



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Bachelor

**Master**

Doktorat

Universitäts-  
lehrgang

Studienplan (Curriculum)  
für das  
**Masterstudium**  
**Biomedical Engineering**  
**UE 066 453**

Technische Universität Wien  
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien  
am 16. Juni 2025

Gültig ab 1. Oktober 2025

# Inhaltsverzeichnis

§ 1	Grundlage und Geltungsbereich	3
§ 2	Qualifikationsprofil	3
§ 3	Dauer und Umfang	4
§ 4	Zulassung zum Masterstudium	5
§ 5	Aufbau des Studiums	5
§ 6	Lehrveranstaltungen	10
§ 7	Prüfungsordnung	13
§ 8	Studierbarkeit und Mobilität	14
§ 9	Diplomarbeit	15
§ 10	Akademischer Grad	15
§ 11	Qualitätsmanagement	15
§ 12	Inkrafttreten	16
A	Modulbeschreibungen	17
B	Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen	52
C	Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	53
D	Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	54

## § 1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche, englischsprachige Masterstudium *Biomedical Engineering* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 BGBl. I Nr. 120/2002 (UG) und dem Satzungsteil *Studienrechtliche Bestimmungen* der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung des Studiums orientieren sich an folgendem Qualifikationsprofil.

## § 2 Qualifikationsprofil

Das Masterstudium *Biomedical Engineering* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolvent\_innen sowohl für eine Weiterqualifizierung vor allem im Rahmen eines fach einschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht:

- Grundlagen- und angewandte Forschung an Universitäten, in Spitälern, an außer-universitären Forschungseinrichtungen und in der Industrie
- Entwicklung von neuen Biomaterialien, Instrumenten, Methoden, Prozessen, Sensoren, Simulations- und Abbildungsverfahren
- Modellierung von Organen, Implantaten und physiologischen Prozessen
- Implementierung von neuen technischen Lösungen in Biologie und Medizin
- Operativer Einsatz von technischen Systemen in der Medizin (Klinik-Ingenieurwesen)
- Consulting im biologisch-medizinisch-ingenieurwissenschaftlichen Bereich

Die transversale Integration der Life Sciences - in den traditionellen Ingenieurwissenschaften - im Begriff „Biomedical Engineering“ stellt eine der wichtigsten Herausforderungen des europäischen Wissenschafts- und Technologieraums im 21. Jahrhundert dar. Das Gesundheitswesen stellt an das *Biomedical Engineering* laufend höhere und faszinierendere technische Anforderungen, unter steigendem Demographie-, Ethik-, Ökologie- und Kostendruck. Das wissenschaftliche und wirtschaftliche Wachstumspotenzial des *Biomedical Engineering* wird, besonders in den USA, sehr hoch geschätzt. Gemäß ihrer Devise „Technik für Menschen“ und ihrer Exzellenz in den Ingenieurwissenschaften, stellt sich die Technische Universität Wien, mit einer Fokussierung ihrer Aktivitäten im Bereich *Biomedical Engineering*, dieser Herausforderung, sowohl in der Forschung als auch in der forschungsgeleiteten Lehre.

Dieses internationale und forschungsorientierte Masterstudium *Biomedical Engineering* hat auch die Ambition, den Anteil der Frauen in den Ingenieurwissenschaften zu erhöhen, die Kommunikation des Ingenieurwesens mit der Gesellschaft zu verbessern und internationale Studierende, besonders aus Mitteleuropa, anzuziehen. Aufgrund der internationalen Ausrichtung dieses Studiums und des internationalen Gegenstandes von

*Biomedical Engineering*, können alle Pflichtlehrveranstaltungen dieses Masterstudiums in englischer Sprache absolviert werden.

Das Masterstudium *Biomedical Engineering* gibt die Möglichkeit, einen der Schwerpunkte -Biomaterials and Biomechanics, Biomedical Signals and Instrumentation, Mathematical and Computational Biology oder Medical Physics and Imaging - zu wählen.

Absolvent\_innen des Masterstudiums *Biomedical Engineering* verfügen über weitgehende Kenntnisse im gewählten Schwerpunkt und über grundlegende Kenntnisse in allen Teilbereichen der Biomedizinischen Technik.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Biomedical Engineering* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

### **Fachliche und methodische Kompetenzen**

Absolvent\_innen kennen den Aufbau der Biomedizinischen Technik und die Zusammenhänge zwischen deren Teilgebieten, die dafür relevanten theoretischen Grundlagen, methodischen Werkzeuge und Modellvorstellungen sowie die diesen zugrunde liegenden Voraussetzungen.

Sie wissen, wie in verschiedenen Teilgebieten der Biomedizinischen Technik experimentelle Untersuchungen und Modellrechnungen zur Ermittlung benötigter Daten herangezogen werden können und wie die Zuverlässigkeit solcher Daten zu beurteilen ist. Sie verfügen über breite wissenschaftliche Grundlagenkenntnisse und Forschungserfahrung.

### **Kognitive und praktische Kompetenzen**

Absolvent\_innen sind in der Lage, biomedizintechnische Problemstellungen wissenschaftlich zu formulieren, gründlich zu analysieren und dafür geeignete Lösungsvorschläge zu entwickeln.

Sie können Entwicklungen durchführen, Anwendungen vorantreiben und die Auswirkungen solcher Entwicklungen - auf das Gesundheitswesen, die Gesellschaft und die Umwelt - beurteilen und berücksichtigen. Sie verfügen über Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme.

### **Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen**

Absolvent\_innen verfügen über analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, können biomedizinische Entwicklungen und eigenes Handeln kritisch reflektieren und tragen somit gesellschaftliche Verantwortung. Weiters können sie selbstverantwortlich und wissenschaftlich arbeiten, weisen Vermittlungs- und Teamfähigkeit auf, verbunden mit fundierten Fertigkeiten in der Kommunikation und Präsentation.

Sie sind dazu befähigt, ihre Ausbildung auf dem jeweils aktuellen Stand des Fachwissens zu halten. Sie sind auch darauf vorbereitet, ihr berufliches Profil durch weiterführende Studien in anderen Fachbereichen zu erweitern. Sie verfügen über gute Kenntnisse der englischen Sprache, um auch international tätig werden zu können.

## **§ 3 Dauer und Umfang**

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Biomedical Engineering* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeit-

studium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte, wobei ein ECTS-Punkt 25 Arbeitsstunden entspricht (gemäß § 54 Abs. 2 UG).

## § 4 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Biomedical Engineering* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus. Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls die Bachelorstudien Bauingenieurwesen und Infrastrukturmanagement, Elektrotechnik und Informationstechnik, Geodäsie und Geoinformation Informatik, Data Engineering & Statistics Medieninformatik und Visual Computing, Medizinische Informatik, Software & Information Engineering, Technische Informatik, Umweltingenieurwesen, Maschinenbau, Technische Chemie, Technische Mathematik, Statistik und Wirtschaftsmathematik, Finanz- und Versicherungsmathematik, Technische Physik, Verfahrenstechnik, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen - Maschinenbau an der Technischen Universität Wien.

Fachlich in Frage kommend sind auch andere absolvierte Studien, wenn sie an wissenschaftlicher Tiefe mit zumindest einem der zuvor angeführten Bachelorstudien vergleichbar sind. Insbesondere kommt ein Studium fachlich in Frage, wenn Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Fächer Mathematik, Physik, Chemie, Elektrotechnik und/oder Mechanik, in Summe von mindestens 30 ECTS, im ausgewogenen Ausmaß vorhanden sind.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind. Sie können im Modul Free Electives and Transferable Skills, im Ausmaß von max. 4,5 ECTS, als freie Wahlfächer verwendet werden.

Die Unterrichtssprache ist Englisch. Studienwerber\_innen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die erforderlichen Sprachkenntnisse nachzuweisen. Die Form des Nachweises ist in einer Verordnung des Rektorats festgelegt.

## § 5 Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module

werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

## **Prüfungsfächer und zugehörige Module**

Das Masterstudium *Biomedical Engineering* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen. Aus der Liste der mit Stern markierten Prüfungsfächer, ist durch die Studierenden ein Schwerpunkt des Masterstudiums *Biomedical Engineering* zu wählen. Es gibt vier Schwerpunkte:

- Biomaterials and Biomechanics
- Biomedical Signals and Instrumentation
- Mathematical and Computational Biology
- Medical Physics and Imaging

Aus der Liste der Wahlmodule im Prüfungsfach *Fundamentals Biomedical Engineering*, sind vier Module zu wählen.

### **Fundamentals Biomedical Engineering (24,0 ECTS)**

Biophysics and Biomechanics (6,0 ECTS)  
Biosignals and Bioinstrumentation (6,0 ECTS)  
Biochemistry (6,0 ECTS)  
Biomedical Signal Processing (6,0 ECTS)  
Biomaterials and Tissue Engineering (6,0 ECTS)  
Cell Biology (6,0 ECTS)  
Scientific Computing (6,0 ECTS)

### **Life Sciences (15,0 ECTS)**

Basics of Biology (6,0 ECTS)  
Basics of Physiology (9,0 ECTS)

### **\*Biomaterials and Biomechanics (42,0 ECTS)**

Basics of Biomaterials and Biomechanics (15 ECTS)  
Advances in Biomaterials and Biomechanics (9,0 ECTS)  
Project Biomedical Engineering (6,0 ECTS)

### **\*Biomedical Signals and Instrumentation (42,0 ECTS)**

Basics of Biomedical Signals and Instrumentation (15,0 ECTS)  
Advances in Biomedical Signals and Instrumentation (9,0 ECTS)  
Project Biomedical Engineering (6,0 ECTS)

### **\*Mathematical and Computational Biology (42,0 ECTS)**

Basics of Mathematical and Computational Biology (15 ECTS)

Advances in Mathematical and Computational Biology (9,0 ECTS)

Project Biomedical Engineering (6,0 ECTS)

### **\*Medical Physics and Imaging (42,0 ECTS)**

Basics of Medical Physics and Imaging (15,0 ECTS)

Advances in Medical Physics and Imaging (9,0 ECTS)

Project Biomedical Engineering (6,0 ECTS)

### **Free Electives and Transferable Skills (9,0 ECTS)**

Free Electives and Transferable Skills (9,0 ECTS)

### **Diplomarbeit (30,0 ECTS)**

Siehe Abschnitt §9

Die den Schwerpunkten entsprechenden Prüfungsfächer setzen sich jeweils aus einem Basic-, Advanced- und Project-Modul zusammen. Im Basic-Modul des gewählten Schwerpunkts, sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 15 ECTS, im Advanced-Modul im Umfang von 9 ECTS - davon mindestens 3 ECTS vom Lehrveranstaltungstyp UE, LU, VU, SE, PR - und im Projekt-Modul im Umfang von 6 ECTS zu wählen.

Außerdem sind noch mindestens 12 ECTS aus dem folgenden Pool zu wählen:

- Lehrveranstaltungen aus beliebigen Basic-Modulen
- Lehrveranstaltungen aus beliebigen Advanced-Modulen
- ein beliebiges Projekt-Modul ausgenommen jenes aus dem gewählten Schwerpunkt

Somit sind mindestens 42 ECTS für die mit Stern markierten Prüfungsfächern zu wählen.

Im Modul Free Electives and Transferable Skills, sind Lehrveranstaltungen im Ausmaß von insgesamt 9,0 ECTS zu absolvieren, davon mindestens 4,5 ECTS, die den Transferable Skills zuzuordnen sind.

## **Kurzbeschreibung der Module**

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Biomedical Engineering* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

**Basics of Biology (6,0 ECTS)** Das Modul *Basics of Biology* gibt eine Einführung in ausgewählte Gebiete der allgemeinen Biologie. Im Besonderen wird dabei ein Bogen von den Biomolekülen und deren molekularbiologischen Interaktionen, über die Zelle bis

hin zum strukturierten und ausdifferenzierten Organismus gespannt. Zusätzlich wird ein Überblick über die Genetik, Biostatistik, Biotechnologie und Toxikologie gegeben, sowie eine Einführung in die Wissenschaftstheorie vermittelt. Der Einsatz der Mikroskopie in der Biologie wird theoretisch wie auch praktisch behandelt.

