertechnik</b>    | <b>35</b> |
| 4.1      | Grundlagen der Optik und Lasertechnik . . . . .                    | 35        |
| 4.2      | Physik III . . . . .   | 36        |
| 4.3      | Lasermesstechnik . . . . .   | 37        |
| 4.4      | Lasermaterialbearbeitung . . . . .                                 | 38        |
| 4.5      | Laserphysik und Lichtwellenleitertechnik . . . . .                 | 39        |
| 4.6      | Optikrechnen . . . . .   | 40        |
| 4.7      | Optik . . . . .  | 41        |
| 4.8      | Optische Analytik und Spektroskopie . . . . .                      | 42        |

# 1 Gemeinsame Pflichtmodule für alle drei Studiengänge

## 1.1 Mathematik I

Modulbeauftragter: Ankerhold; Lehrende: Ankerhold, Kessler, Kohns, Schmidt

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 1            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 150       | –             | 5       |                  |
| Summe        | –             | 240       | 90            | 8       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.4\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen, die die Basis für alle naturwissenschaftlich-technischen Fächer des Studiums darstellen. Sie sind in der Lage, mit Werkzeugen der Mathematik naturwissenschaftliche Probleme zu beschreiben und anschließend zu lösen. Sie können Probleme abstrahieren, klar strukturieren und mathematisch formulieren. Sie verstehen es, eine Lösungsstrategie selbstständig zu entwickeln und damit die Lösung eines mathematischen Problems zu finden. Sie sind in der Lage, an der Tafel eigene Lösungen der gestellten Aufgaben den übrigen Kursteilnehmern zu präsentieren.

### Inhalt

Grundlegende Begriffe über Mengen, Menge der reellen Zahlen, Anordnung der Zahlen, Ungleichung, Betrag, Teilmengen und Intervalle, Gleichungen, Lineare Gleichungen, Quadratische Gleichungen, Gleichungen vom Grad  $> 2$ , Wurzelgleichungen, Betragsgleichungen, Ungleichungen, Lineare Gleichungssysteme, Der Gaußsche Algorithmus, Fakultät und der binomische Lehrsatz, Der Binominalkoeffizient, Das Pascalsche Dreieck, Partialbruchzerlegung, Echt und unecht gebrochenrationale Funktionen, Einsetzmethode und Koeffizientenvergleich, Vektoralgebra, Grundbegriffe, Vektorrechnung in der Ebene, Vektorrechnung im 3-dimensionalen Raum, Determinanten, Rechenregeln für Determinanten, Entwicklung von Determinanten höherer Ordnung, Regel von Sarrus für 3-reihige Determinanten, Laplace'scher Entwicklungssatz, Rechenregeln für n-reihige Determinanten, Regeln zur praktischen Berechnung einer n-reihigen Determinante, Lineare Algebra – Reelle Matrizen, Transponierte einer Matrix, Spezielle quadratische Matrizen, Gleichheit von Matrizen, Rechenoperationen für Matrizen, Anwendungsbeispiel: ABCD-Matrizen in der Optik, Reguläre Matrix, inverse Matrix, orthogonale Matrix, Spezielle Matrizen zur Drehung von Koordinatensystemen, Lösung von  $(m \times n)$ -Gleichungssystemen, Rang einer Matrix, Eigenwerte und Eigenvektoren quadratischer Matrizen, Funktionen und Kurven, Allgemeine Funktionseigenschaften, Grenzwert und Stetigkeit von Funktionen, Ganzrationale Funktionen (Polynomfunktionen), Gebrochenrationale Funktionen, Geradengleichung, Parabelgleichung, Scheitelpunktform, Potenz- und Wurzelfunktionen, Trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktionen, Logarithmusfunktionen, Exponential- und Logarithmusgleichungen, Hyperbelfunktionen, Differentialrechnung, Differenzierbarkeit einer Funktion, Ableitungsregeln, Anwendungen der Differentialgleichung.

### Bemerkungen

Die Übungen finden in einer Gruppengröße von etwa zwanzig Studierenden statt. Zur Unterstützung des Selbststudiums werden wöchentlich Übungsblätter verteilt.

### Literatur

L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Band I+II, Vieweg  
I.N. Bronstein, K.A. Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik. Harri Deutsch

## 1.2 Mathematik II

Modulbeauftragter: Ankerhold; Lehrende: Ankerhold, Kessler, Kohns, Schmidt

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 2            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 150       | –             | 5       |                  |
| Summe        | –             | 240       | 90            | 8       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.4\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Mathematik I

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die in dem Modul Mathematik I genannten Kompetenzen werden weiter ausgeprägt, das Fachwissen um die im folgenden Abschnitt genannten Themen erweitert.

### Inhalt

Integralrechnung, Integration als Umkehr der Differentiation, Das bestimmte Integral als Flächeninhalt, Uneigentliche Integrale, Unbestimmtes Integral und Flächenfunktion, Der Fundamentalsatz der Differential- und Integralrechnung, Elementare Integrationsregeln, Anwendungen der Integralrechnung, Komplexe Zahlen und Funktionen, Definition und äquivalente Darstellungsformen einer komplexen Zahl, Komplexe Rechnung, Komplexes lineares Gleichungssystem, Radizieren (Wurzelziehen), Natürlicher Logarithmus einer komplexen Zahl, Anwendungen der komplexen Rechnung bei Schwingungsvorgängen, Reihen, Unendliche Reihen, Konvergenzkriterien, Potenzreihen, Taylor-Reihen, Fourier-Reihen, Differentialrechnung für Funktionen von mehreren Variablen, Definition einer Funktion von mehreren unabhängigen Variablen, Analytische Darstellungsformen einer Funktion, Graphische Darstellungsformen, Partielle Differentiation, Das totale oder vollständige Differential einer Funktion, Differentiation nach einem Parameter, Mehrfachintegrale, Doppelintegrale, Dreifachintegrale.

### Bemerkungen

Die Übungen finden in einer Gruppengröße von etwa zwanzig Studierenden statt. Zur Unterstützung des Selbststudiums werden wöchentlich Übungsblätter verteilt.

### Literatur

L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Band I-III, Vieweg  
I.N. Bronstein, K.A. Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik. Harri Deutsch

### 1.3 Mathematik III

Modulbeauftragter: Ankerhold; Lehrende: Ankerhold, Kessler, Kohns, Schmidt

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 3            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
| Summe        | –             | 210       | 90            | 7       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 3.9\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Mathematik I und II

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die in dem Modul Mathematik I genannten Kompetenzen werden weiter ausgeprägt, das Fachwissen um die im folgenden Abschnitt genannten Themen erweitert.