**Basics of Physiology (9,0 ECTS)** Das Modul *Basics of Physiology* vermittelt grundlegendes Verständnis in der Anatomie, Histologie, Physiologie und Pathologie, sowie eine Einführung in die allgemeine Krankheitslehre und medizinische Terminologie.

**Biophysics and Biomechanics (6,0 ECTS)** Das Modul *Biophysics and Biomechanics* liefert die Grundbegriffe der Biophysik und Biomechanik, mittels systematischer Einführungen und Anwendungen betreffend lebender Zellen, sowie der muskulo-skeletalen-, kardiovaskularen- und Atmungs-Systeme. Hauptaugenmerke liegen auf Gleichgewichts- und Energieprinzipien, auf konstitutivem Verhalten, auf Aufbau, Funktion und Informationsverarbeitung biologischer Zellen, auf mikroskopischen, elektrophoretischen und spektroskopischen Methoden, sowie auf elektromagnetisch-biologischen Wechselwirkungen.

**Biosignals and Bioinstrumentation (6,0 ECTS)** Das Modul *Biosignals and Bioinstrumentation* bietet eine Einführung in die Generierung, Fortpflanzung, Aufnahme und Analyse der medizinisch relevanten Biosignale des menschlichen Körpers. Die physiologischen, physikalischen und biochemischen Vorgänge im menschlichen Körper und die dazugehörigen Biosignale, auf elektrischer, chemischer, akustischer, magnetischer, mechanischer und optischer Basis, werden behandelt. Die Theorie, Praxis und Limitierungen der klassischen biomedizinischen Instrumente, unter Einschluss von Diagnose-, Therapie- und Langzeitüberwachungstechniken, werden erläutert.

**Biochemistry (6,0 ECTS)** Das Modul *Biochemistry* umfasst die Grundlagen der Chemie und, darauf aufbauend, der Biochemie, sowie die Basis der instrumentellen Bioanalytik. Es werden die Grundkonzepte dieser Disziplinen vermittelt. Die Grundlagen für die Leistungscharakterisierung von analytisch-biochemischen Messinstrumenten werden vermittelt und die Grundbegriffe sowie -operationen der Bioanalytik werden erläutert. Grundkonzepte von Trennverfahren, Bioaktivitätsanalytik, immunanalytischen Methoden und massenspektrometrischen Techniken werden vorgestellt.

**Biomedical Signal Processing (6,0 ECTS)** Das Modul *Biomedical Signal Processing* bringt die Grundlagen der Verarbeitung biomedizinischer Daten, aus dem Blickwinkel der Statistik und der Bildverarbeitung. Neben den wichtigsten Grundfertigkeiten der statistischen Interpretation und Auswertung dieser Daten, werden multivariate Verfahren zur Verarbeitung und automatischen Auswertung bildgebender Methoden vermittelt.

**Biomaterials and Tissue Engineering (6,0 ECTS)** Das Modul *Biomaterials and Tissue Engineering* behandelt Basiswissen an der Schnittstelle Werkstoffwissenschaften/Chemie/Biologie/Medizin und vermittelt Verständnis für Methodenentwicklung in Tissue Engineering.

**Cell Biology (6,0 ECTS)** Das Modul *Cell Biology* vertieft Grundkenntnisse über zellbiologische Komponenten und Prozesse. Zellbiologische Phänomene werden quantitativ

anhand ausgewählter Beispiele beschrieben, welche aus den Gebieten der Reizweiterleitung sowie der Immunologie gewählt werden. Moderne zellbiologische Messverfahren – insbesondere bildgebende Verfahren – werden vorgestellt.

**Scientific Computing (6,0 ECTS)** Das Modul *Scientific Computing* hat zum Ziel die Grundkenntnisse und Fertigkeiten in Bereich des Programmierens und des Scientific Computings herzustellen. Zielgruppe sind Studierende, die keine Vorbildung in diesem Bereich haben und Fächer aus einem Bereich der Computational Science, angewandte Modellbildung und Simulation etc., in den Basic und Advances Modulen des Masterstudiums Biomedical Engineering, belegen wollen.

**Basics of Biomaterials and Biomechanics (15 ECTS)** Das Modul *Basics of Biomaterials and Biomechanics* behandelt Design- und Optimierungskriterien für Biomaterialien und bioinspirierte Materialien, sowie dazu hilfreiche moderne, analytische und numerische Methoden der Biomechanik.

**Advances in Biomaterials and Biomechanics (9,0 ECTS)** Das Modul *Advances in Biomaterials and Biomechanics* behandelt spezifische und vertiefende Themen betreffend hierarchische Materialien, Mikromechanik, Poromechanik, Chemomechanik, Bruchmechanik, Gewebemechanik, Materialcharakterisierung und Prothetik.

**Basics of Biomedical Signals and Instrumentation (15,0 ECTS)** Das Modul *Basics of Biomedical Signals and Instrumentation* gibt eine Einführung in die Theorie und Anwendung der Biosensorik und Mikrosystemtechnologie, einschließlich der bioanalytischen Instrumentierung, biomedizinischen Massenspektrometrie und Laserspektroskopie. Dieses Modul vermittelt das grundlegende Wissen zu mikrostrukturierten biokompatiblen Oberflächen und Grenzflächen, sowie zu mikroelektronischen Bauelementen und Funktionsgruppen, zwecks Erfassung von biomedizinischen Signalen.

**Advances in Biomedical Signals and Instrumentation (9,0 ECTS)** Das Modul *Advances in Biomedical Signals and Instrumentation* behandelt vertiefende und spezifische Themen im Bereich der biomedizinischen Signale und Instrumente der biomedizinischen Technik, sowie bioanalytische Methoden.

**Basics of Mathematical and Computational Biology (15 ECTS)** Das Modul *Basics of Mathematical and Computational Biology* führt in die Bioinformatik ein und behandelt die Regelungsmathematik und numerische Mathematik, zwecks Simulation von physiologischen Prozessen, Neuronen, Organen, Biomaterialien und Implantaten.

**Advances in Mathematical and Computational Biology (9,0 ECTS)** Das Modul *Advances in Mathematical and Computational Biology* behandelt sowohl methodisch orientierte, als auch vertiefende und spezifische Themen der Informatik und Computersimulation in der Biologie und Medizin. Im Speziellen, das Management biologischer Daten, Gehirnmodellierung, Hörtheorie, Computergraphik, Mathematische und angewandte Modellbildung, Systemtheorie, Regelungs- und Automatisierungstechnik, Numerische Mathematik, sowie stochastische Mathematik.

**Basics of Medical Physics and Imaging (15,0 ECTS)** Das Modul *Basics of Medical Physics and Imaging* vermittelt grundlegende Kenntnisse über physikalische Phäno-

mene, welche in bildgebenden Verfahren ausgenutzt werden. Dazu gehören insbesondere Lichtmikroskopie, Röntgenmikroskopie, und Computertomographie. Die Auswirkung auf biomedizinische Proben (Organe, Gewebe, Zellen), sowie die Möglichkeiten der mathematischen Bildbearbeitung und der quantitativen Analyse, werden erörtert.

**Advances in Medical Physics and Imaging (9,0 ECTS)** Das Modul *Advances in Medical Physics and Imaging* bietet Themen zur Verbreiterung des Wissensstandes in Hinblick auf physikalische Grundlagen, modernste Technologien, sowie Methoden zur Bildbearbeitung. Einschlägige Kenntnisse werden durch Praktika und Übungen vertieft.

**Project Biomedical Engineering (6,0 ECTS)** Das Modul *Project Biomedical Engineering* vermittelt praktische Erfahrungen in der Anwendung des akquirierten Wissens, im Rahmen eines einschlägigen Forschungsprojektes in der biomedizinischen Technik.

**Free Electives and Transferable Skills (9,0 ECTS)** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches, sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

## § 6 Lehrveranstaltungen

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des Universitätsgesetzes beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (§ 7) festgelegt.

Betreffend die Möglichkeiten der Studienkommission, Module um Lehrveranstaltungen für ein Semester zu erweitern, und des Studienrechtlichen Organs, Lehrveranstaltungen individuell für einzelne Studierende Wahlmodulen zuzuordnen, wird auf § 27 des studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien verwiesen.

### Vorgaben zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Universitätsgesetz 2002

Vor Beginn jedes Semesters ist ein elektronisches Verzeichnis der Lehrveranstaltungen zu veröffentlichen (Titel, Name der Leiterin oder des Leiters, Art, Form inklusive Angabe des Ortes und Termine der Lehrveranstaltung). Dieses ist laufend zu aktualisieren.

Die Leiterinnen und Leiter einer Lehrveranstaltung haben, zusätzlich zum veröffentlichten Verzeichnis, vor Beginn jedes Semesters die Studierenden in geeigneter Weise über die Ziele, die Form, die Inhalte, die Termine und die Methoden ihrer Lehrveranstaltungen sowie über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren.

Für Prüfungen, die in Form eines einzigen Prüfungsvorganges durchgeführt werden, sind Prüfungstermine jedenfalls drei Mal in jedem Semester (laut Satzung am Anfang, zu Mitte und am Ende) anzusetzen, wobei die Studierenden vor Beginn jedes Semesters

über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren sind.

Bei Prüfungen mit Mitteln der elektronischen Kommunikation ist eine ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung zu gewährleisten, wobei zusätzlich zu den allgemeinen Regelungen zu Prüfungen folgende Mindestanforderungen einzuhalten sind:

- Vor Semesterbeginn Bekanntgabe der Standards, die die technischen Geräte der Studierenden erfüllen müssen, damit Studierende an diesen Prüfungen teilnehmen können.
- Zur Gewährleistung der eigenständigen Erbringung der Prüfungsleistung durch die Studierende oder den Studierenden sind technische oder organisatorische Maßnahmen vorzusehen.
- Bei technischen Problemen, die ohne Verschulden der oder des Studierenden auftreten, ist die Prüfung abzubrechen und nicht auf die zulässige Zahl der Prüfungsantritte anzurechnen.

## **Vorgaben zu Lehrveranstaltungen aus der Satzung der TU Wien**

Im Folgenden steht SSB für *Satzung der TU Wien, Studienrechtliche Bestimmungen*.

- Der Umfang einer Lehrveranstaltung ist in ECTS-Anrechnungspunkten und in Semesterstunden anzugeben. [§ 9 SSB (Module und Lehrveranstaltungen)]
- Die Abhaltung einer Lehrveranstaltung als „Blocklehrveranstaltungen“ ist nach Genehmigung durch die Studiendekanin/den Studiendekan möglich. [§ 9 SSB (Module und Lehrveranstaltungen)]
- Die Abhaltung von Lehrveranstaltungen und Prüfungen in einer Fremdsprache ist nach Genehmigung durch die Studiendekanin/den Studiendekan möglich. [§ 11 SSB (Fremdsprachen)]
- Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Lernergebnisse, die durch eine einzelne Lehrveranstaltung vermittelt wurden. [§ 12 SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)]
- Die Lehrveranstaltungsprüfungen sind von der Leiterin/dem Leiter der Lehrveranstaltung abzuhalten. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine andere fachlich geeignete Prüferin/einen anderen fachlich geeigneten Prüfer zu bestellen. [§ 12 SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)]
- Jedenfalls sind für Prüfungen in Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen, die in einem einzigen Prüfungsakt enden, drei Prüfungstermine für den Anfang, für die Mitte und für das Ende jedes Semester anzusetzen. Diese sind mit Datum vor Semesterbeginn bekannt zu geben. [§ 15 SSB (Prüfungstermine)]
- Prüfungen dürfen auch am Beginn und am Ende lehrveranstaltungsfreier Zeiten abgehalten werden. [§ 15 SSB (Prüfungstermine)]
- Die Prüfungstermine sind in geeigneter Weise bekannt zu machen. [§ 15 SSB (Prüfungstermine)]

## Beschreibung der Lehrveranstaltungstypen

- VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Die Prüfung wird mit einem einzigen Prüfungsvorgang durchgeführt. In der Modulbeschreibung ist der Prüfungsvorgang je Lehrveranstaltung (schriftlich oder mündlich, oder schriftlich und mündlich) festzulegen. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht, das Erreichen der Lernergebnisse muss dennoch gesichert sein.
- EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb der Räumlichkeiten der TU Wien stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.
- LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende einzeln oder in Gruppen unter Anleitung von Betreuer\_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.
- PR:** Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich am Qualifikationsprofil des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.
- SE:** Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.
- UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen konkrete Aufgabenstellungen – beispielsweise rechnerisch, konstruktiv, künstlerisch oder experimentell – zu bearbeiten sind. Dabei werden unter fachlicher Anleitung oder Betreuung die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden zur Anwendung auf konkrete Aufgabenstellungen entwickelt.
- VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung sind Lehrveranstaltungen, in denen die beiden Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung kombiniert werden. Der jeweilige Übungs- und Vorlesungsanteil darf ein Viertel des Umfangs der gesamten Lehrveranstaltungen nicht unterschreiten. Beim Lehrveranstaltungstyp VU ist der Übungsteil jedenfalls prüfungsimmanent, der Vorlesungsteil kann in einem Prüfungsakt oder prüfungsimmanent geprüft werden. Unzulässig ist es daher, den Übungsteil und den Vorlesungsteil gemeinsam in einem einzigen Prüfungsvorgang zu prüfen.

## Beschreibung der Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Informationssystem zu Studien und Lehre

- Typ der Lehrveranstaltung (VO, EX, LU, PR, SE, UE, VU)
- Form (Präsenz, Online, Hybrid, Blended)
- Termine (gegebenenfalls auch die für die positive Absolvierung erforderliche Anwesenheit)
- Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Vorkenntnisse)
- Literaturangaben
- Lernergebnisse (Umfassende Beschreibung der Lernergebnisse)
- Methoden (Beschreibung der Methoden in Abstimmung mit Lernergebnissen und Leistungsnachweis)
- Leistungsnachweis (in Abstimmung mit Lernergebnissen und Methoden)
  - Ausweis der Teilleistungen, inklusive Kennzeichnung, welche Teilleistungen wiederholbar sind. Bei Typ VO entfällt dieser Punkt.
- Prüfungen:
  - Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Literaturangaben)
  - Form (Präsenz, Online)
  - Prüfungsart bzw. Modus
    - \* Typ VO: schriftlich, mündlich oder schriftlich und mündlich;
    - \* bei allen anderen Typen: Ausweis der Teilleistungen inklusive Art und Modus beziehend auf die in der Lehrveranstaltung angestrebten Lernergebnisse.
  - Termine
  - Beurteilungskriterien und Beurteilungsmaßstäbe

## § 7 Prüfungsordnung

Der positive Abschluss des Masterstudiums erfordert:

1. die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden,
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
3. die positive Absolvierung der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 13 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 17 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung*

der *Technischen Universität Wien* sind erfüllt, wenn die Punkte 1 und 2 erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema und die Note der Diplomarbeit,
- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des\_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß §72a UG.

Die Note des Prüfungsfaches „Diplomarbeit“ ergibt sich aus der Note der Diplomarbeit. Die Note jedes anderen Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Wenn keines der Prüfungsfächer schlechter als mit „gut“ und mindestens die Hälfte mit „sehr gut“ benotet wurde, so lautet die *Gesamtbeurteilung* „mit Auszeichnung bestanden“ und ansonsten „bestanden“.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen sowie künstlerischen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

## **§ 8 Studierbarkeit und Mobilität**

Studierende des Masterstudiums *Biomedical Engineering* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang C zu absolvieren.

Die Beurteilungs- und Anwesenheitsmodalitäten von Lehrveranstaltungen der Typen UE, LU, PR, VU, SE und EX werden im Rahmen der Lehrvereinbarungen mit dem Studienrechtlichen Organ festgelegt und im Informationssystem für Studien und Lehre

bekanntgegeben. Bezüglich der Wiederholbarkeit von Teilleistungen wird auf die studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung verwiesen.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das Studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität stehen die in § 27 Abs. 1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Die im Zuge einer Mobilität erreichten ECTS können verwendet werden, um die im Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ geforderten Transferable Skills im entsprechenden Ausmaß abzudecken. Insbesondere können sie auch dem Themenpool Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management zugerechnet werden.

Beim Beurteilen der wesentlichen Unterschiede bei den erworbenen Kompetenzen von Lehrveranstaltungen/Modulen, die im Zuge einer Mobilität absolviert werden, wird empfohlen, die fachlichen Kompetenzen heranzuziehen.

Ist in einer Lehrveranstaltung die Beschränkung der Teilnehmer\_innenzahl erforderlich und kann diese zu Studienzeitverzögerungen führen, sind entsprechend UG § 58 Abs. 8 die Anzahl der Plätze und die Vergabemodalitäten im Studienplan in der jeweiligen Modulbeschreibung vermerkt.

## **§ 9 Diplomarbeit**

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Das Prüfungsfach *Diplomarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), die mit 27 ECTS-Punkten bewertet wird, sowie aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 3 ECTS-Punkten.

## **§ 10 Akademischer Grad**

Den Absolvent\_innen des Masterstudiums *Biomedical Engineering* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

## **§ 11 Qualitätsmanagement**

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Biomedical Engineering* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft

wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend dem Plan-Do-Check-Act Modell nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger\_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der Technischen Universität Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt, um die Lernergebnisse zu erreichen, und (4) die Leistungsnachweise geeignet, um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben, um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen Studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiter\_innen geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

## **§ 12 Inkrafttreten**

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2025 in Kraft.

# A Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in § 6 unter *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 12 im Detail erläutert.

## Basics of Biology

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- ausgewählte Kapitel der theoretischen Grundlagen der Biologie, der Biotechnologie und der Toxikologie erklären sowie anhand ausgewählter Beispiele diskutieren,
- biostatistische Methoden für die Analyse und Auswertung von biologisch, medizinischem Datenmaterial beschreiben und im Hinblick auf entsprechende Fragestellungen die passende Methodik herausfinden, sowie
- die theoretischen Grundlagen der Mikroskopie erläutern und mikroskopische Techniken praktisch durchführen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- unter Verwendung wesentlicher Begriffe der allgemeinen Biologie, der Biostatistik, der Biotechnologie und der Toxikologie in diesen Themengebieten treffsicher diskutieren, kategorisieren und argumentieren,
- molekularbiologische Zusammenhänge in der lebenden Zelle analysieren und gegenüberstellen und so das gewonnene Verständnis des Wechselspiels von Biomolekülen bis hin zum strukturierten Organismus zur Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen anwenden, sowie
- mikroskopische Techniken in der Biologie und Biomedizintechnik benutzen und so Experimente konzipieren.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch und methodisch denken, sowie
- biologische Systeme verstehen und vergleichen, und diese Fähigkeit sowohl für sich selbst nutzen als auch an Dritte kommunizieren, um gemeinsame Strategien für die Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen zu entwickeln.

**Inhalt:**

Es wird ein allgemeiner Überblick über ausgewählte Kapitel der Biologie vermittelt, diese können unter den folgenden Schlagworten zusammengefasst werden: Historischer Überblick und moderne Biologie; Moleküle des Lebens; Molekularbiologie; Bakterien als einfachste Lebensformen; Zytologie; Genetik; Subzelluläre infektiöse Partikel; Biotechnologie; Wissenschaftstheorie; Toxikologie; Grundlagen der Biostatistik. Im Weiteren werden sowohl theoretische als auch praktische Kenntnisse zur Mikroskopie in der Biologie vermittelt.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, im Speziellen in den Fächern Biologie, Chemie und Physik;

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen;

Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Biology

1,5/1,0 VU Introduction to Microscopy in Biology

1,5/1,0 VO Introduction to Biostatistics

Bei der Lehrveranstaltung Introduction to Microscopy in Biology kann es zu einer Beschränkung der Teilnehmer\_innenzahl kommen. Es stehen 100 Plätze zur Verfügung. Diese Plätze werden in der Reihenfolge der Anmeldungen im Informationssystem für Lehre vergeben.

# Basics of Physiology

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

## **Lernergebnisse:**

### *Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- ausgewählte Kapitel der Anatomie, Histologie, Physiologie und Pathologie des menschlichen Körpers erklären sowie anhand ausgewählter Beispiele diskutieren,
- reguläre und pathologische Vorgänge im menschlichen Körper beschreiben und im Hinblick auf entsprechende Fragestellungen die passende Methodik herausfinden, sowie
- die Grundlagen der allgemeinen Krankheitslehre und ihre praktische Anwendung erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- unter Verwendung der medizinischen Terminologie und insbesondere wesentlicher Begriffe der Anatomie, Histologie, Physiologie und Pathologie in diesen Themengebieten treffsicher diskutieren, kategorisieren und argumentieren,
- unter Verwendung der anatomischen und zellbiologischen Terminologie reguläre und pathologische Vorgänge im menschlichen Körper analysieren und gegenüberstellen und das so gewonnene medizinische Verständnis zur Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen anwenden,
- auf Basis eines Grundverständnisses für physiologische Abläufe und deren Störungen Krankheiten beschreiben, systematisieren und klassifizieren.

### *Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch und methodisch denken,
- anatomische und physiologische Systeme verstehen und vergleichen sowie diese Fähigkeit sowohl für sich selbst nutzen als auch an Dritte kommunizieren, um gemeinsame Strategien für die Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen zu entwickeln, sowie
- dabei ethische Aspekte in der Erhebung medizinischer Daten berücksichtigen.

## **Inhalt:**

Grundlagen der Zytologie und Gewebelehre; Physiologie der inneren Organe; Entzündung und Immunologie; Kreislaufsystem, Skelettsystem und Nervensystem; Endokrinologie, Stoffwechsel und Sinnesorgane.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, im Speziellen in den Fächern Physik, Chemie und Biochemie;  
Selbstständige Problemanalyse;  
Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen sowie Eigeninitiative und Neugierde.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

4,5/3,0 VO Anatomy and Histology

4,5/3,0 VO Physiology and Basics of Pathology

**Biophysics and Biomechanics**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- ausgewählte Kapitel der Biophysik und der Biomechanik (Bewegung, Gleichgewicht, Energie, Materialverhalten) erklären sowie anhand ausgewählter Beispiele diskutieren
- biophysikalische Vorgänge in lebenden Zellen, mit Schwerpunkt auf elektrisch aktiven Nervenzellen, beschreiben und im Hinblick auf entsprechende Fragestellungen die passende Methodik herausfinden,
- biomechanische Prinzipien in muskulo-skeletalen und kardio-vaskularen Systemen beschreiben und im Hinblick auf entsprechende Fragestellungen die passende Methodik herausfinden, sowie
- die Grundlagen von Wachstum, biologischem Umbau und Heilung erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- unter Verwendung wesentlicher Begriffe der Biophysik und der Biomechanik in diesen Themengebieten treffsicher diskutieren, kategorisieren und argumentieren
- biophysikalische und biomechanische Vorgänge einer mathematisch-formalen Quantifizierung unterziehen, sowie
- durch Anwendung biomechanischer/biophysikalischer Grundlagen das Verhalten biologischer Systeme, insbesondere ihrer elektrischen und mechanischen Zustände im Zuge ihrer Evolution, analysieren und prognostizieren.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, und
- biophysikalische und biomechanische Zusammenhänge als Basis für Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik präsentieren und bewerten.