#### Inhalt

Gewöhnliche Differentialgleichungen, Definition einer gewöhnlichen Differentialgleichung, Differentialgleichungen 1. Ordnung, lineare Differentialgleichungen 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten, lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung mit konstanten Koeffizienten, Systeme linearer Differentialgleichungen, ebene und räumliche Kurven, vektorielle Darstellung einer Kurve, Differentiation eines Vektors nach einem Parameter, Bogenlänge einer Kurve, Tangenten- und Hauptnormaleneinheitsvektor, natürliche Darstellung einer Kurve, Krümmung einer Kurve, Flächen im Raum, vektorielle Darstellung einer Fläche, Flächenkurven, Tangentialebene, Flächennormale, Flächenelement, gerichtetes Flächenelement, Flächen vom Typ  $\sigma$ , Skalar- und Vektorfelder, Definition von Skalar- und Vektorfeldern, spezielle Vektorfelder, Gradient eines Skalarfeldes, Eigenschaften des Gradienten, Richtungsableitung, Divergenz und Rotation von Vektorfeldern, Divergenz eines Vektorfeldes, Rotation eines Vektorfeldes, spezielle Vektorfelder, quellenfreie Vektorfelder und wirbelfreie Vektorfelder, Laplace- und Poisson-Gleichung, Übersichtstabelle mit Rechenregeln für Differentialoperatoren, spezielle ebene und räumliche Koordinatensysteme, Darstellung eines Vektors Polarkoordinaten, Differentialoperatoren in Polarkoordinaten, Darstellung eines Vektors Zylinderkoordinaten, Differentialoperatoren in Zylinderkoordinaten, Basistransformation in Zylinderkoordinaten, zylindersymmetrische Vektorfelder, Darstellung eines Vektors Kugelkoordinaten, Differentialoperatoren in Kugelkoordinaten, Basistransformation in Kugelkoordinaten, Kugelsymmetrische Vektorfelder (Zentralfelder), Übersichtstabelle zu Differentialoperatoren in verschiedenen Koordinatensystemen, Integralrechnung, Definition eines Linien- oder Kurvenintegrals, Wegunabhängigkeit eines Linien- oder Kurvenintegrals – Konservative Vektorfelder, Definition eines Oberflächen- oder Flussintegrals, Berechnung eines Oberflächenintegrals, Oberflächenintegrale in Parameterdarstellung, Integralsatz von Gauß im Raum, Gaußsche Integralsatz in der Ebene, Integralsatz von Stokes – Zirkulation und Wirbelfluss, Übertragungstheorie linearer Systeme, reelle Darstellungen einer periodischen Funktion als Fourier-Reihe, komplexe Darstellung einer Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Satz von Dirichlet-Jordan, Rechenregeln bei der Fourier-Transformation, Faltungsregel, Parsevalsche Gleichung, Eigenschaften der Fourier-Transformation, wichtige Fourier-Transformierte, Rechteckfunktion, Sprungfunktion, Delta-Funktion, diskrete Fourier-Transformation (DFT), Schnelle Fourier-Transformation (FFT).

#### Bemerkungen

Die Übungen finden in einer Gruppengröße von etwa zwanzig Studierenden statt. Zur Unterstützung des Selbststudiums werden wöchentlich Übungsblätter verteilt.

#### Literatur

L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Band I-III, Vieweg  
 I.N. Bronstein, K.A. Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik. Harri Deutsch

## 1.4 Physik I

Modulbeauftragter: Holz; Lehrende: Holz, Kohl-Bareis, Neeb, Slupek

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 1            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 150       | –             | 5       |                  |
| 2            | Praktikum     | 60        | 25            | 2       | Studienleistung  |
| Summe        | –             | 300       | 115           | 10      | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 5.6\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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

Praktikum: Messung der Schallgeschwindigkeit in Luft, Messung der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten, mathematisches Pendel und Reversionspendel, Wheatstone'sche Brücke, Luftkissenbahn.

### Bemerkungen

Vor der Teilnahme an dem Praktikum muss die Klausur bestanden worden sein.

## 1.5 Physik II

Modulbeauftragter: Holz; Lehrende: Holz, Kohl-Bareis, Neeb, Slupek

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 2            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
| 3            | Praktikum     | 60        | 25            | 2       | Studienleistung  |
| Summe        | –             | 270       | 115           | 9       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 5.0\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Vorlesung und Übungen von Physik I

### Lernergebnisse 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.

### 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, Biot-Savart'sches Gesetz, Ampere'sches Gesetz, magnetische Induktion, Lenz'sche Regel, Maxwellgleichungen.

Praktikum: Messung des Planck'schen Wirkungsquantums, Messungen am Plattenkondensator, RC-Glied als Hoch- und Tiefpass, RLC-Glied als Oszillator, Messung der magnetischen Feldstärke, Versuche zur Beugung, Franck-Hertz-Versuche.

### Bemerkungen

Vor der Teilnahme an dem Praktikum muss die Klausur bestanden worden sein.

## 1.6 Informatik

Modulbeauftragter: Schmidt; Lehrende: Schmidt, Ankerhold, Hartmann, Kessler, Kohl-Bareis, Kohns

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 1            | Vorlesung     | 30        | 30            | 1       | –                |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
| 2            | Vorlesung     | 15        | 15            | 0,5     | benotete Klausur |
|              | Übung         | 15        | 15            | 0,5     |                  |
|              | Selbststudium | 30        | –             | 1       |                  |
| Summe        | –             | 210       | 90            | 7       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 3.9\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Erster Abschnitt: Die Studierenden besitzen eine gute Kenntnis des Innenlebens eines Computers. Sie sind mit dem Betriebssystem Windows und Entwicklungsumgebungen zur Erstellung eigener Programme in einer prozeduralen Programmiersprache vertraut. Sie beherrschen neue Werkzeuge der Programmiertechnik. Sie können selbständig ausgewählte Algorithmen konzipieren, die Konzepte programmiertechnisch umsetzen und die erfolgreiche Ausführung dokumentieren. Insbesondere beherrschen die Studierenden Berechnungen mit Zufallszahlen, Stringoperationen, Feldern, Schleifen und Boolescher Algebra sowie trigonometrische Berechnungen und Sortieralgorithmen, Monte-Carlo-Simulationen und die lineare Regression. Zweiter Abschnitt: Die Studierenden beherrschen das in den Bereichen Steuerung/Regelung, numerische Modellierung, Auswertung und graphische Darstellung von Experimentaldaten häufig anzutreffende Software-Werkzeug MATLAB. Sie können sich und anderen die Inhalte der Physik- und Mathematikvorlesungen mit Hilfe von MATLAB veranschaulichen.

### Inhalt

Erster Abschnitt: Einführung in die Begriffe der Informatik; praktisches Training am Betriebssystem (Linux, Windows); C als Beispiel einer prozeduralen Programmiersprache; einfache Datentypen; Operatoren; Steueranweisungen (Schleifen, Verzweigungen); Felder; Funktionen; Adressen und Zeiger; komplexe Datentypen (Strukturen); dynamische Speicherverwaltung.