**Inhalt:**

Biomechanische Prinzipien von muskuloskeletalen und kardio-vaskularen Systemen; Bewegungsgleichungen, Gleichgewicht, Trägheit, Energie und konstitutives Verhalten; Biophysik lebender Zellen mit Schwerpunkt auf elektrisch aktiven Nervenzellen aus der Perspektive der Elektrotechnik, Physik und Informationstechnik; Aufbau, Funktion und Informationsverarbeitung der Zelle; mikroskopische, elektrophoretische und spektroskopische Methoden der Biophysik; elektromagnetisch-biologische Wechselwirkungen in niederfrequenten wie auch hochfrequenten elektromagnetischen Feldern

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende Kenntnisse in einem Ingenieurfach;

Sichere Anwendung der Vektorrechnung, der Grundlagen zur Lösung von Differentialgleichungen, räumliches Vorstellungsvermögen;

Arbeitsdisziplin bei der Aneignung anspruchsvoller mathematisch-physikalischer Zusammenhänge

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Introduction into Biophysics

3,0/2,0 VU Introduction to Biomechanics

## **Biosignals and Bioinstrumentation**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- grundlegende physiologische, physikalische und biochemische Vorgänge im menschlichen Körper erklären,
- die Generierung, Fortpflanzung, Aufnahme und Analyse der medizinisch-relevanten Biosignale des menschlichen Körpers ableiten und kontrastieren, die Vielfalt der Biosignale beschreiben,
- elektrische, chemische, akustische, magnetische, mechanische und optische Biosignale ableiten und beurteilen, die jeweiligen Sensorsysteme entwerfen,
- Grundlagen der Biosignalanalyse zum Zwecke der medizinisch-relevanten Interpretation der Biosignale anwenden,
- Theorie, Praxis und Limitierungen der klassischen biomedizinischen Instrumente und Techniken, unter Einschluss von Diagnose-, Therapie- und Langzeitüberwachungstechniken, erläutern,
- Grundlagen der mikroelektronischen Bauelemente als Bausteine biomedizinischer Instrumente schildern, sowie
- Grundlagen der qualitativen und quantitativen Bestimmung von Biomolekülen in biologischen Systemen formulieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- biomedizinischer Problemstellungen formulieren, analysieren und lösen,
- treffsicheren Umgang mit biophysikalischen, bioanalytischen und biomedizinischen Grundbegriffen beherrschen, als Grundlage zur Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen und zur Lösung interdisziplinärer Probleme,
- biophysikalische Vorgänge im menschlichen Körper lokalisieren und vergleichen, sowie
- medizintechnische Ansätze in der Diagnostik und Therapie formulieren.

### *Überfachliche Kompetenzen:*

#### Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, sowie
- strategisches Verständnis der Schnittstelle zwischen einem physiologischen-biophysikalischen Prozess und einem Sensor bzw. Aktuator als Basis für eine strategische Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik präsentieren.

#### **Inhalt:**

Grundlagen der Physiologie; vitale physiologische Parameter (Blutdruck, Sauerstoffsättigung des Blutes, Körpertemperatur, kardiale und respiratorische Aktivität); biologische Rhythmen und Schlaf; Biosignale und ihre Vielfalt im menschlichen Körper (Tast-, Schmerz-, Geruchs-, Geschmacks-, Hör-, Seh- und Gleichgewichtssinn); elektrische, chemische, akustische, optische und mechanische Biosignale; Grundlagen zu mikroelektronischen Bauelementen; Grundprinzipien der biomedizinischen Instrumente; diagnostische und therapeutische Instrumente und Geräte; theoretische und praktische Aspekte zu Bioimpedanz und funktionaler elektrischer Stimulation

#### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Physiologie, Mathematik, Materialkunde und Modellbildung; Grundlegendes Verständnis biophysikalischer Abläufe im menschlichen Körper;

Modellhaftes und logisches Denken; Umgang mit und Beherrschung von den mathematischen Grundlagen;

Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen, Interesse an aktuellen theoretischen und praktischen Fragestellungen im medizinisch-ingenieurwissenschaftlichen Bereich; Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin.

#### **Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

#### **Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Biomedical Sensors and Signals

3,0/2,0 VU Biomedical Instrumentation

## **Biochemistry**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- ausgewählte Kapitel der Grundlagen der Chemie erklären,
- eine überblicksartige Einführung in die Biochemie geben, sowie
- eine überblicksartige Einführung in die Konzepte der instrumentellen Analytischen Biochemie geben.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundbegriffe der Grundlagen der Chemie, Biochemie und instrumentellen Bioanalytik beherrschen und treffsicher damit umgehen, sowie
- chemische und biochemische Vorgänge in der lebenden Zelle und im Organismus verstehen und dabei relevante Biomoleküle benennen.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, und
- den Brückenschlag zwischen Chemie, Biochemie und Bioanalytik im Zusammenhang mit biomedizinischen Fragestellungen machen.

### **Inhalt:**

Grundlagen der Chemie und darauf aufbauend der Biochemie sowie die Basis der instrumentellen Bioanalytik; Grundkonzepte der Chemie (wie die Relevanz von Wasser in chem./biochem. Systemen, Chiralität, Kinetik, Chemie der wichtigsten Klassen von Biomolekülen: Nucleinsäuren, Proteine, Kohlenhydrate und Lipide) und Biochemie (Organisation und chemische Zusammensetzung der Zelle, Struktur und Eigenschaften von Proteinen, Enzyme und Prinzipien der Biokatalyse, Struktur und Eigenschaften von Nucleinsäuren, genetischer Code und Mutation, DNA-, RNA- und Proteinbiosynthese, Generelle Konzepte des Metabolismus); Grundlagen für die Leistungscharakterisierung von

analytisch-biochemischen Messinstrumenten; Grundbegriffe sowie -operationen der Bioanalytik; Grundkonzepte von biochromatographischen und elektrophoretischen Trennverfahren, enzymatischer Aktivitätsanalytik, immunanalytischer Methoden und massenspektrometrischer Techniken

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, im Speziellen in den Fächern Chemie, Biochemie und Physik;  
Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen;  
Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Introduction to Biological Chemistry

3,0/2,0 VO Instrumental Analytical Biochemistry

## **Biomedical Signal Processing**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundlegende Kenntnisse der statistischen Auswertung von multivariaten Messreihen anwenden,
- Statistische Tests und deren korrekte Anwendung erklären,
- Regressionsmodelle (univariate und multivariate) berechnen,
- Variablenselektion und Modellvalidierung durchführen,
- Hauptkomponentenanalyse benutzen,
- Clusteranalyse und Klassifizierung von Messdaten konzipieren,
- Bildgebende Verfahren in der Medizin und Computerassistierte Diagnostik erläutern,

- Lokalisierung, Segmentierung und Identifizierung anatomischer Strukturen beschreiben,
- Registrierung und Atlasbildung durchführen, sowie
- Computerbasierte Analyse von Neuroimaging Daten demonstrieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die wichtigsten statistischen Methoden beherrschen,
- treffsicher und praktisch mit statistischen Testverfahren umgehen,
- die wichtigsten multivariaten statistischen Verfahren in der Praxis korrekt anwenden,
- die grundlegenden Modellierungsverfahren beherrschen,
- die wichtigsten Bildanalyseverfahren erläutern, sowie
- den Zusammenhang von Bilddaten, Problemstellung und möglichen Lösungsmethoden demonstrieren.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden,
- Grundlegendes Verständnis statistischer Verfahren zur Interpretation und Modellierung von Daten und Images aus dem Bereich der biomedizinischen Technik präsentieren,
- diese Daten und Images korrekt einschätzen und eventuell notwendige und mögliche Neuerungen daraus ableiten, sowie
- von einer medizinischen Problemstellung ausgehend in Zusammenarbeit mit Medizinern computerbasierte Lösungskonzepte erarbeiten.

**Inhalt:**

Anwendung von statistischen Tests in der Praxis; simple und multiple lineare Regression; Multikollinearität und deren Einfluss auf Regressionmodelle; Hauptkomponentenanalyse zur Entkorrelierung und zur explorativen Datenanalyse; Clusteranalyse zur automatisierten Bildverarbeitung; Variablenselektion; Modellvalidierung; Hauptkomponentenregression; Klassifizierungsverfahren; bildgebende Verfahren in der Medizin; Segmentierungsmethoden (Active Contours, Level-Sets), modellbasierte Detektion und Segmentierung anatomischer Strukturen (Active Shape Models, Active Appearance Models); Methoden für das Erlernen von Modellen basierend auf medizinischen Bilddaten; Texturanalyse und Klassifikation, interaktive Segmentierungsmethoden; Rigide und nicht-rigide Registrierung und Atlasbildung; Neuroimaging und maschinelles Lernen in der Analyse von Neuroimaging Daten, interoperative Visualisierung

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlagen der univariaten und bivariaten Statistik; Kenntnisse der Matrixalgebra;

Sicherer Umgang mit Computern;  
Offenheit, auch komplizierte Zusammenhänge erkennen zu wollen; Kooperative Zusammenarbeit, Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

*Introduction To Biostatistics VO (3 ECTS)*

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Gruppen- und Einzelarbeit mit zur Verfügung gestellter Software
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VU Advanced Biostatistics

3,0/2,0 VO Medical Image Processing

## **Biomaterials and Tissue Engineering**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Biokompatibilität von Werkstoffen bewerten,
- die Anwendung biokompatibler Werkstoffe in Orthopädie, Zahnmedizin, Augenheilkunde, Kardiologie beschreiben
- die Herstellung von Tissue Engineering Scaffolds beschreiben, sowie
- Grundlagen zur Sammlung und Verwendung von biologischen Zellen erklären,
- Konzept und Bedeutung vorklinische und klinischer Studien erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- den Einsatzes von Werkstoffen in der Medizin verstehen,

- die Zell-Material-Wechselwirkung verstehen, sowie
- die Methodenentwicklung in Tissue Engineering verstehen.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, und
- Basiswissen an der Schnittstelle Werkstoffwissenschaften/ Chemie/ Biologie/ Medizin, zur Bewertung aktueller Entwicklungen und Entscheidungen zur Profilschärfung und Weiterbildung anwenden.

**Inhalt:**

Herstellung und Bauweisen von Biomaterialien; Methoden zur Bestimmung der Biokompatibilität; Sammlung und Anwendung biologischer Zellen; Interaktion zwischen Material und Zelle; vorklinische und klinische Studien

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende Kenntnisse in einem Ingenieurfach;

Grundverständnis biologisch-chemischer Systeme;

Offenheit für interdisziplinäres Denken.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Biocompatible Materials

3,0/2,0 VU Introduction to Biomaterials and Tissue Engineering

# Cell Biology

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

## **Lernergebnisse:**

### *Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- den Aufbau von eukaryotischen Zellen: Organellen, Zytoskelett, Membranen beschreiben,
- die Rolle von Energien und Kräften analysieren,
- Zelluläre Abläufe wie Transport, Katalyse, Synthese, Signalisierung darstellen,
- Reizweiterleitung erläutern,
- immunologische Aspekte erklären,
- Mathematische Systembiologie und quantitative Biologie anwenden, sowie
- moderne zellbiologische Techniken beschreiben.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- zellbiologischen Zusammenhänge beurteilen,
- die wesentlichen biomolekularen Komponenten und Abläufe verstehen, sowie
- Zellen als Werkstoff diskutieren.

### *Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, sowie
- zelluläre Abläufe als integralen Bestandteil von biomedizinischen Fragestellungen innovativ nutzen.

## **Inhalt:**

Grundkenntnisse über zellbiologische Komponenten und Prozesse werden vertieft; zellbiologische Phänomene werden quantitativ anhand ausgewählter Beispiele beschrieben, welche aus den Gebieten der Reizweiterleitung sowie der Immunologie gewählt werden; moderne zellbiologische Messverfahren – insbesondere bildgebende Verfahren – werden vorgestellt

## **Erwartete Vorkenntnisse:**

Zentrale molekulare Komponenten wie Nukleinsäuren, Proteine, Lipide, niedermolekulare Substanzen; Grundlagen der Biologie;  
Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen;  
Offenheit für interdisziplinäres Denken.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Molecular Biology of the Cell

1,5/1,0 VO Biomembranes

1,5/1,0 VO Mathematical Systems Biology

**Scientific Computing**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Programme mit der Sprache MATLAB entwerfen und testen,
- einfache bis mittelschwere Aufgaben der angewandten Mathematik mittels MATLAB-Programmen lösen,
- vereinfachtes Modellbildungs und Simulationsexperiment für eine gegebene Forschungsfragestellung durchführen,
- Grundprinzipien von Modellbildung und Simulation und den damit verbundenen Standardprozess wiedergeben,
- unterschiedliche Modellbildungskonzepte unterscheiden, klassifizieren und deren Einsatzgebiete benennen,
- mit Modellierungsstrategien einfache Systeme abstrahieren, konzeptionelle Modelle erstellen und diese auch analysieren,
- Simulationssoftware bedienen und damit Simulationsmodelle implementieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Problemstellungen im Bereich Scientific Computing formulieren und analysieren,
- diese Probleme hinsichtlich des Einsatzes von Programmier- und Simulationssoftware beurteilen,

- Lösungen der Problemstellungen mit Hilfe von Programmierung oder Simulationssoftware formulieren und umsetzen.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich eigenständig im Bereich der Programmierung und Modellbildung und Simulation weiterbilden, sowie
- strategisches Verständnis der Schnittstelle zwischen mathematischer Modellierung, Programmierung und Lösungen von Anwendungsproblemen präsentieren.

**Inhalt:**

Befehlssyntax der Programmiersprache MATLAB (befehls- und teilweise objektorientiert), Aufbereitung von grafischen Ausgaben, Probleme aus der linearen Algebra mit MATLAB lösen, Einsatz von MATLAB für Statistik und Optimierung, Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen mit Hilfe der entsprechenden MATLAB-Toolboxen, Überblick über Modellbildung und Simulation, Modellierungsmethoden (Fokus liegt auf: System Dynamics, Differenzen- und Differentialgleichungen, Discrete-Event Simulation, Zelluläre Automaten und Agentenbasierte Modellierung), Formulierung von Forschungsfragen, System-Abstraktion, Konzeptionelle Modellierung, Implementierung (Anylogic, MATLAB, Python), Design von Simulationsexperimenten, Simulationsausführung bis zur Ergebnisinterpretation

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Mathematik (typischer Mathematik Ausbildung auf Bachelor-Niveau): insbesondere Lineare Algebra, Analysis einer und mehrerer Variablen, sowie Differentialgleichungen; Grundkenntnisse in Modellbildung;

Abstraktes und logisches Denken; Umgang mit und Beherrschung der mathematischen Grundlagen; Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse;

Kooperative Zusammenarbeit, Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin; Interesse an interdisziplinären Herausforderungen; Offenheit komplexe Fragestellungen analysieren und lösen zu wollen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

3,0/2,0 VU Modeling and Simulation

3,0/2,0 VU Programming with MATLAB for BME

## **Basics of Biomaterials and Biomechanics**

**Regelarbeitsaufwand:** 15 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Designkriterien und Optimierungsstrategien in Biomaterialien (Knochen, Holz) benennen,
- bio-inspirierte Materialien beschreiben,
- die Mikromechanik und Homogenisierungstheorien für hierarchische Materialien erklären,
- bildbasierte Finite Elemente Modellierung erklären,
- die Mechanik des menschlichen Bewegungsapparates beschreiben,
- die Morphologie und Mechanik von Geweben beschreiben, sowie
- die Grundlagen der Fluidmechanik biologischer Systeme erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Genese und Funktionsweise von Biomaterialien verstehen
- Homogenisierungsverfahren beherrschen und treffsicher damit umgehen
- Finite Elemente Methoden beherrschen und treffsicher damit umgehen
- moderne biomechanische Verfahren zur Lösung aktueller Problemstellungen in Orthopädie, Dentalmedizin und Tissue Engineering anwenden.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, und
- Bauprinzipien in Biomaterialien erlaubt in Verbindung mit erweitertem biomechanischen Wissen wissenschaftlich fundierte kreative Lösungen an der Schnittstelle zwischen natürlichem Gewebe und Implantat verstehen.

**Inhalt:**

Bauprinzipien, Designstrategien und Optimierungsansätze von Biomaterialien; theoretische Grundlagen zur mathematischen Erfassung von Struktur-(mechanischen) Eigenschaftsbeziehungen (inkl. Homogenisierungsverfahren, Mehrskalungsverfahren, Finite Elemente); der gesamte Bewegungsapparat

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Biomechanik, Biomaterialwissenschaft und Tissue Engineering; Sichere Anwendung der Tensorrechnung, Kenntnis der Kontinuumsmechanik; Arbeitsdisziplin bei der Aneignung anspruchsvoller mathematisch-physikalischer Zusammenhänge, Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen.

Erwartete Vorkenntnisse können in den folgenden Modulen erworben werden: *Biophysics and Biomechanics* und *Biophysics and Biomechanics*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Biomaterials

3,0/2,0 VO Transport Phenomena in Biological Systems

3,0/2,0 VU Computational Biomaterials and Biomechanics

3,0/2,0 VO Modelling of the Human Locomotor System

3,0/2,0 VO Tissue Biomechanics

**Advances in Biomaterials and Biomechanics**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- einen fundierten Einblick in die Mehrskalenmechanik biologischer Gewebe geben,
- einen Einblick in die Gewebs- und Bruchmechanik geben
- die Prinzipien für experimentelle Methoden zur Materialcharakterisierung erläutern und umsetzen, sowie
- einen fundierten Einblick in die Biomechanik von Bewegungssystemen geben.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Expertenwissen in Biomaterialcharakterisierung und –simulation anwenden,
- forschungsnahen Aufgaben behandeln, sowie
- interdisziplinäre Probleme lösen.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden,
- wissenschaftliche Literatur kompetent präsentieren,
- anspruchsvolle Probleme an der Schnittstelle zwischen Biomaterialwissenschaft und angewandter Mechanik, sowohl theoretisch/rechnerisch, als auch experimentell, behandeln
- fachliches Wissen weitergeben und im Bereich der Biomaterialien anwenden, sowie
- mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umgehen, in Teams Teilergebnisse erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenführen.

### **Inhalt:**

Spezialkapitel und tiefgehende Themen aus den Bereichen Mikromechanik, Thermodynamik der Materialien, Bruchmechanik, Bewegungsapparat, Gewebemechanik, experimentelle Mechanik von biologischen Materialien und Prothesen.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Aufbau biologischer Materialien, Designprinzipien von Biomaterialien; Grundzüge der Materialmechanik;

Sicherer Umgang mit analytischen und numerischen Methoden der Materialmechanik; Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen und Interesse an aktuellen theoretischen und praktischen Fragestellungen im biologisch-medizinisch-ingenieurwissenschaftlichen Bereich Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin.

### **Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

### **Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)

- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigungen in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Seminararbeiten zu aktuellen vertiefenden Themen mit einem immanenten wissenschaftlichen Diskurs, Literaturrecherche
- Projektbezogene Arbeiten mit einem theoretischen und/oder praktischen Inhalt
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 3 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

- 3,0/2,0 VO Multiscale Material Modelling
- 2,0/2,0 UE Multiscale Material Modelling
- 1,5/1,0 VO Basics of Lung Physiology and Ventilation Technique in Medicine
- 3,0/2,0 SE Biomechanics of the Human Locomotor System
- 1,5/1,0 VO Cardiovascular System Dynamics
- 3,0/2,0 VO Engineering Biochemoporomechanics
- 2,0/2,0 UE Engineering Biochemoporomechanics
- 5,0/4,0 VU Finite Element Methods in Biomechanics
- 2,0/2,0 LU Fracture Mechanics
- 3,0/2,0 VO Injury Mechanics
- 3,0/2,0 LU Laboratory Course the Motor Muscle
- 3,0/2,0 VO Prosthetics
- 3,0/2,0 VO Mechanical Properties of Biological Tissues
- 2,0/2,0 LU Experimental Determination of Mechanical Properties of Biological Tissues
- 3,0/2,0 SE Seminar of Biofluid Mechanics
- 2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
- 3,0/2,0 LU Rehabilitation Engineering
- 3,0/2,0 VO The Motor Muscle
- 2,0/2,0 UE Tissue Biomechanics
- 3,0/2,0 SE Tissue Biomechanics
- 2,0/2,0 LU Tissue Biomechanics
- 3,0/2,0 VO Experimental Mechanics and Characterization of the Hierarchical Structure of Biological Tissues
- 1,0/1,0 UE Transport Phenomena in Biological Systems
- 1,5/1,0 VO Macromolecular Chemistry for BME
- 3,0/2,0 VO Chemistry and Biology of Polymeric Biomaterials
- 2,0/1,5 VU Biomechanical Testing of Bone and Orthopedic Implants

3,0/2,0 VU Cardiovascular Fluid Mechanics  
3,0/2,0 VO Soft Matter Analysis Techniques and Applications

## **Basics of Biomedical Signals and Instrumentation**

**Regelarbeitsaufwand:** 15,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

#### *Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundlagen bioanalytischer Instrumentierung und massenspektrometrischer Konzepte für den Einsatz in der biomedizinischen und medizinischen Forschung erklären,
- Messprinzipien und Technologie gängiger Sensorelemente, mikroelektronischer Bauelemente, Mikro- und Nano-systeme in der biomedizinischen Technik sowie deren Anwendungsgebiete diskutieren und anwenden,
- Funktionsweise, Technologie und Einsatz von Biochips (DNA/protein/cell chips) schildern,
- Grundlagen des Lasers und die wichtigsten laserspektroskopischen Methoden für klinischen und wissenschaftlichen Einsatz erläutern,
- Prinzipien und Ausführungsformen von biomedizinischen Sensoren zur Erfassung nicht-elektrischer Größen konzipieren, sowie
- funktionale biomedizinische Schnittstellen zwischen mikrostrukturierten biokompatiblen Oberflächen und mikroelektronischen Bauelementen zur Erfassung von diversen biomedizinischen Signalen beschreiben.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die theoretischen Kenntnisse auf medizintechnische Fragestellungen anwendungsorientiert verwerten, insbesondere im Bereich der massenspektrometrischen Analysatoren,
- physikalisch basierte mathematischer Modelle herleiten, sowie
- treffsicheren Umgang mit biophysikalischen und biochemischen Grundbegriffen zur Bearbeitung von biomedizintechnische Fragestellungen beherrschen.

#### *Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die theoretischen Kenntnisse auf medizintechnische Fragestellungen anwendungsorientiert verwerten, insbesondere im Bereich der massenspektrometrischen Analysatoren,

- physikalisch basierte mathematischer Modelle herleiten, sowie
- treffsicheren Umgang mit biophysikalischen und biochemischen Grundbegriffen zur Bearbeitung von biomedizintechnische Fragestellungen beherrschen.

**Inhalt:**

(Bio)Sensorik und biomedizinische Instrumente; Prinzipien von massenspektrometrischen Methoden betreffend Ionisation und Desorption/Ionisation von Biomolekülen, Arten der Ionentrennung und Detektion, Interpretation von Massenspektren zur Strukturklärung, Quantifizierung mittels Massenspektrometrie, Anwendungsbeispiele in der Biomedizinischen Massenspektrometrie; Theorie und Rahmenbedingungen für die Laserspektroskopie und Laseranwendung; Grundlagen und Theorie für die Entwicklungen im Bereich von Bioanalytische Chemie, Diagnostik, DNA/Protein und Cell Chips; Technologie und Anwendungen von Mikro- und Nanostrukturen an Oberflächen und Grenzflächen; mikrofluidische Systeme; Materialien und Methoden der Mikro- und Nano- Herstellung; Konzepte der biomedizinischen Schnittstellen mit Feldeffekttransistoren; Bioimpedanz; Grundlagenwissen zu mikroelektronischen Bauelementen und Funktionsgruppen zur Erfassung von biomedizinischen Signalen

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik, Materialkunde, Biochemie und Modellbildung; Umgang mit und Beherrschung von den mathematischen Grundlagen, Verständnis der mathematischen Konzepte zur Beschreibung von zeitdiskreten Signalen, modellhaftes Denken;

Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen und Interesse an aktuellen theoretischen und praktischen Fragestellungen im biologisch-medizinisch-ingenieurwissenschaftlichen Bereich.

Erwartete Vorkenntnisse können in den folgenden Modulen erworben werden:

- *Biophysics and Biomechanics*,
- *Biosignals and Bioinstrumentation* und
- *Biomedical Signal Processing*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Die Lehrveranstaltung *Instrumental Analytical Biochemistry VO* (3 ECTS) aus dem Modul *Biochemistry* ist verpflichtend für die Lehrveranstaltung *Biomedical Mass Spectrometry VU* (3 ECTS).