Zweiter Abschnitt: Einführung in MATLAB; Programmierung von Schleifen zur Erstellung und Analyse von Daten; numerische Probleme (lineare Gleichungssysteme); graphische Darstellung von Ergebnissen; Importieren und Exportieren von Daten in verschiedenen Formaten; Entwicklung von Analysestrategien anhand von Beispielen aus der Medizin- und Lasertechnik (z. B. Auswertung von EEG-Daten, MRI-Datensatz, Zeit- und Frequenzanalyse); Einführung in JAVA.

### Bemerkungen

Die Klausur beinhaltet den Stoff beider Semester.

## 1.7 Wirtschaft und Sprachen

Modulbeauftragter: Faulstich; Lehrende: Lehrbeauftragte

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss      |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|----------------|
| 1            | Vorlesung     | 45        | 45            | 1,5     | s. Bemerkungen |
|              | Übung         | 15        | 15            | 0,5     |                |
|              | Selbststudium | 60        | –             | 2       |                |
| 2            | Vorlesung     | 15        | 15            | 0,5     | s. Bemerkungen |
|              | Übung         | 15        | 15            | 0,5     |                |
|              | Selbststudium | 30        | –             | 1       |                |
| Summe        | –             | 180       | 90            | 6       | –              |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 3.3\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

**Wirtschaft:** Die Studierenden haben einen Überblick über die rechtlichen Grundlagen des Geschäftsverkehrs. Sie kennen die kaufmännischen Grundlagen und verstehen die grundlegende Aspekte der Unternehmensführung.

**Sprachen:** Die Studierenden sind in der Lage, in einem internationalen Umfeld Ideen und Konzepte wirksam zu strukturieren, präsentieren, argumentieren und zu befördern.

### Inhalt

**Wirtschaft:** Rechtliche Grundlagen des Geschäftsverkehrs: Vertragsrecht, Handelsrecht, Arbeitsrecht, Gesellschaftsrecht, Grundlagen des Patent- und Markenrechts, Umsatzsteuerrecht; allgemeine Einführung in die kaufmännischen Grundlagen: Definition des Kaufmanns, Wirtschaftsformen, Handelsgeschäfte; Grundzüge des Unternehmens: Produktidee, Unternehmensgründung, Unternehmensziele, Unternehmensfinanzierung, Standortwahl, Unternehmensorganisation, Business-, Ertrags- und Liquiditätsplanung; betriebliches Rechnungswesen: Kostenrechnung, Bilanz, Buchführung, Abschreibung, Liquidität.

**Sprachen:** In unterschiedlichen thematischen Einheiten werden folgende kommunikative Kompetenzen in den Vordergrund gestellt: meeting new business partners and making Small Talk; introducing yourself; talking about jobs and hierarchies; telephoning, talking about urgency and getting things done on time; developing and giving a short presentation (formal and informal); running a meeting – Setting objectives and getting people involved; listening and taking turns in discussions; clarifying problems and suggesting / promising action; comparing alternatives and making a recommendation; negotiating successfully; writing informal emails, short memos, factual reports and minutes; dealing with formal correspondence; reviewing action and celebrating success.

### Bemerkungen

**Wirtschaft:** Am Ende des ersten Semesters findet eine benotete Klausur statt. **Sprachen:** Die Leistungsfeststellung findet kursbegleitend (*continuous assessment*) in beiden Kurseinheiten statt. Sie kann schriftliche (Hausarbeiten, Essays, Klausuren, Tests ...) und mündliche (Präsentation, Mitwirkung an Planspielen, etc.) Elemente enthalten.

## 1.8 Elektrotechnik

Modulbeauftragter: Carstens-Behrens; Lehrende: Carstens-Behrens, Gubaidullin

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 2            | Vorlesung     | 90        | 90            | 3       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 150       | –             | 5       |                  |
| 3            | Praktikum     | 60        | 20            | 2       | Studienleistung  |
| Summe        | –             | 330       | 140           | 11      | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 6.1\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse 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. Die Studierenden verstehen es, Schaltungen aufzubauen, und können Oszilloskope und Multimeter problembezogen einsetzen. Sie wissen, wie Messwerte aufgenommen, ausgewertet und richtig interpretiert werden.

### Inhalt

Grundbegriffe: Elektrische Ladung, Elektrischer Strom, Elektrische Spannung, Elektrischer Widerstand, Leistung und Energie, Strom- und Spannungsquellen. Netze an Gleichspannung: Lastwiderstand an einer linearen Quelle, Kirchhoffsche Gesetze, Kombinationen von Widerständen, Ersatzschaltungen, Schaltungsberechnung. Kondensator: Kapazität, Kondensatorschaltungen, Schaltvorgang. Spule: Induktivität, Schaltvorgang. Darstellung harmonischer Wechselgrößen: Periodendauer und Frequenz, Wirkleistung und Effektivwert, Kreisfrequenz und Phasenwinkel, Exkurs: Komplexe Zahlen, Zeigerdarstellung, komplexe Symbole. Netze an Sinusspannung: Komplexer Widerstand und komplexer Leitwert, Eintore an einer Sinusspannung, Einfache Verbindungen von Eintoren, Leistung, Lineare Netze, Lineare Netze mit Quellen. Drehstrom: Ströme und Spannungen, Symmetrische Belastung. Angewandte Wechselstromtechnik: Darstellung komplexer Übertragungsfunktionen, Passive Filter 1. Ordnung, Schwingkreise. Halbleiterbauelemente: Vorbetrachtungen, Dioden, Feldeffekttransistor, Bipolartransistor. Einfache Schaltungen: Gleichrichterschaltungen, Stabilisierungsschaltungen, Transistorverstärker, Transistorkippschaltungen, Operationsverstärker, Operationsverstärkerschaltungen. Elektromotoren: Gleichstrommotor, Schrittmotor. Schaltungssimulation: QUCS. Praktische Übungen mit einfachen Bauteilen auf einem Steckboard. Praktikum: Digitaloszilloskop und Multimeter, Kennlinie einer Z-Diode, Halbwellen- und Brückengleichrichter, RC-Tiefpass, Operationsverstärkerschaltungen, optischer Pulssensor, Kippschaltungen, Schaltungssimulation.

### Bemerkungen

Vor der Teilnahme am Praktikum muss die Klausur bestanden worden sein. Das Praktikum gilt als bestanden, wenn alle Versuche testiert sind und danach eine praktische Prüfung studienbegleitend bestanden wird.

## 1.9 Mess- und Sensortechnik

Modulbeauftragter: Carstens-Behrens; Lehrende: Carstens-Behrens, Kessler

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 3            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
|              | Vortrag       | 30        | (Vorlesung)   | 1       | Studienleistung  |
| Summe        | –             | 210       | 90            | 7       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 3.9\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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

### Bemerkungen

Die Vorträge werden in Zweier- oder Dreiergruppen in einem zeitlichen Umfang von 20 – 30 min im Rahmen der Vorlesung gehalten. Ohne Vortrag ist eine Teilnahme an der Klausur ausgeschlossen.