Die obige verpflichtende Voraussetzung setzt auf Kenntnisse der Lehrveranstaltung *Instrumental Analytical Biochemistry VO* (3 ECTS) auf, insbesondere hinsichtlich Handhabung kleinster Flüssigkeitsvolumina und Biopolymeren im Zusammenhang mit bioanalytischen Instrumenten (= Massenspektrometern).

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)

- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VU Biomedical Mass Spectrometry

3,0/2,0 VO Biochip Technologies in (Bio)Analytical Chemistry

3,0/2,0 VO Sensors and Microsystem Technology

3,0/2,0 VO Laser in Physics, Chemistry, Biology and Medicine

3,0/2,0 VU Biomedical Microsystems

Bei der Lehrveranstaltung Biomedical Microsystems kann es zu einer Beschränkung der Teilnehmer\_innenzahl kommen. Es stehen 15 Plätze zur Verfügung. Diese Plätze werden in der Reihenfolge der Anmeldungen im Informationssystem für Lehre vergeben.

## **Advances in Biomedical Signals and Instrumentation**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- theoretische Grundlagen, methodische Werkzeuge, Modellvorstellungen und experimentelle Untersuchungen zu spezifischen Themen im Bereich der biomedizinischen Signale, der Instrumente der biomedizinischen Technik und der bioanalytischen Methoden erklären, beurteilen und entwickeln,
- Zusammenhänge der Teilgebiete der biomedizinischen Technik kontrastieren, sowie
- unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung aufweisen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- biomedizinische Problemstellungen formulieren, analysieren und lösen
- Entwicklungen durchführen und deren Auswirkungen erfassen, sowie
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme anwenden und entwickeln.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden,
- wissenschaftlicher Literatur kompetent präsentieren,
- vertiefendes Verständnis der Schnittstelle zwischen einem physiologischen-biophysikalischen Prozess und einem Sensor bzw. Aktuator als Basis für eine strategische Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik präsentieren, sowie
- Fähigkeit, mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umzugehen, in Teams Teilergebnisse zu erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenzuführen, demonstrieren.

**Inhalt:**

Vertiefende und spezifische Themen im Bereich der biomedizinischen Signale und Instrumente der biomedizinischen Technik sowie bioanalytische Methoden

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik, Materialkunde, Biochemie, Bioanalytik und Modellbildung;

Umgang mit und Beherrschung von den mathematischen Grundlagen, Verständnis der mathematischen Konzepte zur Beschreibung von zeitdiskreten Signalen, modellhaftes Denken;

Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen und Interesse an aktuellen theoretischen und praktischen Fragestellungen im biologisch-medizinisch-ingenieurwissenschaftlichen Bereich; Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin.

Erwartete Vorkenntnisse können im folgenden Modul erworben werden:

*Basics of Biomedical Signals and Instrumentation*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Seminararbeiten zu aktuellen vertiefenden Themen mit einem immanenten wissenschaftlichen Diskurs, Literaturrecherche
- Projektbezogene Arbeiten mit einem theoretischen und/oder praktischen Inhalt
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 3 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

- 3,0/2,0 VO Applied Vibrational Spectroscopy
- 2,0/1,3 VO Sample Preparation and Basic Concepts in Bioanalysis
- 2,0/2,0 PR Biomedical Sensors and Signals
- 5,0/4,0 VU Selected Topics - Biophysics
- 1,5/1,0 VO Biosensors and Bioprocess Analytics
- 3,0/2,0 VO Chemical Nanoscopy
- 3,0/2,0 VO Assistive Technologies 1
- 3,0/2,0 VO Assistive Technologies 2
- 2,0/1,5 VO Proteomics
- 3,0/2,0 VO Process technologies for microelectronic, photonic and microsystem devices
- 3,0/2,0 LU Rehabilitation Technology Laboratory
- 3,0/2,0 SE Rehabilitation Technology Seminar
- 3,0/3,0 VU Technical Restoration of Body Functions by Means of FES
- 4,5/3,0 VU Functional Electrostimulation: theory and praxis 1
- 4,5/3,0 VU Functional Electrostimulation: theory and praxis 2
- 3,0/3,0 PR Selected Topics - Microelectronic Concepts for Biomedical Interfacing
- 4,5/4,5 PR Microelectrodes and Microfluidics for Biomedical Applications
- 3,0/2,0 UE Medical Image Processing
- 3,0/2,0 VU Biosignal Analysis using Matlab
- 2,0/1,5 VO Lab-on-a-chip Technologies
- 2,0/1,5 VO Organ-on-a-chip Technologies
- 2,0/2,0 UE Rapid prototyping of microfluidic devices
- 3,0/2,0 VO Genomics technologies, processes and instrumentation
- 2,0/1,5 VO Organic Mass Spectrometry
- 3,0/2,0 VO Sensors and Optoelectronic Components
- 3,0/2,0 VO Sensor Systems
- 3,0/3,0 UE Genomic Technologies and Processes
- 3,0/2,0 VO Rehabilitation Technology Course

## **Basics of Mathematical and Computational Biology**

**Regelarbeitsaufwand:** 15 ECTS

### **Lernergebnisse:**

#### *Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundlegende Begriffe der Bioinformatik formulieren und unterscheiden,
- DNA, RNA und Proteinanalyse, sowie molekulare Taxonomie diskutieren,

- die mathematische Modellierung physiologischer Prozesse im Rahmen der Regelungsmathematik formulieren und in Computersimulationen durchführen,
- Neuronale Modelle erläutern und Elektrostimulation illustrieren, sowie
- Computersimulation von Biomaterialien und ihrer mechanischen Eigenschaften unterscheiden und entwickeln.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- bioinformatische Techniken und Datenbanken benutzen,
- regelungsmathematische Modelle und deren Anwendung in der Physiologie klassifizieren, konstruieren und in Simulationen Lösungsorientiert verwenden,
- physiologische Vorgänge formal-mathematisch quantifizieren und darstellen, sowie
- moderne bioinformatische und mathematische Verfahren zur Lösung aktueller Problemstellungen in Genetik, Physiologie und Implantologie anwenden.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken und arbeiten,
- sich eigenständig weiterbilden, sowie
- strategisches mathematisches Verständnis in Verbindung mit modernen Methoden der Informatik und der Computations Sciences zur Innovation in der Quantifizierung physiologischer Prozesse und im Entwurf neuer Diagnose/Therapieformen präsentieren.

### **Inhalt:**

Einführung in die Bioinformatik; wichtige Techniken zu Genanalyse, molekularer Evolution und Datenbanken; Modellbildung und Simulation physiologischer und pathologischer Prozesse; Material- und Struktursimulation biologischer Systeme

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlagen der Biophysik, Biomechanik, höheren Mathematik, Signalverarbeitung und Biomaterialwissenschaft;

Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik und Nutzung deren grundlegenden Methoden im Scientific Computing;

Arbeitsdisziplin bei der Aneignung anspruchsvoller mathematisch-physikalischer Zusammenhänge

Erwartete Vorkenntnisse können in den folgenden Modulen erworben werden:

- *Scientific Computing,*
- *Basics of Physiology,*
- *Biophysics and Biomechanics,*
- *Biomedical Signal Processing* und
- *Biomaterials and Tissue Engineering*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Bioinformatics for Biomedical Engineers

3,0/2,0 VU Computational Biomaterials and Biomechanics

3,0/2,0 VU Computer Simulation in Medicine

3,0/2,0 VU Control Models in Physiology

3,0/2,0 VO Neuron Modeling

**Advances in Mathematical and Computational Biology**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Grundzüge der Hirn- und Hörforschung darstellen,
- tiefgehendes Verständnis für Computersimulation darstellen,
- Methoden der Modellbildung und Simulation, Systemtheorie und Automatisierungstechnik darstellen und anwenden,
- numerische Mathematik benutzen um anwendungsorientierte Probleme zu lösen, sowie
- stochastische Prozesse erklären und in konkreten Fragestellungen benutzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- in medizinischen Computersimulation Expertisen aufweisen,
- die Behandlung von forschungsnahen Aufgaben durchführen, sowie

- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme entwickeln.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden,
- wissenschaftliche Literatur kompetent präsentieren,
- vertiefendes Verständnis der Schnittstelle zwischen mathematischen/rechnerischen Methoden und experimentellen Daten aus der Biomedizin herstellen,
- Weitergabe fachlichen Wissens und dessen Anwendung im Bereich von Computersimulation (in der Medizin) konzipieren, sowie
- mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umgehen, in Teams Teilergebnisse erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenführen.

**Inhalt:**

Spezialkapitel und tiefgehende Themen aus den Bereichen von Management biologischer Daten, Gehirnmodellierung, Hörtheorie, Computergraphik und stochastische Mathematik

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlagen in Bioinformatik, Regelungsmathematik und Computational Biomaterial Science;

Sichere Formulierung, Klassifizierung und Einsetzung von Computermodellen in der Biomedizin;

Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen und Interesse an aktuellen theoretischen und praktischen Fragestellungen im biologisch-medizinisch-ingenieurwissenschaftlichen Bereich; Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin

Erwartete Vorkenntnisse können im folgenden Modul erworben werden:

*Basics of Mathematical and Computational Biology*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Seminararbeiten zu aktuellen vertiefenden Themen mit einem immanenten wissenschaftlichen Diskurs, Literaturrecherche
- Projektbezogene Arbeiten mit einem theoretischen und/oder praktischen Inhalt

- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 3 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

- 1,5/1,0 VO Mathematical Systems Biology
- 3,0/3,0 UE Computer Simulation in Medicine
- 4,5/3,0 VO Finite Element Methods
- 3,0/2,0 SE Hearing Theory
- 3,0/2,0 VO Mathematical Models of Drug use and Drug Control
- 4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing
- 4,5/3,0 VO Stationary Processes and Time Series Analysis
- 4,5/3,0 VO Theory of Stochastic Processes
- 1,5/1,0 UE Theory of Stochastic Processes
- 1,5/1,0 UE Stationary Processes and Time Series Analysis
- 3,0/2,0 VO Computational Neuroscience
- 4,5/3,0 VU Optimization
- 3,0/2,0 VO Brain Modelling
- 3,0/2,0 VU Modelling and Simulation in Health Technology Assessment
- 3,0/2,0 VU Modelling and Analysis of the Cardiovascular System
- 3,0/2,0 VU Mechanobiology - Fundamentals and Modeling Concepts
- 3,0/2,0 VU Cardiovascular fluid mechanics
- 3,0/2,0 VU Advanced Modeling and Simulation
- 3,0/2,0 VU AKMOD: Applied Modelling in System Simulation
- 3,0/2,0 SE AKMOD: Mathematical Modelling in System Simulation
- 6,0/4,0 PR AKMOD: Modelling and Simulation of dynamical Systems
- 5,0/4,0 VU Scientific Programming for Interdisciplinary Mathematics
- 5,0/3,0 VU Automation
- 4,0/3,0 VU Mathematical Modelling
- 4,5/3,0 VU Advanced Methods in Mathematical Modeling
- 3,0/2,0 VO Control Systems
- 1,5/1,0 LU Control Systems
- 4,5/3,0 VU Advanced Methods in Nonlinear Control
- 3,0/2,0 VO Machine Vision
- 3,0/2,0 VU Machine Learning for Health Informatics
- 4,5/3,0 VO Modelling with partial differential equations
- 1,5/1,0 UE Modelling with partial differential equations
- 5,0/4,0 VO Numerics of differential equations
- 3,0/2,0 UE Numerics of differential equations

4,5/3,0 VO Numerics of partial differential equations: stationary problems  
1,5/1,0 UE Numerics of partial differential equations: stationary problems  
4,5/3,0 VO Numerics of partial differential equations: instationary problems  
1,5/1,0 UE Numerics of partial differential equations: instationary problems  
4,0/4,0 UE Applied Bioinformatics

## Basics of Medical Physics and Imaging

**Regelarbeitsaufwand:** 15,0 ECTS

### Lernergebnisse:

#### *Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- physikalische Grundlagen der Lichtmikroskopie zusammenfassen,
- physikalische Grundlagen der Bildgebung mit Röntgenstrahlung zusammenfassen,
- elementare Grundlagen der Kernphysik beschreiben,
- Bildgebung mit offenen radioaktiven Stoffen erklären,
- Grundlagen der Strahlenbiophysik erläutern,
- Tomographie und Computer-Tomographie beschreiben,
- Bildrekonstruktionsverfahren und digitale Bildverarbeitung beurteilen,
- Superresolution Mikroskopie verstehen, sowie
- Ultraschall in Diagnose und Therapie darstellen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- konkrete bildgebende Methoden treffsicher auswählen,
- die gewonnenen Bilder interpretieren,
- mathematische Methoden zur Bildbearbeitung bzw. -analyse anwenden, sowie
- diagnostische Bilder in ihrem Aussagegehalt verstehen.