## 1.10 Signalverarbeitung

Modulbeauftragter: Bongartz; Lehrende: Bongartz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 3            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
| Summe        | –             | 210       | 90            | 7       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 3.9\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Informatik, Mathematik III

### Lernergebnisse 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

Keine

## 1.11 Digitaltechnik

Modulbeauftragter: Gubaidullin; Lehrende: Gubaidullin, NN

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
|              | Praktikum     | 45        | 20            | 1,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: zwingend: Informatik

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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

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

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 1.12 Regelungstechnik

Modulbeauftragter: Gubaidullin; Lehrende: Gubaidullin

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 5            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
|              | Praktikum     | 45        | 20            | 1,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$ 

Voraussetzungen: zwingend: Mathematik III, Elektrotechnik

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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

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

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

### 1.13 Praktische Studienphase

Modulbeauftragter: Studiengangsleiter; Lehrende: alle Dozenten des Fachbereichs

---

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss       |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|-----------------|
| 6            | Projektarbeit | 450       | 15            | 15      | Studienleistung |

---

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 8.3\%$

Voraussetzungen: mind. 135 Credits

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden können ihre im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten auf Probleme ihres Fachgebietes anwenden. Sie sind in der Lage, ihr Wissen problemangepasst zu vertiefen, Problemlösungen zu erarbeiten und sich mit Fachvertretern und Laien über Methoden, Konzepte, Ideen, Probleme und Lösungen in ihrem Fachgebiet austauschen.

#### Inhalt

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

#### Bemerkungen

Keine

## 1.14 Bachelorarbeit

Modulbeauftragter: Studiengangsleiter; Lehrende: alle Dozenten des Fachbereichs

---

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss             |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|-----------------------|
| 6            | Projektarbeit | 360       | 15            | 12      | benotete Ausarbeitung |

---

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 6.7\%$

Voraussetzungen: mind. 140 Credits

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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.

### Bemerkungen

Keine

## 1.15 Bachelorkolloquium

Modulbeauftragter: Studiengangsleiter; Lehrende: alle Dozenten des Fachbereichs

---

| Fachsemester | Lernformen | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss         |
|--------------|------------|-----------|---------------|---------|-------------------|
| 6            | Vortrag    | 90        | 10            | 3       | benoteter Vortrag |

---

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 1.7\%$

Voraussetzungen: s. Bemerkungen

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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

### Bemerkungen

Das Bachelorkolloquium schließt das Studium ab. Es kann erst nach Abgabe der Bachelorarbeit durchgeführt werden. Zur Vorbereitung sind mindestens fünf Bachelorkolloquien anderer Studierender zu hören. Dies kann auch schon vor Beginn der Bachelorarbeit erfolgen.

## 2 Pflichtmodule für den Studiengang Medizintechnik

### 2.1 Grundlagen der Medizin

Modulbeauftragter: Scheef; Lehrende: Scheef

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 1            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
| Summe        | –             | 150       | 60            | 5       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 2.8\%$

Voraussetzungen: keine

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die für die Medizin- und Sportmedizintechnik relevanten grundlegenden Fachtermini der Anatomie und Physiologie. Sie kennen die wichtigen diagnostischen Verfahren, die in der Medizin und der Sportmedizin zur Anwendung kommen. Sie erkennen das Problemfeld, ein klinisches Krankheitsbild mit Hilfe physiologisch-physikalischer Größen zu quantifizieren und somit den klinischen mit dem technologischen Bereich zusammen zu führen. Außerdem sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten zur Wiederherstellung und Optimierung der menschlichen Leistungsfähigkeit auf physiologischem Weg zu verstehen. Sie können den Gesundheitswert von sportlichen Belastungen und rehabilitativen Maßnahmen grob beurteilen.

#### Inhalt

An erster Stelle steht die Vermittlung des Aufbaus von Knochen, Muskeln, Blutgefäßen und Organen. Ausgehend von den grundlegenden Zellfunktionen werden dann die Nerv- und Muskeleerregung, die Steuer- und Regelmechanismen, die Aufgaben des Blutes, die Aufrechterhaltung des *inneren Milieus* durch Atmung, Herz-Kreislauf-System etc. ebenso behandelt wie die komplexen Leistungen der Sinnesorgane und des Gehirns. Abschließend werden einige häufige Erkrankungen des Bewegungsapparates mit Ursachen, Diagnose und Behandlung thematisiert.

#### Bemerkungen

Dieses Modul wird von den Studierenden der Medizintechnik und der Sportmedizinischen Technik gemeinsam absolviert.

## 2.2 Physik III

Modulbeauftragter: Holz; Lehrende: Holz, Kohl-Bareis, Neeb, Slupek

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 3            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
| Summe        | –             | 150       | 60            | 5       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 2.8\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Physik I, Vorlesung und Übungen von Physik II

### Lernergebnisse 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.

### Bemerkungen

Dieses Modul wird von den Studierenden der Studiengänge Medizintechnik und Optik und Lasertechnik gemeinsam absolviert.

## 2.3 Bildgebung

Modulbeauftragter: Carstens-Behrens; Lehrende: Carstens-Behrens, Neeb, Holz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss      |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|----------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 45        | 45            | 1,5     | s. Bemerkungen |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                |
|              | Praktikum     | 60        | 25            | 2       |                |
| Summe        | –             | 225       | 70            | 7,5     | –              |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse 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: physikalische und technische Grundlagen, A-Mode, B-Mode, Artefakte, Doppler-Sonographie, Auswahl an neueren Verfahren, Gefahrenabschätzung.

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

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

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

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

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

### Bemerkungen

Prüfungsleistung: Klausur, Studienleistung: Praktikum. Die Klausur erstreckt sich über den CT- und MR-Teil. Zu den CT- und MR-Versuchen wird nur zugelassen, wer die Klausur erfolgreich bestanden hat.

### 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.

## 2.4 Funktionsdiagnostik und Monitoring

Modulbeauftragter: Bongartz; Lehrende: Bongartz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 20            | 2       |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Signalverarbeitung, Elektrotechnik

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden wissen, wie bioelektrischer Signale im Körper entstehen und durchschauen die Vorgänge bei deren elektrischer Ableitung. Sie verstehen die Bedeutung und Anwendung dieser Signale für die medizinische Diagnostik. Sie können die Zusammenhänge mit den Lehrinhalten der Module Signalverarbeitung und Elektrotechnik nachvollziehen.

Die Studierenden kennen die grundlegenden Verfahren EKG, EMG, EEG und EOG. Sie können die verschiedenen Verfahren anwenden und besitzen die nötigen Grundkenntnisse, um die erhaltenen Daten zu interpretieren. Sie sind in der Lage, potentielle Fehlerquellen in der Messkette zu identifizieren, und kennen die dabei auftretenden charakteristischen Artefakte. Die Studierenden sind sich der Anforderungen bei der Messung bioelektrischer Signale im klinischen Alltag in Bezug auf Ergonomie, Sicherheit, Zuverlässigkeit bewusst.

### Inhalt

Grundprinzipien der bioelektrischen Vorgänge im Körper: Aktionspotentiale, Nervenleitung, Muskelinnervation; Gewebeimpedanz; Oberflächen-/ Einstechelektroden; Galvani-Spannung; unipolare/bipolare Ableitung; evozierte Potentiale; Elektromyografie; Elektrokardiografie, Vektor-EKG, Ableitung nach Einthoven; Elektroenzephalografie, Klassifizierung von EEG-Wellen; pathologische Veränderungen von elektrischen Biosignalen; Elektrokulografie; Operations- und Instrumentenverstärker; Signalfilterung; Gerätetechnik, Gerätesicherheit, Geräteergonomie.

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

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

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 2.5 Robotik

Modulbeauftragter: Gubaidullin; Lehrende: Gubaidullin

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
|              | Praktikum     | 45        | 20            | 1,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: zwingend: Mathematik III, Elektrotechnik

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

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

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

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 2.6 Laboranalytik

Modulbeauftragter: Slupek; Lehrende: Slupek

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 20            | 2       |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: zwingend: Klausur von Physik II und ein Physikpraktikum

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studenten kennen die grundlegenden Techniken und Arbeitsweisen in einem klinisch-chemischen Labor, sowie die Abläufe und gesetzlichen Grundlagen der Qualitätssicherung und Sicherheit bezüglich der in-vitro-Diagnostik. Sie sind zur Arbeit in einem klinisch-chemischen Labor befähigt.

### Inhalt

Grundlagen der Chemie, Biochemie und Molekularbiologie. Grundlagen der optischen, elektrochemischen und allgemeinphysikalischen Instrumentellen Analytik. Probenvorbereitung und Liquid-handling. Funktion und Aufbau von Meßgeräten und Meßsystemen zur Instrumentellen Analytik. Automatisierung der Laborabläufe. Gesetzliche Grundlagen der Qualitätssicherung im Labor und in der in-vitro-Diagnostik. Praktikum: Ausgewählte Versuche mit typischen Laborgeräten, z. B. : Pipetten, Analysenwaage, Zentrifuge, PCR-Cycler, Photometer, Spektrometer, Analysenautomat, ISE-Analyzer, Refraktometer.

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 2.7 Bildverarbeitung

Modulbeauftragter: Neeb; Lehrende: Neeb, Weinreich

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
|              | Praktikum     | 45        | 30            | 1,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 90            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

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

### Inhalt

Digitalisierung von Bilddaten, statistische Kenngrößen zur Charakterisierung und Kontrastverbesserung, Punktoperatoren zur Änderung der Darstellungsform eines Bildes, Lokale Operatoren für die Bildfilterung, Diffusionsfilter, morphologische Operatoren, geometrische Transformationen, Bildregistrierung, Hervorhebung relevanter Bildinhalte (Segmentierung), Texturanalyse, Bereichsegmentierung, Mustererkennung mit überwachten und nicht-überwachten Lernverfahren.

Praktikum: Implementierung von Algorithmen in Java zu lokalen Filter, Diffusionsfilter, Auffindung von Zusammenhangskomponenten, morphologischen Operatoren und zur Bildregistrierung.

### Bemerkungen

Vor der Teilnahme an der Klausur müssen alle Praktikumsversuche testiert sein.

## 2.8 Medizinische Gerätetechnik

Modulbeauftragter: Holz; Lehrende: Bongartz, NN

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                  |
|              | Praktikum     | 45        | 20            | 1,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: keine

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die spezifischen Anforderungen an die Konstruktion medizintechnischer Geräte, kennen die Sicherheitsaspekte der Gerätekonstruktion und das Medizinproduktegesetz. Sie verstehen die Funktionsweise und die Grundlagen der Entwicklung von medizintechnischen Geräten. Sie sind in der Lage, medizintechnische Geräte zu präsentieren und zu erklären.

### Inhalt

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.

Praktikum: Ausgewählte Versuche zu den Themen der Vorlesung.

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 3 Pflichtmodule für den Studiengang Sportmedizinische Technik

### 3.1 Grundlagen der Medizin

Modulbeauftragter: Scheef; Lehrende: Scheef

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 1            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
| Summe        | –             | 150       | 60            | 5       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 2.8\%$

Voraussetzungen: keine

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die für die Medizin- und Sportmedizintechnik relevanten grundlegenden Fachtermini der Anatomie und Physiologie. Sie kennen die wichtigen diagnostischen Verfahren, die in der Medizin und der Sportmedizin zur Anwendung kommen. Sie erkennen das Problemfeld, ein klinisches Krankheitsbild mit Hilfe physiologisch-physikalischer Größen zu quantifizieren und somit den klinischen mit dem technologischen Bereich zusammen zu führen. Außerdem sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten zur Wiederherstellung und Optimierung der menschlichen Leistungsfähigkeit auf physiologischem Weg zu verstehen. Sie können den Gesundheitswert von sportlichen Belastungen und rehabilitativen Maßnahmen grob beurteilen.

#### Inhalt

An erster Stelle steht die Vermittlung des Aufbaus von Knochen, Muskeln, Blutgefäßen und Organen. Ausgehend von den grundlegenden Zellfunktionen werden dann die Nerv- und Muskeleerregung, die Steuer- und Regelmechanismen, die Aufgaben des Blutes, die Aufrechterhaltung des *inneren Milieus* durch Atmung, Herz-Kreislauf-System etc. ebenso behandelt wie die komplexen Leistungen der Sinnesorgane und des Gehirns. Abschließend werden einige häufige Erkrankungen des Bewegungsapparates mit Ursachen, Diagnose und Behandlung thematisiert.

#### Bemerkungen

Dieses Modul wird von den Studierenden der Medizintechnik und der Sportmedizinischen Technik gemeinsam absolviert.

### 3.2 Angewandte Sportmedizinische Messtechnik I

Modulbeauftragter: Hartmann; Lehrende: Hartmann, Kohl-Bareis, Holz, Bongartz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 3            | Vorlesung     | 30        | 30            | 1       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 60        | –             | 2       |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 20            | 2       |                  |
| Summe        | –             | 150       | 50            | 5       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 2.8\%$

Voraussetzungen: zwingend: Grundlagen der Medizin

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen grundlegende technomotorische Fertigkeiten und die dafür sportmotorischen allgemeinen Fähigkeiten und besitzen eine angemessene sportartspezifische Leistungsfähigkeit. Darüber haben sie Kenntnisse der Sportartstrukturen, elementarer Lehr- und Lernmethodiken sowie zum Reglement ausgewählter Sportarten. Sie wissen um die Wirkungen von für die Bewegung relevanter Muskeln und Muskelgruppen. Die Studierenden weisen vertiefte Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der technischen und sportmedizinischen Module auf. Sie sind in der Lage, die wichtigsten sportmedizinischen Messverfahren praktisch einzusetzen. Somit sind sie befähigt, in den für das Lehren und Lernen im Sport relevanten Bereichen der Bewegungswissenschaft tätig zu werden.