#### *Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden, sowie
- den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern als Basis für Innovationskompetenz und Kreativität in Zusammenarbeit mit Ärzten interpretieren.

### Inhalt:

Grundlegende Kenntnisse über physikalische Phänomene, welche in bildgebenden Verfahren ausgenutzt werden; Auswirkung der Verfahren auf biomedizinische Proben (Organe, Gewebe, Zellen); die Möglichkeiten der mathematischen Bildbearbeitung sowie der quantitativen Analyse

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik und Biologie;  
Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik;  
Interesse an der interdisziplinären Schnittstelle zwischen Physik, Biologie und Medizin.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Biological and Medical Applications of Nuclear Physics I

3,0/2,0 VO Computerassisted Imaging Concepts

3,0/2,0 VO Microscopy of Biomolecules

3,0/2,0 VO Medical Physics of Diagnostic Imaging

3,0/2,0 VU Ultrasound in Nature, Engineering and Medicine

Bei der Lehrveranstaltung Ultrasound in Nature, Engineering and Medicine kann es zu einer Beschränkung der Teilnehmer\_innenzahl kommen. Es stehen 30 Plätze zur Verfügung. Diese Plätze werden in der Reihenfolge der Anmeldungen im Informationssystem für Lehre vergeben.

**Advances in Medical Physics and Imaging**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundlagen der Biophysik elektromagnetischer Felder und Wellen; Ionenkanäle und Ionenpumpen; Strahlenphysik und Strahleneffekte beschreiben,

- Ausbreitung und Absorption von Licht in Materie sowie Wechselwirkung von Licht mit biologischem Gewebe beurteilen,
- Grundlagen zum Laser, Methoden der Laserspektroskopie erläutern,
- Magnetresonanz-Tomographie und Einzelmolekül-Mikroskopie beschreiben,
- biomedizinische Visualisierung, Grundlagen der Mustererkennung, Analyse von Bilddaten erklären,
- Zusammenhänge der Teilgebiete der biomedizinischen Technik darstellen, sowie
- unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung aufweisen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- mit Mikroskop praktisch umgehen,
- den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern vertieft verstehen,
- biomedizinische Problemstellungen formulieren, analysieren und lösen,
- Entwicklungen durchführen und deren Auswirkungen erfassen, sowie
- interdisziplinäre Probleme kompetent lösen.

*Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- sich weiterbilden,
- wissenschaftliche Literatur kompetent präsentieren,
- den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern als Basis für Innovationskompetenz und Kreativität in Zusammenarbeit mit Ärzten vertieft interpretieren, sowie
- mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umgehen, in Teams Teilergebnisse erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenführen.

**Inhalt:**

Weiterführende Themen in Hinblick auf physikalische Grundlagen, modernste Technologien, sowie Methoden zur Bildbearbeitung; Vertiefung der Kenntnisse durch Praktika und Übungen

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik und Biologie;

Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik; Sicheres Arbeiten im Labor; Selbständige Literaturrecherche;

Interesse an der interdisziplinären Schnittstelle zwischen Physik, Biologie und Medizin; Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin.

Erwartete Vorkenntnisse können im folgenden Modul erworben werden:

*Basics of Medical Physics and Imaging.*

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

- Vorträge zur Vermittlung der theoretischen Grundlagen (anhand ausgewählter Beispiele und begleitender Unterlagen)
- Präsentation ausgearbeiteter Übungsbeispiele
- Laborübungen und -besichtigung in der UE und VU
- Schriftliche Übungstests während des Semesters
- Schriftliche Protokolle zum Labor- und/oder Übungsbesuch während des Semesters
- Seminararbeiten zu aktuellen vertiefenden Themen mit einem immanenten wissenschaftlichen Diskurs, Literaturrecherche
- Projektbezogene Arbeiten mit einem theoretischen und/oder praktischen Inhalt
- Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

### **Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 3 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

- 3,0/2,0 VO Molecular Biophysics
- 1,5/1,0 UE Molecular Biophysics
- 2,0/2,0 PR Microscopy of Biomolecules
- 2,0/2,0 SE Single Molecule Microscopy
- 2,0/2,0 SE Application of Radiation Physics in Engineering and Medicine
- 3,0/2,0 VO Biological and Medical Applications of Nuclear Physics II
- 5,0/4,0 VU Selected Topics - Biophysics
- 3,0/2,0 SE Computer Graphics
- 3,0/2,0 VO Laser in Physics, Chemistry, Biology and Medicine
- 3,0/2,0 UE Medical Image Processing
- 4,5/3,0 VO Radiation Physics
- 3,0/2,0 UE 3D Vision
- 3,0/2,0 VO 3D Vision
- 2,0/2,0 UE Statistical Pattern Recognition
- 3,0/2,0 VO Statistical Pattern Recognition
- 3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 2
- 3,0/2,0 VO Functional Imaging Technology and Devices - Physical Principles
- 3,0/2,0 VO Application of Ionizing Radiation in Medicine
- 3,0/2,0 VO Particle Accelerators
- 3,0/2,0 VU Selected Chapters from Medical Visualization
- 3,0/2,0 VO Introduction to Biophysics
- 2,0/2,0 VO Mammalian Cell Culture
- 2,0/2,0 LU Mammalian Cell Culture
- 3,0/2,0 VO Introduction to Medical Physics Aspects of Ion Beam Therapy
- 2,0/1,5 VO Spatial Omics

3,0/2,0 VO Colloid and Interface Physics  
3,0/3,0 VO Technical Radiation Protection I  
1,0/1,0 UE Calculational Exercises in Radiation Protection I

## **Project Biomedical Engineering**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

### **Lernergebnisse:**

#### *Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- theoretische Grundlagen, methodische Werkzeuge, Modellvorstellungen und experimentelle Untersuchungen zur biomedizinischen Technik benutzen und entwerfen,
- Zusammenhänge der Teilgebiete der biomedizinischen Technik kontrastieren, sowie
- unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung aufweisen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- biomedizinische Problemstellungen formulieren, analysieren und lösen,
- Entwicklungen durchführen und deren Auswirkungen erfassen, sowie
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme anwenden und entwickeln.

#### *Überfachliche Kompetenzen:*

Sozial- und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,
- Fähigkeit zur Weiter- und Teambildung demonstrieren,
- kommunizieren, präsentieren und vermitteln, sowie
- wissenschaftliche Literatur kompetent präsentieren.

### **Inhalt:**

Dieses Modul vermittelt praktische Erfahrungen in der Anwendung des während des Studiums akquirierten Wissens im Rahmen eines einschlägigen Forschungsprojektes in der biomedizinischen Technik. Angemessene Verwendung wissenschaftlicher Literatur und Kommunikation der erhaltenen Ergebnisse in der Form eines technischen Berichtes sind Gegenstand des Moduls.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Biomedizinische, mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende biomedizinische Kenntnisse in einem Ingenieurfach;

Sichere Anwendung mathematischer Werkzeuge; grundlegende Erfahrungen im Umgang mit statistischen Daten; Beherrschung biomedizinischer Fachbegriffe; Vorhandensein von Programmierkenntnissen;

Teamfähigkeit, Arbeitsdisziplin, Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Projektbezogene Arbeiten mit einem theoretischen und/oder praktischen Inhalt, eigenständige Ausarbeitung projektbezogener Problemstellungen, ggf. Gruppenarbeit in Absprache mit der Lehrveranstaltungsleitung. Leistungsbeurteilung anhand laufender Beurteilung, eines prägnanten technischen Berichtes und einer mündlichen Verteidigung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Aus der folgenden Liste ist eine Lehrveranstaltung im Umfang von 6 ECTS entsprechend dem gewählten Schwerpunkt verpflichtend zu absolvieren.

6,0/6,0 PR Project: Biomaterials and Biomechanics

6,0/6,0 PR Project: Biomedical Instrumentation and Signals

6,0/6,0 PR Project: Mathematical and Computational Biolog

6,0/6,0 PR Project: Medical Physics and Imaging

## **Free Electives and Transferable Skills**

**Regelarbeitsaufwand:** 9,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

**Inhalt:**

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:**

Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der

Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 4,5 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind.

Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen sowie weitere Lehrveranstaltungen wie beispielsweise zu: Bioethik, biomedizinischer Technikfolgenabschätzung, Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

## **B Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen**

Für die Teilnahme an der Lehrveranstaltung

3,0 VU *Biomedical Mass Spectrometry*

aus dem Modul *Biochemistry* ist die positive Abschluss der Lehrveranstaltung

3,0 VO *Instrumental Analytical Biochemistry*

aus dem Modul *Basics of Medical Physics and Imaging* verpflichtend.

## **C Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen**

### **1.Semester(WS)**

3,0/2,0 VO Biology  
4,5/3,0 VO Anatomy and Histology  
1,5/1,0 VU Introduction to Microscopy in Biology  
1,5/1,0 VO Introduction to Biostatistics  
12,0 ECTS aus den gewählten Modulen der Fundamentals  
6,0 ECTS aus dem Basic-Modul des gewählten Schwerpunktes  
1,5 ECTS aus dem Modul Free Electives and Transferable Skills

### **2.Semester(SS)**

4,5/3,0 VO Physiology and Basics of Pathology [PhysiologyAndBasicsOfPathologyVO]  
12,0 ECTS aus den gewählten Modulen der Fundamentals  
9,0 ECTS aus dem Basic-Modul des gewählten Schwerpunktes  
3,0 ECTS aus dem Advanced-Modul des gewählten Schwerpunktes  
1,5 ECTS aus dem Modul Free Electives and Transferable skills

### **3.Semester(WS)**

6 ECTS aus dem Advanced-Modul des gewählten Schwerpunktes  
6,0 ECTS Projekt des gewählten Schwerpunktes aus dem Modul Project Biomedical Engineering  
12,0 ECTS aus den Basic-Modulen und Advanced-Modulen der weiteren Schwerpunkte  
6,0 ECTS aus dem Modul Free Electives and Transferable Skills

### **4.Semester(SS)**

Diplomarbeit und kommissionelle Abschlussprüfung

## **D Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen**

### **Prüfungsfach „Fundamentals Biomedical Engineering“ (24,0 ECTS)**

#### **Modul „Biophysics and Biomechanics“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Introduction into Biophysics  
3,0/2,0 VU Introduction to Biomechanics

#### **Modul „Biosignals and Bioinstrumentation“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Biomedical Sensors and Signals  
3,0/2,0 VU Biomedical Instrumentation

#### **Modul „Biochemistry“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Introduction to Biological Chemistry  
3,0/2,0 VO Instrumental Analytical Biochemistry

#### **Modul „Biomedical Signal Processing“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Advanced Biostatistics  
3,0/2,0 VO Medical Image Processing

#### **Modul „Biomaterials and Tissue Engineering“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Biocompatible Materials  
3,0/2,0 VU Introduction to Biomaterials and Tissue Engineering

#### **Modul „Cell Biology“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Molecular Biology of the Cell  
1,5/1,0 VO Biomembranes  
1,5/1,0 VO Mathematical Systems Biology

#### **Modul „Scientific Computing“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Modeling and Simulation  
3,0/2,0 VU Programming with MATLAB for BME

### **Prüfungsfach „Life Sciences“ (15,0 ECTS)**

#### **Modul „Basics of Biology“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Biology  
1,5/1,0 VU Introduction to Microscopy in Biology  
1,5/1,0 VO Introduction to Biostatistics