#### Inhalt

Dieses Modul beinhaltet die Vermittlung von Kompetenzen im Umgang mit sportmedizinischer Messtechnik in Verknüpfung mit sportpraktischen Einheiten, die im Rahmen von Praktikumsversuchen absolviert werden und durch einen Trainingsplan (Selbststudium) erweitert werden. Motorisches Eigenkönnen in der Sportartengruppe Leichtathletik, Fußball, Radsport wird in diesem Modul auf diese Weise vermittelt. Außerdem wird eine grundlegende Ausbildung in ausgewählten Sportangeboten einschließlich Regelwerk und Belastungsanalyse statt finden. Auch das Vermitteln von sportwissenschaftlichen Theorien für optimales Trainerhandeln ist Inhalt dieses Moduls. Der Einsatz von Sport zur Verbesserung der Belastungsverträglichkeit und Leistungsfähigkeit wird in engem Zusammenhang mit dem Lehren biomechanischer und bioelektrischer Messmethoden stehen. Insbesondere die Messprinzipien von Druck- und Kraftmessplatten werden präsentiert und in der Anwendung erlebt. Abgerundet wird dieses Modul durch Theorie und Praxis bioelektrischer Messverfahren (EMG, EKG, EEG).

Praktikum: Kraftmessplatte, Druckmessplatte, EMG, EEG, EKG.

#### Bemerkungen

Die Vorlesung findet als Seminar mit praktischen Übungen statt.

### 3.3 Angewandte Sportmedizinische Messtechnik II

Modulbeauftragter: Hartmann; Lehrende: Hartmann, Kohl-Bareis, Holz, Bongartz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss         |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|-------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Referate |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                   |
|              | Praktikum     | 60        | 15            | 2       | benotete Testate  |
| Summe        | –             | 225       | 75            | 7,5     | –                 |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: keine

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Lernergebnisse und Kompetenzen entsprechen im Wesentlichen denen des Moduls Angewandte Sportmedizinische Messtechnik I. Ergänzend sind die Studierenden nun in der Lage, Maßnahmen zur Bewertung und Korrektur von sportlichen Bewegungen vornehmen zu können. Zusätzlich können sie gruppenspezifische Unterschiede der menschlichen Leistungsfähigkeit einschätzen und vermessen. Außerdem beherrschen die Studierenden grundlegende wissenschaftliche Präsentations- und Diskussionstechniken und können aktuelle Entwicklungen des Fachgebiets kritisch diskutieren.

#### Inhalt

Dieses Modul ergänzt das Modul Angewandte Sportmedizinische Messtechnik I. Es beinhaltet folglich gleichermaßen die Vermittlung von Kompetenzen im Umgang mit sportmedizinischer Messtechnik in Verknüpfung mit sportpraktischen Einheiten (Praktikum und Selbststudium). Die Auswahl der behandelten Sportarten und die Messmethoden sind jedoch vollkommen unterschiedlich. In diesem zweiten Modul wird der Fokus auf Tennis, Golf, Nordic Walking, Fitness, Gymnastik und Trendsportarten liegen. Die in Theorie und Praxis zu behandelnden Messverfahren lassen sich allgemein unter der Rubrik Bildgebung in der Sportmedizin zusammenfassen. Insbesondere die folgenden Techniken werden zum Einsatz kommen: High-Speed Bewegungsanalyse, IR-Bildgebung, Nahinfrarotspektroskopie, Ultraschall, Laserscanning von Oberflächen.

Praktikum: High-Speed Bewegungsanalyse (2D, 3D), Nahinfrarotspektroskopie, Laserscanning von Oberflächen, Ultraschall, IR-Bildgebung.

#### Bemerkungen

Die Vorlesung findet als Seminar mit praktischen Übungen statt.

### 3.4 Bildgebung

Modulbeauftragter: Carstens-Behrens; Lehrende: Carstens-Behrens, Neeb, Holz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss      |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|----------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 45        | 45            | 1,5     | s. Bemerkungen |
|              | Selbststudium | 120       | –             | 4       |                |
|              | Praktikum     | 60        | 25            | 2       |                |
| Summe        | –             | 225       | 70            | 7,5     | –              |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: keine

#### Lernergebnisse 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: physikalische und technische Grundlagen, A-Mode, B-Mode, Artefakte, Doppler-Sonographie, Auswahl an neueren Verfahren, Gefahrenabschätzung.

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

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

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

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

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

#### Bemerkungen

Prüfungsleistung: Klausur, Studienleistung: Praktikum. Die Klausur erstreckt sich über den CT- und MR-Teil. Zu den CT- und MR-Versuchen wird nur zugelassen, wer die Klausur erfolgreich bestanden hat.

#### 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.

### 3.5 Ergonomie und Prävention

Modulbeauftragter: Holz; Lehrende: Hartmann, Lehrbeauftragte

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 75        | –             | 2,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 15            | 2       |                  |
|              | Vortrag       | 30        | (Vorlesung)   | 1       | Studienleistung  |
| Summe        | –             | 225       | 75            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: keine

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Verletzungsmechanismen bei Unfällen im Straßenverkehr, am Arbeitsplatz und beim Sport zu verstehen, und können somit Verletzungsrisiken einschätzen. So verstehen es, entsprechende technische Maßnahmen zu konzipieren und umzusetzen. Sie beherrschen die Grundlagen der menschlichen Physiologie, der Ergonomie und können Arbeitsplätze nach deren Kriterien optimieren bzw. bewerten.

#### Inhalt

Methoden der Unfallforschung, z. B. Modelle, Crash Test Dummies; mathematisch-physikalische Berechnung von Verletzungskriterien; Techniken zur Unfallvermeidung, z. B. aktive und passive Sicherheit im Auto, Ergonomie am Arbeitsplatz; Ganganalyse und Sturzprophylaxe, Sensoren zur Messung physiologischer Signale, Konzepte des Telemonitoring/Telemedizin.

Praktikum: Bewegungs- und Ganganalyse.

#### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche und ein erfolgreicher Vortrag qualifizieren zur Teilnahme an der Klausur.

### 3.6 Leistungsdiagnostik

Modulbeauftragter: Kohl-Bareis; Lehrende: Kohl-Bareis, Hartmann

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 30        | 30            | 1       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 75        | –             | 2,5     |                  |
|              | Praktikum     | 120       | 30            | 4       |                  |
| Summe        | –             | 225       | 60            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: zwingend: Grundlagen der Medizin

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die physiologischen Grundlagen der Leistungsdiagnostik im Sport. Sie können die Messtechnik der Methoden beschreiben und sowohl invasive als auch nicht-invasive Verfahren in ihrer Verlässlichkeit abschätzen. Die Studierenden sind in der Lage, eine Leistungsdiagnostik unter Laborbedingungen während des Laufens und des Radfahrens umzusetzen und statistisch auszuwerten. Ausgewählte Messverfahren können sie aus einzelnen Komponenten aufbauen.

#### Inhalt

Physiologie des Herz-Kreislaufsystems, Grundlagen der Trainingssteuerung bei der Prävention und Trainingstherapie; Leistung im Alter; Einfluss von Trainingsbedingungen (Temperatur, Höhenbedingungen etc.); technische Grundlagen der Methoden zur physiologischen Leistungsdiagnostik wie Blutdruck- und Herzfrequenzmessung, Echokardiographie, Laktatdiagnostik, Spiroergometrie, optische Verfahren; Anwendung der Methoden und Limitierungen; technische Umsetzung der Methoden.

Praktikum: Anwendung der Leistungsdiagnostik unter Laborbedingungen mit Spiroergometrie und optischen Verfahren beim Laufen und Radfahren sowie statistische Auswertung. Aufbau von einfachen Messsystemen mit Messsensor, Datenerfassungskarte und Softwareprogrammierung.

#### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

### 3.7 Mathematische Methoden im Sport

Modulbeauftragter: Hartmann; Lehrende: NN

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 30        | 30            | 1       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 60        | 60            | 2       |                  |
|              | Selbststudium | 135       | –             | 4,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 90            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Mathematik I-III

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen Forschungsmethoden und mathematische Verfahren, die für die Sportwissenschaft und die sportmedizinische Technik hohe Relevanz besitzen. Sie besitzen die Denkweise, die der empirischen Forschung zugrunde liegt. Die Studierenden kennen Konzepte zur Umsetzung und Auswertung von Probandenstudien. Des weiteren beherrschen die Studierenden die Technik des Modellierens und Simulierens auf dem Computer mittels mathematischer Methoden. Insbesondere können sie bei der Modellierung relevante Aspekte von nicht relevanten unterscheiden. Die Studierenden sind in der Lage, computergestützte Auswertungs- und Modellierungsroutinen effizient einzusetzen.

#### Inhalt

Dieses Modul umfasst zwei spezielle Aspekte aus Teilgebieten der Mathematik. Zum einen werden Grundlagen der Statistik und spezielle statistische Methoden (z. B. Poweranalyse, Korrelationsmethoden) gelehrt, die bei der Konzeption und Auswertung einer sportwissenschaftlichen Studie unerlässlich sind. Dies wird mithilfe geeigneter Planspiele im Rahmen von Übungen am Computer vertieft. Hierbei bietet sich u. a. die Nutzung geeigneter Softwarepakete (z. B. SPSS) an. Zum anderen wird der zunehmend wichtigen Rolle der Computer-Modellierung in der Biomechanik und im Sport Rechnung getragen. Ausgehend von einfachen Masse-Dämpfer Systemen über Starrkörpermodelle bis hin zu Finite-Elemente-Modellen werden die grundlegenden mathematischen Modellierungstechniken behandelt. Die Verwendung eines Programmpaketes (z. B. Comsol), mit dessen Hilfe biomechanische Fragestellungen behandelt werden, vertieft das theoretisch gewonnene Wissen und hilft, mögliche Fehlerquellen im Modell zu erkennen.

#### Bemerkungen

Keine

### 3.8 Sportgeräte und Materialien

Modulbeauftragter: Kessler; Lehrende: Kessler, Bongartz

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 20            | 2       |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Physik I und II

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden kennen Materialeigenschaften und ihre Charakterisierung. Sie verstehen die spezifische Verwendung moderner Materialien für die Entwicklung von Sportgeräten. Sie können die Auswirkungen technischer Entscheidungen abstrahieren und sind in der Lage, Gefährdungen zu erkennen und zu vermeiden.

#### Inhalt

Grundlagen der Werkstoffe: Aufbau von Festkörpern, Phasendiagramme, Eigenschaften von Festkörpern; Materialprüfverfahren; Materialien und ihre Anwendung: Metalle, Keramiken, Kunststoffe, Biomaterialien, Verbundmaterialien, Mikro- und Nanostrukturen, Ausstattung von Sportstätten, Funktionsbekleidung; Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren; Entwicklung und Optimierung von Sportgeräten: spezifische Anforderungen, Strömungseigenschaften, Ergonomie, Sicherheit.

Praktikum: Elektronenmikroskopie, Materialprüfung, CAD-Konstruktion, FEM-Simulation.

#### Bemerkungen

Der Praktikumsversuch zur Materialprüfung findet ggf. im Rahmen einer Exkursion am Fachbereich IW, Maschinenbau, statt. Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 4 Pflichtmodule für den Studiengang Optik und Lasertechnik

### 4.1 Grundlagen der Optik und Lasertechnik

Modulbeauftragter: Ankerhold; Lehrende: Ankerhold, Kessler, Kohl-Bareis, Kohns, Wilhein

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 1            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
| Summe        | –             | 150       | 60            | 5       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 2.8\%$

Voraussetzungen: keine

#### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden kennen erste Grundlagen der Optik und der damit eng verknüpften Laserphysik. Sie besitzen einen breiten Überblick über die Funktionsweise, die Anwendung und die verschiedenen naturwissenschaftlichen und technischen Anwendungsfelder der Optik und des Lasers. Sie kennen die gültigen Lasersicherheitsvorschriften kennen und können das Gefahrenpotential verschiedener Lasertypen richtig einschätzen.

#### Inhalt

Einführung in wichtige industrielle Anwendungen der Optik und der Lasertechnik, Eigenschaften von Licht, Wellen- und Photonenbild, Atomare und molekulare Übergänge, Absorption, Emission, Dispersion, Polarisation, Reflexion, Interferenz, Kohärenz, Ausgewählte Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser, Farbstofflaser, Metaldampflaser, Halbleiterlaser, Klassifizierungen von Lasern und Anwendungsbereiche wichtiger Lasertypen, Lasersicherheit.

#### Bemerkungen

Dieses Modul soll den Studierenden die Möglichkeit geben, ihre fachliche Entscheidung sehr frühzeitig zu überprüfen. Dies ist insbesondere deshalb wichtig, weil die Optik und die Lasertechnik in schulischen Lehrplänen praktisch keine Rolle spielen.

## 4.2 Physik III

Modulbeauftragter: Holz; Lehrende: Holz, Kohl-Bareis, Neeb, Slupek

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 3            | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 90        | –             | 3       |                  |
| Summe        | –             | 150       | 60            | 5       | –                |

Turnus: Sommer- und Wintersemester

Gewicht:  $\approx 2.8\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Physik I, Vorlesung und Übungen von Physik II

### Lernergebnisse 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.

### Bemerkungen

Dieses Modul wird von den Studierenden der Studiengänge Medizintechnik und Optik und Lasertechnik gemeinsam absolviert.

### 4.3 Lasermesstechnik

Modulbeauftragter: Wilhein; Lehrende: Wilhein

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 30        | 30            | 1       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 75        | –             | 2,5     |                  |
|              | Praktikum     | 120       | 30            | 4       | benotete Testate |
| Summe        | –             | 225       | 60            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Physik III

#### Lernergebnisse 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 die Instrumente und Verfahren zur Charakterisierung von Lasern und können eigenständig optische Aufbauten zur Umsetzung lasermesstechnischer Methoden erstellen. 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, Höchstaufösende Spektroskopie, Tolansky-Interferometer, Interferenzfilter, holographische Interferometrie: Time-Average-, Realtime-, Doppelbelichtungsholographie, Elektronische Speckle-Interferometrie (ESPI), Messung von Lasereigenschaften, thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren (Photomultiplier, Microchannelplates), Halbleiterdetektoren – Photodioden, CCDs. Praktikum: Versuche zu Michelson-Interferometer, Detektoren (Photodioden), Gyroskop, Fabry-Perot-Interferometer, Holographie, HeNe-Laser, LDA.

#### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 4.4 Lasermaterialbearbeitung

Modulbeauftragter: Kohns; Lehrende: Kohns

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 30            | 2       | benotete Testate |
| Summe        | –             | 225       | 90            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Grundlagen der Optik und Lasertechnik

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der wichtigsten Anwendungen des Lasers in der Materialbearbeitung. Sie kennen die wichtigsten Laser, die in der Materialbearbeitung verwendet werden, und sind in der Lage, wichtige Kenngrößen wie benötigte Leistung und Strahlqualität zu berechnen. Sie können außerdem die Grenzen des Lasereinsatzes in der Materialbearbeitung einschätzen.

### Inhalt

Kenndaten von Hochleistungslasern (Strahlparameterprodukt, Wirkungsgrad, Leistung), Konstruktive Besonderheiten von Hochleistungslasern, Integration von Hochleistungslasern in Bearbeitungsanlagen, Arbeitssicherheit, Laserbearbeitungsverfahren: Fügen (Schweißen, Löten), Laserbearbeitungsverfahren: Trennen (Schneiden), Laserbearbeitungsverfahren: Oberflächenbearbeitung (Härten, Auftragsbeschichten), Laserbearbeitungsverfahren: Generieren (Rapid Prototyping), Laserbearbeitung mit Excimer- und Ultrakurzpulslasern.

Praktikum: Laserstrahlschweißen, Schweißen von Kunststoffen mit Licht, Beschriften und Gravieren mit Lasern, Schneiden mit Lasern.

### Bemerkungen

Die Klausur trägt 70% zur Modulnote bei, die Testate insgesamt 30%. Klausurinhalte sind die Vorlesungsinhalte. Voraussetzung zur Klausurteilnahme ist die erfolgreiche Durchführung aller Versuche. Das Praktikum wird nach Möglichkeit jedes Semester angeboten.

## 4.5 Laserphysik und Lichtwellenleitertechnik

Modulbeauftragter: Ankerhold; Lehrende: Ankerhold, Kessler

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | s. Bemerkungen   |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 20            | 2       | benotete Testate |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Sommersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Mathematik III, Physik I, zwingend: Mathematik I, II, Physik III

### Lernergebnisse 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.

Praktikum: Fünf Versuche aus der Optik und Lasertechnik

### Bemerkungen

Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung. Das Praktikum wird nach Möglichkeit jedes Semester angeboten. Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 4.6 Optikrechnen

Modulbeauftragter: Kohns; Lehrende: Kohns

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Übung         | 30        | 30            | 1       |                  |
|              | Selbststudium | 135       | –             | 4,5     |                  |
| Summe        | –             | 225       | 90            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: zwingend: Physik III

### Lernergebnisse 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.

## 4.7 Optik

Modulbeauftragter: Wilhein; Lehrende: Wilhein

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 60        | 60            | 2       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 60        | 20            | 2       |                  |
| Summe        | –             | 225       | 80            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$ 

Voraussetzungen: empfohlen: Physik III

### Lernergebnisse 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.  
Praktikum: Versuche zu Diodenlaser, Barcode-Reader, CD-Spieler, Lichtwellenleiter.

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.

## 4.8 Optische Analytik und Spektroskopie

Modulbeauftragter: Kohl-Bareis; Lehrende: Kohl-Bareis, Ankerhold, Kessler

| Fachsemester | Lernformen    | Aufwand/h | Kontaktzeit/h | Credits | Abschluss        |
|--------------|---------------|-----------|---------------|---------|------------------|
| 4 oder 5     | Vorlesung     | 30        | 30            | 1       | benotete Klausur |
|              | Selbststudium | 105       | –             | 3,5     |                  |
|              | Praktikum     | 90        | 30            | 3       |                  |
| Summe        | –             | 225       | 60            | 7,5     | –                |

Turnus: Wintersemester

Gewicht:  $\approx 4.2\%$

Voraussetzungen: empfohlen: Physik III

### Lernergebnisse und Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden der optischen Analytik und die zur Realisation notwendigen Komponenten und Geräte. Sie können die Eigenschaften von Strahlquellen wie spektrale Breite, Kohärenz, Strahlqualität, Polarisation und Pulslänge benennen und wissen, welche Geräte zur Analyse dieser Parameter verwendet werden. Die Studierenden sind in der Lage, die Entstehung von optischen Spektren in Atomen und Molekülen prinzipiell zu beschreiben. Sie können Methoden wie Absorptions-, Fluoreszenz- und Ramanspektroskopie beschreiben und in der praktischen Laborarbeit eigenständig in Versuchsaufbauten umsetzen. Die Studierenden wissen, wie gemessene Daten mit entsprechender Software (z. B. Matlab) ausgewertet werden können. Die Teamfähigkeit wird durch die Gemeinschaftsarbeit gestärkt.

### Inhalt

Optische Strahlquellen und ihre Eigenschaften und Verwendung; Aufbau und Spezifikation von Spektrometern: Prismen-, Gitter-, Fouriertransformativspektrometer; zeitaufgelöste Methoden (Time-Correlated Single Photon Counting; Frequency-Domain Spektroskopie). Entstehung von atomaren und molekularen optischen Spektren. Klassische Methoden wie Absorptions-, Fluoreszenz- und Raman-Spektroskopie sowie Laser-Doppler-Spektroskopie und Speckle-Interferometrie. Linienbreiten von Spektrallinien und Reduktionsmethoden. Laser-Streuverfahren.

Praktikum: Eigenständige Gruppenarbeiten mit Themen: Aufbau eines Gitterspektrometers zur Analyse von Fluoreszenz; Fouriertransformativspektroskopie; optische CO<sub>2</sub>-Analyse; zeitaufgelöste Spektroskopie mit ps-Auflösung; Raman-Spektroskopie. In Beispielen von klassischen Versuchsaufbauten wie z. B. für die Absorptions-, Fluoreszenz- und Raman – Spektroskopie wird die Verwendung und das Zusammenspiel dieser Komponenten sowohl in der Vorlesung als auch in der praktischen Laborarbeit verdeutlicht.

### Bemerkungen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche qualifiziert zur Teilnahme an der Klausur.