#### **Modul „Basics of Physiology“ (9,0 ECTS)**

4,5/3,0 VO Anatomy and Histology  
4,5/3,0 VO Physiology and Basics of Pathology

## **Prüfungsfach „Biomaterials and Biomechanics“ (42,0 ECTS)**

### **Modul „Basics of Biomaterials and Biomechanics“ (15 ECTS)**

- 3,0/2,0 VO Biomaterials
- 3,0/2,0 VO Transport Phenomena in Biological Systems
- 3,0/2,0 VU Computational Biomaterials and Biomechanics
- 3,0/2,0 VO Modelling of the Human Locomotor System
- 3,0/2,0 VO Tissue Biomechanics

### **Modul „Advances in Biomaterials and Biomechanics“ (9,0 ECTS)**

- 3,0/2,0 VO Multiscale Material Modelling
- 2,0/2,0 UE Multiscale Material Modelling
- 1,5/1,0 VO Basics of Lung Physiology and Ventilation Technique in Medicine
- 3,0/2,0 SE Biomechanics of the Human Locomotor System
- 1,5/1,0 VO Cardiovascular System Dynamics
- 3,0/2,0 VO Engineering Biochemoporomechanics
- 2,0/2,0 UE Engineering Biochemoporomechanics
- 5,0/4,0 VU Finite Element Methods in Biomechanics
- 2,0/2,0 LU Fracture Mechanics
- 3,0/2,0 VO Injury Mechanics
- 3,0/2,0 LU Laboratory Course the Motor Muscle
- 3,0/2,0 VO Prosthetics
- 3,0/2,0 VO Mechanical Properties of Biological Tissues
- 2,0/2,0 LU Experimental Determination of Mechanical Properties of Biological Tissues
- 3,0/2,0 SE Seminar of Biofluid Mechanics
- 2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
- 3,0/2,0 LU Rehabilitation Engineering
- 3,0/2,0 VO The Motor Muscle
- 2,0/2,0 UE Tissue Biomechanics
- 3,0/2,0 SE Tissue Biomechanics
- 2,0/2,0 LU Tissue Biomechanics
- 3,0/2,0 VO Experimental Mechanics and Characterization of the Hierarchical Structure of Biological Tissues
- 1,0/1,0 UE Transport Phenomena in Biological Systems
- 1,5/1,0 VO Macromolecular Chemistry for BME
- 3,0/2,0 VO Chemistry and Biology of Polymeric Biomaterials
- 2,0/1,5 VU Biomechanical Testing of Bone and Orthopedic Implants
- 3,0/2,0 VU Cardiovascular fluid mechanics
- 3,0/2,0 VO Soft Matter Analysis Techniques and Applications

### **Modul „Project Biomedical Engineering“ (6,0 ECTS)**

- 6,0/6,0 PR Project: Biomaterials and Biomechanics
- 6,0/6,0 PR Project: Biomedical Instrumentation and Signals
- 6,0/6,0 PR Project: Mathematical and Computational Biolog

6,0/6,0 PR Project: Medical Physics and Imaging

## **Prüfungsfach „Biomedical Signals and Instrumentation“ (42,0 ECTS)**

### **Modul „Basics of Biomedical Signals and Instrumentation“ (15,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Biomedical Mass Spectrometry  
3,0/2,0 VO Biochip Technologies in (Bio)Analytical Chemistry  
3,0/2,0 VO Sensors and Microsystem Technology  
3,0/2,0 VO Laser in Physics, Chemistry, Biology and Medicine  
3,0/2,0 VU Biomedical Microsystems

### **Modul „Advances in Biomedical Signals and Instrumentation“ (9,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Applied Vibrational Spectroscopy  
2,0/1,3 VO Sample Preparation and Basic Concepts in Bioanalysis  
2,0/2,0 PR Biomedical Sensors and Signals  
5,0/4,0 VU Selected Topics - Biophysics  
1,5/1,0 VO Biosensors and Bioprocess Analytics  
3,0/2,0 VO Chemical Nanoscopy  
3,0/2,0 VO Assistive Technologies 1  
3,0/2,0 VO Assistive Technologies 2  
2,0/1,5 VO Proteomics  
3,0/2,0 VO Process technologies for microelectronic, photonic and microsystem devices  
3,0/2,0 LU Rehabilitation Technology Laboratory  
3,0/2,0 SE Rehabilitation Technology Seminar  
3,0/3,0 VU Technical Restoration of Body Functions by Means of FES  
4,5/3,0 VU Functional Electrostimulation: theory and praxis 1  
4,5/3,0 VU Functional Electrostimulation: theory and praxis 2  
3,0/3,0 PR Selected Topics - Microelectronic Concepts for Biomedical Interfacing  
4,5/4,5 PR Microelectrodes and Microfluidics for Biomedical Applications  
3,0/2,0 UE Medical Image Processing  
3,0/2,0 VU Biosignal Analysis using Matlab  
2,0/1,5 VO Lab-on-a-chip Technologies  
2,0/1,5 VO Organ-on-a-chip Technologies  
2,0/2,0 UE Rapid prototyping of microfluidic devices  
3,0/2,0 VO Genomics technologies, processes and instrumentation  
2,0/1,5 VO Organic Mass Spectrometry  
3,0/2,0 VO Sensors and Optoelectronic Components  
3,0/2,0 VO Sensor Systems  
3,0/3,0 UE Genomic Technologies and Processes  
3,0/2,0 VO Rehabilitation Technology Course

### **Modul „Project Biomedical Engineering“ (6,0 ECTS)**

- 6,0/6,0 PR Project: Biomaterials and Biomechanics
- 6,0/6,0 PR Project: Biomedical Instrumentation and Signals
- 6,0/6,0 PR Project: Mathematical and Computational Biology
- 6,0/6,0 PR Project: Medical Physics and Imaging

### **Prüfungsfach „Mathematical and Computational Biology“ (42,0 ECTS)**

#### **Modul „Basics of Mathematical and Computational Biology“ (15 ECTS)**

- 3,0/2,0 VO Bioinformatics for Biomedical Engineers
- 3,0/2,0 VU Computational Biomaterials and Biomechanics
- 3,0/2,0 VU Computer Simulation in Medicine
- 3,0/2,0 VU Control Models in Physiology
- 3,0/2,0 VO Neuron Modeling

#### **Modul „Advances in Mathematical and Computational Biology“ (9,0 ECTS)**

- 1,5/1,0 VO Mathematical Systems Biology
- 3,0/3,0 UE Computer Simulation in Medicine
- 4,5/3,0 VO Finite Element Methods
- 3,0/2,0 SE Hearing Theory
- 3,0/2,0 VO Mathematical Models of Drug use and Drug Control
- 4,5/3,0 VU Machine Learning for Visual Computing
- 4,5/3,0 VO Stationary Processes and Time Series Analysis
- 4,5/3,0 VO Theory of Stochastic Processes
- 1,5/1,0 UE Theory of Stochastic Processes
- 1,5/1,0 UE Stationary Processes and Time Series Analysis
- 3,0/2,0 VO Computational Neuroscience
- 4,5/3,0 VU Optimization
- 3,0/2,0 VO Brain Modelling
- 3,0/2,0 VU Modelling and Simulation in Health Technology Assessment
- 3,0/2,0 VU Modelling and Analysis of the Cardiovascular System
- 3,0/2,0 VU Mechanobiology - Fundamentals and Modeling Concepts
- 3,0/2,0 VU Cardiovascular fluid mechanics
- 3,0/2,0 VU Advanced Modeling and Simulation
- 3,0/2,0 VU AKMOD: Applied Modelling in System Simulation
- 3,0/2,0 SE AKMOD: Mathematical Modelling in System Simulation
- 6,0/4,0 PR AKMOD: Modelling and Simulation of dynamical Systems
- 5,0/4,0 VU Scientific Programming for Interdisciplinary Mathematics
- 5,0/3,0 VU Automation
- 4,0/3,0 VU Mathematical Modelling
- 4,5/3,0 VU Advanced Methods in Mathematical Modeling
- 3,0/2,0 VO Control Systems

1,5/1,0 LU Control Systems  
4,5/3,0 VU Advanced Methods in Nonlinear Control  
3,0/2,0 VO Machine Vision  
3,0/2,0 VU Machine Learning for Health Informatics  
4,5/3,0 VO Modelling with partial differential equations  
1,5/1,0 UE Modelling with partial differential equations  
5,0/4,0 VO Numerics of differential equations  
3,0/2,0 UE Numerics of differential equations  
4,5/3,0 VO Numerics of partial differential equations: stationary problems  
1,5/1,0 UE Numerics of partial differential equations: stationary problems  
4,5/3,0 VO Numerics of partial differential equations: instationary problems  
1,5/1,0 UE Numerics of partial differential equations: instationary problems  
4,0/4,0 UE Applied Bioinformatics

### **Modul „Project Biomedical Engineering“ (6,0 ECTS)**

6,0/6,0 PR Project: Biomaterials and Biomechanics  
6,0/6,0 PR Project: Biomedical Instrumentation and Signals  
6,0/6,0 PR Project: Mathematical and Computational Biolog  
6,0/6,0 PR Project: Medical Physics and Imaging

## **Prüfungsfach „Medical Physics and Imaging“ (42,0 ECTS)**

### **Modul „Basics of Medical Physics and Imaging“ (15,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Biological and Medical Applications of Nuclear Physics I  
3,0/2,0 VO Computerassisted Imaging Concepts  
3,0/2,0 VO Microscopy of Biomolecules  
3,0/2,0 VO Medical Physics of Diagnostic Imaging  
3,0/2,0 VU Ultrasound in Nature, Engineering and Medicine

### **Modul „Advances in Medical Physics and Imaging“ (9,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Molecular Biophysics  
1,5/1,0 UE Molecular Biophysics  
2,0/2,0 PR Microscopy of Biomolecules  
2,0/2,0 SE Single Molecule Microscopy  
2,0/2,0 SE Application of Radiation Physics in Engineering and Medicine  
3,0/2,0 VO Biological and Medical Applications of Nuclear Physics II  
5,0/4,0 VU Selected Topics - Biophysics  
3,0/2,0 SE Computer Graphics  
3,0/2,0 VO Laser in Physics, Chemistry, Biology and Medicine  
3,0/2,0 UE Medical Image Processing  
4,5/3,0 VO Radiation Physics  
3,0/2,0 UE 3D Vision  
3,0/2,0 VO 3D Vision

2,0/2,0 UE Statistical Pattern Recognition  
3,0/2,0 VO Statistical Pattern Recognition  
3,0/2,0 VU Visualization of Medical Data 2  
3,0/2,0 VO Functional Imaging Technology and Devices - Physical Principles  
3,0/2,0 VO Application of Ionizing Radiation in Medicine  
3,0/2,0 VO Particle Accelerators  
3,0/2,0 VU Selected Chapters from Medical Visualization  
3,0/2,0 VO Introduction to Biophysics  
2,0/2,0 VO Mammalian Cell Culture  
2,0/2,0 LU Mammalian Cell Culture  
3,0/2,0 VO Introduction to Medical Physics Aspects of Ion Beam Therapy  
2,0/1,5 VO Spatial Omics  
3,0/2,0 VO Colloid and Interface Physics  
3,0/3,0 VO Technical Radiation Protection I  
1,0/1,0 UE Calculational Exercises in Radiation Protection I

### **Modul „Project Biomedical Engineering“ (6,0 ECTS)**

6,0/6,0 PR Project: Biomaterials and Biomechanics  
6,0/6,0 PR Project: Biomedical Instrumentation and Signals  
6,0/6,0 PR Project: Mathematical and Computational Biology  
6,0/6,0 PR Project: Medical Physics and Imaging

### **Prüfungsfach „Free Electives and Transferable Skills“ (9,0 ECTS)**

#### **Modul „Free Electives and Transferable Skills“ (9,0 ECTS)**

### **Prüfungsfach „Diplomarbeit“ (30,0 ECTS)**

27,0 ECTS Diplomarbeit  
3,0 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung