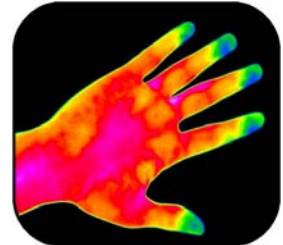
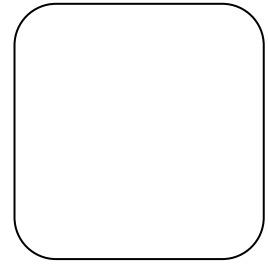


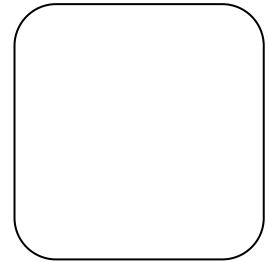


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

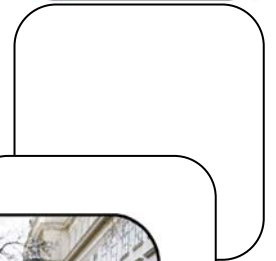
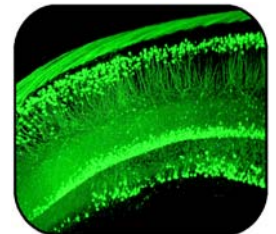


# Studienplan (Curriculum) für das Masterstudium Biomedical Engineering

Beschluss des Senates der Technischen Universität Wien  
mit Wirksamkeit 18. Juni 2018



Gültig ab 1. Oktober 2018



# Inhalt

§ 1	Grundlage und Geltungsbereich .....	3
§ 2	Qualifikationsprofil .....	3
§ 3	Dauer und Umfang.....	4
§ 4	Zulassung zum Masterstudium.....	4
§ 5	Aufbau des Studiums.....	5
§ 6	Lehrveranstaltungen .....	9
§ 7	Prüfungsordnung.....	9
§ 8	Studierbarkeit und Mobilität .....	10
§ 9	Diplomarbeit .....	11
§ 10	Akademischer Grad .....	11
§ 11	Integriertes Qualitätsmanagement.....	12
§ 12	Inkrafttreten .....	12
§ 13	Übergangsbestimmungen.....	12
Anhang: Modulbeschreibungen .....		13
Anhang: Lehrveranstaltungstypen.....		36
Anhang: Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen im Studium.....		37
Anhang: Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen .....		38

## § 1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Biomedical Engineering* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 - UG (BGBl. I Nr. 120/2002) und den Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung dieses vorwiegend englischsprachigen Studiums orientieren sich am Qualifikationsprofil gemäß §2.

## § 2 Qualifikationsprofil

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

- Grundlagen- und angewandte Forschung an Universitäten, in Spitälern, an außeruniversitären 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* werden alle Pflichtlehrveranstaltungen dieses Masterstudiums in englischer Sprache angeboten.

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

Die Absolventinnen und Absolventen dieses Masterstudiums in *Biomedical Engineering* verfügen über weitgehende Kenntnisse im gewählten Schwerpunkt und in ausreichendem Maße 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 Kenntnisse
- Kognitive und praktische Fertigkeiten
- Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität

### **Fachliche und methodische Kenntnisse**

Sie 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 Fertigkeiten**

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

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

### **Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität**

Sie 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 gediegenen 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 Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte.

## **§ 4 Zulassung zum Masterstudium**

Die Zulassung zu einem Masterstudium setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls die Bachelorstudien Bauingenieurwesen und Infrastrukturmanagement, Elektrotechnik und Informationstechnik, Medieninformatik und Visual Computing, Medizinische Informatik, Software & Information Engineering, Technische Informatik, Maschinenbau, Technische Chemie, Technische Mathematik, Statistik und Wirtschaftsmathematik, Finanz- und Versicherungsmathematik, Technische Physik, Verfahrenstechnik, Geodäsie und Geoinformatik, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen - Maschinenbau an der Technischen Universität Wien.

Fachlich in Frage kommend sind auch andere absolvierte Studien, wenn sie an wissenschaftlicher Tiefe 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.

Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit alternative oder zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Laufe des Masterstudiums zu absolvieren sind. Sie können im Modul Freie Wahl im Ausmaß von max. 4.5 ECTS verwendet werden.

Personen, deren Muttersprache nicht Englisch ist, haben die Kenntnis der englischen Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Englischkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

Manche Wahllehrveranstaltungen sowie ergänzende Lehrveranstaltungen zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit des absolvierten Studiums können auf Deutsch angeboten werden. Daher werden Deutschkenntnisse nach Referenzniveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

## § 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 Regel-Arbeitsaufwand 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.

Das Masterstudium *Biomedical Engineering* besteht aus folgenden Prüfungsfächern. Aus der Liste der mit Stern markierten Prüfungsfächer ist durch den Studierenden ein Schwerpunkt des Masterstudiums *Biomedical Engineering* zu wählen. Es gibt vier Schwerpunkte: *Biomaterials & Biomechanics*, *Biomedical Signals & Instrumentation*, *Mathematical & Computational Biology*, *Medical Physics & Imaging*.

- |   |         |
|---|---------|
| • Life Sciences                         | 15 ECTS |
| • Core Biomedical Engineering           | 24 ECTS |
| • *Biomaterials & Biomechanics          |         |
| • *Biomedical Signals & Instrumentation |         |
| • *Mathematical & Computational Biology |         |
| • *Medical Physics & Imaging            |         |
| • Free electives and soft skills        | 9 ECTS  |
| • Diplomarbeit                          | 30 ECTS |

Das Masterstudium *Biomedical Engineering* ist aus folgenden Modulen geordnet nach Prüfungsfächern aufgebaut. Die mit Stern markierten Module sind Wahlmodule, die übrigen Pflichtmodule. Die Pflichtmodule sind in jedem Fall zu absolvieren. Aus der Liste der Wahlmodule zum Prüfungsfach *Core Biomedical Engineering* sind vier Module zu wählen.

Im gewählten Schwerpunkt ist das Basic-Modul im Umfang von 15 ECTS, mindestens 9 ECTS aus dem Advanced-Modul und das Project-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 aus den mit Stern markierten Prüfungsfächern zu wählen.

Im Modul Freie Wahl sind so viele Lehrveranstaltungen zu absolvieren, dass ihr Umfang jenen des Prüfungsfaches *Free electives and soft skills* zusammen mit den 4.5 ECTS des Moduls *Fachübergreifende Qualifikationen* auf 9 ECTS oder mehr ergänzt.

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| • <b>Life Sciences</b>     | <b>15 ECTS</b> |
| Modul Basics of Biology    | 6 ECTS         |
| Modul Basics of Physiology | 9 ECTS         |

- **Core Biomedical Engineering** **24 ECTS**
  - \*Modul Biophysics and Biomechanics 6 ECTS
  - \*Modul Biosignals and Bioinstrumentation 6 ECTS
  - \*Modul Biochemistry 6 ECTS
  - \*Modul Biomedical Signal Processing 6 ECTS
  - \*Modul Biomaterials and Tissue Engineering 6 ECTS
  - \*Modul Cell Biology 6 ECTS
- **\*Biomaterials & Biomechanics**
  - Modul Basics of Biomaterials & Biomechanics
  - Modul Advances in Biomaterials & Biomechanics
  - Modul Project Biomedical Engineering
- **\*Biomedical Signals & Instrumentation**
  - Modul Basics of Biomedical Signals & Instrumentation
  - Modul Advances in Biomedical Signals & Instrumentation
  - Modul Project Biomedical Engineering
- **\*Mathematical & Computational Biology**
  - Modul Basics of Mathematical & Computational Biology
  - Modul Advances in Mathematical & Computational Biology
  - Modul Project Biomedical Engineering
- **\*Medical Physics & Imaging**
  - Modul Basics of Medical Physics & Imaging
  - Modul Advances in Medical Physics & Imaging
  - Modul Project Biomedical Engineering
- **Free electives and soft skills** **9 ECTS**
  - Modul Freie Wahl max. 4.5 ECTS
  - Modul Fachübergreifende Qualifikationen 4.5 ECTS
- **Diplomarbeit** **30 ECTS**  
 Siehe § 9

In den Modulen des Masterstudiums *Biomedical Engineering* werden folgende Inhalte (Stoffgebiete) vermittelt:

**Modul Basics of Biology 6 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.

**Modul Basics of Physiology 9 ECTS**

Das Modul *Basics of Physiology* vermittelt grundlegendes Verständnis in der Anatomie, Histologie, Physiologie und Pathologie. Eine Einführung in die allgemeine Krankheitslehre und medizinische Terminologie wird geboten.

**Modul Biophysics and Biomechanics 6 ECTS**

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

**Modul Biosignals and Bioinstrumentation 6 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.

**Modul Biochemistry 6 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.

**Modul Biomedical Signal Processing 6 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.

**Modul Biomaterials and Tissue Engineering 6 ECTS**

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

**Modul Cell Biology 6 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.

**Modul Basics of Biomaterials & Biomechanics 15 ECTS**

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

**Modul Advances in Biomaterials & Biomechanics 9 ECTS**

Das Modul *Advances in Biomaterials & Biomechanics* behandelt spezifische und vertiefende Themen betreffend hierarchische Materialien, Mikromechanik, Poromechanik, Chemomechanik, Bruchmechanik, Gewebemechanik, Materialcharakterisierung und Prothetik.

**Modul Basics of Biomedical Signals & Instrumentation 15 ECTS**

Das Modul *Basics of Biomedical Signals & 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.

**Modul**                      **Advances in Biomedical Signals & Instrumentation**                      **9 ECTS**

Das Modul *Advances in Biomedical Signals & Instrumentation* behandelt vertiefende und spezifische Themen im Bereich der biomedizinischen Signale und Instrumente der biomedizinischen Technik sowie bioanalytische Methoden.

**Modul**                      **Basics of Mathematical & Computational Biology**                      **15 ECTS**

Das Modul *Basics of Mathematical & Computational Biology* führt in die Bioinformatik ein und behandelt die Regelungsmathematik und die numerische Mechanik, zwecks Simulation von physiologischen Prozessen, Neuronen, Organen, Biomaterialien und Implantaten.

**Modul**                      **Advances in Mathematical & Computational Biology**                      **9 ECTS**

Das Modul *Advances in Mathematical & Computational Biology* behandelt vertiefende und spezifische Themen betreffend Computersimulation in der Biologie und Medizin. Im Speziellen, das Management biologischer Daten, Gehirnmodellierung, Hörtheorie, Computergraphik und stochastische Mathematik werden behandelt.

**Modul**                      **Basics of Medical Physics & Imaging**                      **15 ECTS**

Das Modul *Basics of Medical Physics & Imaging* vermittelt grundlegende Kenntnisse über physikalische Phänomene, 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.

**Modul**                      **Advances in Medical Physics & Imaging**                      **9 ECTS**

Das Modul *Advances in Medical Physics & 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.

**Modul**                      **Project Biomedical Engineering**                      **6 ECTS**

Das Modul *Project Biomedical Engineering* vermittelt praktische Erfahrungen in der Anwendung des akquirierten Wissens im Rahmen eines einschlägigen Forschungsprojektes in der biomedizinischen Technik.

**Modul**                      **Freie Wahl**                      **max. 4.5 ECTS**

Die Lehrveranstaltungen der freien Wahl innerhalb des Moduls *Freie Wahl* dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

**Modul**                      **Fachübergreifende Qualifikationen**                      **4.5 ECTS**

Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen dem Erwerb fachübergreifender Qualifikationen wie zum Beispiel: Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.



## § 6 Lehrveranstaltungen

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

Jede Änderung der Lehrveranstaltungen der Module wird in der Evidenz der Module dokumentiert und ist mit Übergangsbestimmungen zu versehen. Jede Änderung wird in den Mitteilungsblättern der Technischen Universität Wien veröffentlicht. Die aktuell gültige Evidenz der Module liegt sodann im Dekanat der Fakultäten für Bauingenieurwesen, Elektrotechnik und Informationstechnik, Informatik, Maschinenwesen und Betriebswissenschaften, Mathematik und Geoinformation, Physik, und Technische Chemie auf.

## § 7 Prüfungsordnung

Den Abschluss des Masterstudiums bildet die Diplomprüfung. Sie beinhaltet

1. die erfolgreiche Absolvierung aller im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm zuzurechnenden Lehrveranstaltungen gemäß Modulbeschreibung 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 § 12 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. Dem Prüfungssenat gehört der/die Betreuer/-in der Diplomarbeit an. Der Nachweis zur Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes erfolgt in Bezug auf zwei weitere Fächer, die sich vom Diplomarbeitsfach unterscheiden, sind aber mit dem Diplomarbeitsfach verknüpft. Diese Fächer sind vom Studienrechtlichen Organ auf Vorschlag der Kandidatin bzw. des Kandidaten festzulegen. Vom Prüfungssenat ist eine Note für die Abschlussprüfung festzulegen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 18 Abs.1 der Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien sind erfüllt, wenn die Punkte a. und b. 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 basierend auf den in (a) angeführten Noten gemäß UG § 73 (3) in der Fassung vom 26. Juni 2017 sowie die Gesamtnote,
- e. die gewählte Schwerpunktbildung der/des Absolventin/en entsprechend einem der vier Schwerpunkte: Biomaterials & Biomechanics, Biomedical Signals & Instrumentation, Mathematical & Computational Biology, Medical Physics & Imaging, und
- f. den Text: „Ein Teil der Prüfungsleistungen wurde im Rahmen eines Auslandssemesters (zweier, .... Auslandssemester) an der Universität ... erbracht“ falls ein oder mehrere Auslandssemester absolviert und dabei Lehrveranstaltungen anerkannt worden sind.

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. Die Gesamtnote ergibt sich analog zu den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der Abschlussprüfung.

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 ist mit "sehr gut" (1), "gut" (2), "befriedigend" (3) oder "genügend" (4), der negative Erfolg ist mit "nicht genügend" (5) zu beurteilen. Für die Erlangung einer positiven Note ist die Hälfte der erreichbaren Punkte erforderlich bzw. ist mindestens die nach Schwierigkeitsgrad gewichtete Hälfte der gestellten Fragen richtig zu beantworten.

## § 8 Studierbarkeit und Mobilität

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

Den Studierenden wird empfohlen ihr Studium nach dem Semestervorschlag im Anhang zu absolvieren.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ.

Eine Lehrveranstaltung aus den Pflichtmodulen und gewählten Wahlmodulen ist nur dann zu absolvieren, wenn nicht schon eine äquivalente Lehrveranstaltung in dem der Zulassung zum Masterstudium zu Grunde liegenden Studium absolviert wurde; ansonsten sind an ihrer Stelle eine oder mehrere beliebige Lehrveranstaltungen aus den nicht gewählten Modulen des Masterstudiums im selben ECTS-Punkteumfang zu absolvieren, die dann bezüglich Prüfungsfachzuordnung und Klauseln die Rolle der solcherart ersetzten Lehrveranstaltung einnehmen. Die Äquivalenzfeststellung obliegt dem Studienrechtlichen Organ.

Für die Wahl einer Lehrveranstaltung in die anderen Module gilt in jedem Fall, dass diese nicht nochmals als Lehrveranstaltung für das entsprechende Modul gewählt werden kann, wenn eine dazu äquivalente Lehrveranstaltung zur Erreichung jenes Studienabschlusses notwendig war, auf dem das Masterstudium aufbaut. An ihrer Stelle sind beliebige noch nicht gewählte Lehrveranstaltungen aus den nicht gewählten Modulen des Masterstudiums im selben ECTS-Punkteumfang zu absolvieren, die dann bezüglich Prüfungsfachzuordnung und Klauseln die Rolle der solcherart ersetzten Lehrveranstaltung einnehmen. Die Äquivalenzfeststellung obliegt dem Studienrechtlichen Organ.

Lehrveranstaltungen, die bereits vor Beginn des Masterstudiums absolviert wurden, aber nicht zur Erreichung jenes Studienabschlusses notwendig waren, auf dem das Masterstudium aufbaut, gemäß § 78 UG 2002 für Lehrveranstaltungen des Masterstudiums *Biomedical Engineering* anzuerkennen.

Beruhet die Zulassung zum Masterstudium auf einem Studium mit mehr als 180 ECTS-Punkten, so kann das Studienrechtliche Organ diesen Mehrbetrag an ECTS-Punkten feststellen und auf Antrag der/des Studierenden einen individuellen Katalog von Lehrveranstaltungen aus den Prüfungsfächern festlegen, welche aus dem für die Zulassung zum Masterstudium zu Grunde liegenden Studium als äquivalent anerkannt werden, ohne dass dafür andere Lehrveranstaltungen gewählt werden müssen. Der Umfang dieses individuellen Katalogs darf nicht größer als der Mehrbetrag an ECTS-Punkten und nicht größer als 12 ECTS Punkte sein.

Um die Mobilität zu erleichtern stehen die in §27 Abs. 1 bis 3 der Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der TU Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Lehrveranstaltungen für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet, sowie die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt.

Die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter sind berechtigt, für ihre Lehrveranstaltungen Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen, sofern dadurch die Qualität der Lehre nicht beeinträchtigt wird.

Kommt es in einer Lehrveranstaltung ohne explizit geregelte Platzvergabe zu einem unvorhergesehenen Andrang, kann die Lehrveranstaltungsleitung in Absprache mit dem studienrechtlichen Organ Teilnahmebeschränkungen vornehmen und die Vergabe der Plätze nach folgenden Kriterien (mit absteigender Priorität) regeln:

- Es werden jene Studierenden bevorzugt aufgenommen, die die formalen und inhaltlichen Voraussetzungen erfüllen. Die inhaltlichen Voraussetzungen können etwa an Hand von bereits abgelegten Prüfungen oder durch einen Eingangstest überprüft werden.

- Unter diesen hat die Verwendung der Lehrveranstaltung als Pflichtfach Vorrang vor der Verwendung als Wahlfach und diese vor der Verwendung als Freifach.
- Innerhalb dieser drei Gruppen sind jeweils jene Studierenden zu bevorzugen, die trotz Vorliegens aller Voraussetzungen bereits in einem früheren Abhaltesemester abgewiesen wurden.

Die Studierenden sind darüber ehebaldigst zu informieren.

## § 9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Prüfungsfach Diplomarbeit, bestehend aus der wissenschaftlichen Arbeit und der kommissionellen Gesamtprüfung, wird mit 30 ECTS-Punkten bewertet, wobei der kommissionellen Gesamtprüfung 3 ECTS zugemessen werden.

Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Die Diplomarbeit integriert Projektmanagement und zugehörige Dokumentation. Die Dokumentation kann in englischer Sprache bzw. im Einvernehmen mit der Betreuerin oder dem Betreuer und dem Studienrechtlichen Organ auch in einer anderen Fremdsprache abgefasst werden.

## § 10 Akademischer Grad

Den Absolventinnen und Absolventen 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 Integriertes Qualitätsmanagement

Das integrierte Qualitätsmanagement gewährleistet, dass der Studienplan des Masterstudiums *Biomedical Engineering* konsistent konzipiert ist, effizient abgewickelt und regelmäßig überprüft bzw. kontrolliert wird. Geeignete Maßnahmen stellen die Relevanz und Aktualität des Studienplans sowie der einzelnen Lehrveranstaltungen im Zeitablauf sicher; für deren Festlegung und Überwachung sind das Studienrechtliche Organ und die Studienkommission zuständig.

Die semesterweise Lehrveranstaltungsbewertung liefert, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, zumindest für die Pflichtlehrveranstaltungen ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans für alle Beteiligten. Insbesondere können somit kritische Lehrveranstaltungen identifiziert und in Abstimmung zwischen studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiterin und -leiter geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden.

Die Studienkommission unterzieht den Studienplan in einem dreijährigen Zyklus einem Monitoring, unter Einbeziehung wissenschaftlicher Aspekte, Berücksichtigung externer Faktoren und Überprüfung der Arbeitsaufwände, um Verbesserungspotentiale des Studienplans zu identifizieren und die Aktualität zu gewährleisten.

Das Studienrechtliche Organ schließt mit allen Lehrenden in Pflichtlehrveranstaltungen eine Leistungsvereinbarung ab, worin der Inhalt der Lehrveranstaltungseinheiten, die zeitliche Abfolge, die Zusammensetzung der ECTS-Punktebelastung sowie der Prüfungsmodus festgelegt werden.

Jedes Modul besitzt eine Modulverantwortliche oder einen Modulverantwortlichen. Diese Person ist für die inhaltliche Kohärenz und die Qualität der dem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen verantwortlich. Diese wird insbesondere durch zyklische Kontrollen, inhaltliche Feinabstimmung mit vorausgehenden und nachfolgenden Modulen sowie durch Vergleich mit analogen Lehrveranstaltungen bzw. Modulen anderer Universitäten im In- und Ausland sichergestellt.

Bei Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter (EX, UE, LU, PR, VU, SE) können Studierende, die sich als berufstätig deklariert haben, vor Beginn der Lehrveranstaltung mit der Leiterin bzw. dem Leiter der Lehrveranstaltung eine Sonderregelung betreffend Besuch und Leistungskontrolle vereinbaren.

Die zuständige(n) Studienkommission(en) kann (können gemeinsam) auf Vorschlag des/der Studierenden und im Einvernehmen mit dem Studienrechtlichen Organ einen oder zwei Ombudspersonen einsetzen. Bei Problemfällen (z.B. unzureichende Anzahl an Prüfungsterminen) können sich Studierende an diese Ombudspersonen wenden, die als Mediator(inn)en zwischen den Studierenden und den betroffenen LVA-Verantwortlichen fungieren. Wenn keine einvernehmliche Lösung gefunden werden kann, wird das Studienrechtliche Organ zweckdienliche Maßnahmen setzen.

## § 12 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt am 1. Oktober 2018 in Kraft.

## § 13 Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen im Dekanat der Fakultäten für Bauingenieurwesen, Elektrotechnik und Informationstechnik, Informatik, Maschinenwesen und Betriebswissenschaften, Mathematik und Geoinformation, Physik, und Technische Chemie auf.

## Anhang: Modulbeschreibungen

### Modul Basics of Biology

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

#### Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Systematische Einführung in ausgewählte Kapitel der Grundlagen der Allgemeinen Biologie
- Überblickartige Einführung in die Biotechnologie anhand ausgewählter Beispiele
- Überblickartige Einführung in die Toxikologie anhand ausgewählter Beispiele
- Überblickartige Einführung in die Biostatistik anhand ausgewählter Beispiele
- Einführung in die Wissenschaftstheorie
- Einführung und praktische Durchführung der Mikroskopie in der Biologie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit Grundbegriffen der Grundlagen der Allgemeinen Biologie, der Biostatistik, der Biotechnologie und der Toxikologie
- Verständnis der molekularbiologischen Zusammenhänge in der lebenden Zelle, vom Biomolekül zum strukturierten Organismus
- Hypothesenentwicklung, experimentelles Design, Verifikation und Falsifikation
- Beherrschung und Anwendung von mikroskopischen Techniken in der Biologie

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Die Fähigkeit zum Brückenschlag zwischen dem Erkennen und Verstehen biologischer Systeme und der Anwendung dieser Erkenntnisse in biomedizintechnischen Fragestellungen

#### 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:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen

#### Verpflichtende Voraussetzungen:

keine

#### Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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**

**Regelarbeitsaufwand:** 9 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Einführung in den anatomischen Aufbau des menschlichen Körpers
- Einführung in die regulären und pathologischen Vorgänge des menschlichen Körpers
- Grundlagen der Anatomie, Histologie, Physiologie und Pathologie
- Einführung in die allgemeine Krankheitslehre

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Grundlegendes Verständnis für medizinische Terminologie
- Grundlegendes Verständnis für den anatomischen Aufbau des menschlichen Körpers
- Grundlegendes Verständnis für den Aufbau menschlicher Zellen
- Grundlegendes Verständnis für die physiologischen Abläufe im menschlichen Körper und deren Störungen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Bewusstseinserschaffung für ethische Aspekte in der Erhebung medizinischer Daten

**Inhalt:**

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

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, im Speziellen in den Fächern Physik, Chemie und Biochemie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Selbstständige Problemanalyse

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen
- Eigeninitiative und Neugierde

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

4.5/3.0 VO Anatomy and Histology

4.5/3.0 VO Physiology and Basics of Pathology

## **Modul Biophysics and Biomechanics**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

### **Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Systematische Einführung in die Grundlagen der Biophysik
- Biophysik lebender Zellen, mit Schwerpunkt auf elektrisch aktiven Nervenzellen
- Systematische Einführung in die Biomechanik – Bewegung, Gleichgewicht, Energie, Materialverhalten
- Biomechanische Prinzipien in muskulo-skeletalen, kardio-vaskularen und Atmungs-Systemen
- Wachstum, biologischer Umbau und Heilung

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit Grundbegriffen der Biomechanik
- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit Grundbegriffen der Biophysik
- Verbindung zwischen tiefgehendem Verständnis biophysikalischer/biomechanischer und mathematisch-formaler Quantifizierung derselben
- Anwendung biomechanischer/biophysikalischer Grundlagen zur Analyse und Prognose des Verhaltens biologischer Systeme, insbesondere ihrer elektrischen und mechanischen Zustände im Zuge ihrer Evolution

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Bewertung biophysikalischer und biomechanischer Zusammenhänge als Basis für Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik

### **Inhalt:**

Biomechanische Prinzipien von muskuloskeletalen, kardio-vaskularen und Atmungs-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, elektroforetische und spektroskopische Methoden der Biophysik; elektromagnetisch-biologische Wechselwirkungen in niederfrequenten wie auch hochfrequenten elektromagnetischen Feldern

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende Kenntnisse in einem Ingenieurfach

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Arbeitsdisziplin bei der Aneignung anspruchsvoller mathematisch-physikalischer Zusammenhänge

### **Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

## ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

3.0/2.0 VO Introduction into Biophysics

3.0/2.0 VU Introduction to Biomechanics

## **Modul Biosignals and Bioinstrumentation**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

### **Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Physiologische, physikalische und biochemische Vorgänge im menschlichen Körper
- Einführung in die Generierung, Fortpflanzung, Aufnahme und Analyse der medizinisch-relevanten Biosignale des menschlichen Körpers; Vielfalt der Biosignale
- Elektrische, chemische, akustische, magnetische, mechanische und optische Biosignale; die jeweiligen Sensorsysteme
- Grundlagen der Biosignalanalyse zum Zwecke der medizinisch-relevanten Interpretation der Biosignale
- Theorie, Praxis und Limitierungen der klassischen biomedizinischen Instrumente und Techniken, unter Einschluss von Diagnose-, Therapie- und Langzeitüberwachungstechniken
- Grundlagen der mikroelektronischen Bauelemente als Bausteine biomedizinischer Instrumente
- Grundlagen der qualitativen und quantitativen Bestimmung von Biomolekülen in biologischen Systemen

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulierung, Analyse und Lösung biomedizinischer Problemstellungen
- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit biophysikalischen, bioanalytischen und biomedizinischen Grundbegriffen als Grundlage zur Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen und zur Lösung interdisziplinärer Probleme
- Verständnis biophysikalischer Vorgänge im menschlichen Körper
- Verständnis medizintechnischer Ansätze in der Diagnostik und Therapie

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Strategisches Verständnis der Schnittstelle zwischen einem physiologischen-biophysikalischen Prozess und einem Sensor bzw. Aktuator als Basis für eine strategische Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik

### **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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:



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

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

3.0/2.0 VO Biomedical Sensors and Signals

3.0/2.0 VU Biomedical Instrumentation

## **Modul Biochemistry**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Systematische Einführung in ausgewählte Kapitel der Grundlagen der Chemie
- Überblickartige Einführung in die Biochemie
- Überblickartige Einführung in die Konzepte der instrumentellen Analytischen Biochemie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit Grundbegriffen der Grundlagen der Chemie, Biochemie und instrumentellen Bioanalytik
- Verständnis der Chemie und Biochemie in der lebenden Zelle/Organismus und dabei relevanten Biomolekülen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Fähigkeit zum Brückenschlag zwischen Chemie, Biochemie und Bioanalytik im Zusammenhang mit biomedizinischen Fragestellungen

**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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, im Speziellen in den Fächern Chemie, Biochemie und Physik

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

Keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

3.0/2.0 VO Introduction to Biological Chemistry

3.0/2.0 VO Instrumental Analytical Biochemistry

## **Modul Biomedical Signal Processing**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Grundlegende Kenntnisse der statistischen Auswertung von Messreihen
- Statistische Tests und deren korrekte Anwendung
- Regressionsmodelle (univariate und multivariate)
- Variablenselektion und Modellvalidierung
- Hauptkomponentenanalyse
- Bildgebende Verfahren in der Medizin und Computerassistierte Diagnostik
- Lokalisierung, Segmentierung und Identifizierung anatomischer Strukturen
- Registrierung und Atlasbildung
- Computerbasierte Analyse von Neuroimaging Daten

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Beherrschung und treffsicherer praktischer Umgang mit den wichtigsten statistischen Methoden
- Treffsicherer Umgang mit statistischen Testverfahren
- Beherrschung der grundlegenden Modellierungsverfahren
- Kenntnis der wichtigsten Bildanalyseverfahren
- Verständnis des Zusammenhanges von Bilddaten, Problemstellung und möglichen Lösungsmethoden

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Grundlegendes Verständnis statistischer Verfahren zur Interpretation und Modellierung von Daten und Images aus dem Bereich der biomedizinischen Technik ermöglicht es, diese korrekt einzuschätzen und eventuell notwendige und mögliche Neuerungen daraus abzuleiten
- Fähigkeit von einer medizinischen Problemstellung ausgehend in Zusammenarbeit mit Medizinem computerbasierte Lösungskonzepte zu erarbeiten

**Inhalt:**

Verteilungen von Daten; Theorie der Hypothesen-Tests; Korrelation und Kovarianz; 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; 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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Grundlagen der Statistik
- Kenntnisse der Matrixalgebra

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Sicherer Umgang mit Computern

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Offenheit, auch komplizierte Zusammenhänge erkennen zu wollen
- Kooperative Zusammenarbeit, Teamfähigkeit und Arbeitsdisziplin

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

3.0/2.0 VU Advanced Biostatistics

3.0/2.0 VO Medical Image Processing

**Modul Biomaterials and Tissue Engineering**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Bestimmung der Biokompatibilität von Werkstoffen
- Anwendung biokompatibler Werkstoffe in Orthopädie, Zahnmedizin, Augenheilkunde, Kardiologie
- Herstellung von Tissue Engineering Scaffolds
- Sammlung und Verwendung von biologischen Zellen
- Vorklinische und klinische Studien

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Verständnis des Einsatzes von Werkstoffen in der Medizin

- Verständnis von Zell-Material-Wechselwirkung
- Verständnis für Methodenentwicklung in Tissue Engineering

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Basiswissen an der Schnittstelle Werkstoffwissenschaften/ Chemie/ Biologie/ Medizin, zur Bewertung aktueller Entwicklungen und Entscheidungen zur Profilschärfung und Weiterbildung

**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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende Kenntnisse in einem Ingenieurfach

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Grundverständnis biologisch-chemischer Systeme

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Offenheit für interdisziplinäres Denken

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

3.0/2.0 VO Biocompatible Materials

3.0/2.0 VU Introduction to Biomaterials and Tissue Engineering

## **Modul Cell Biology**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Aufbau von eukaryotischen Zellen: Organellen, Zytoskelett, Membranen
- Energien und Kräfte
- Zelluläre Abläufe: Transport, Katalyse, Synthese, Signalisierung
- Reizweiterleitung
- Immunologie
- Mathematische Systembiologie
- Quantitative Biologie
- Moderne zellbiologische Techniken

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Beurteilungsfähigkeit von zellbiologischen Zusammenhängen
- Überblick über die wesentlichen biomolekularen Komponenten und Abläufe
- Zellen als Werkstoff verstehen lernen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Innovative Nutzung zellulärer Abläufe als integralen Bestandteil von biomedizinischen Fragestellungen

**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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Zentrale molekulare Komponenten wie Nukleinsäuren, Proteine, Lipide, niedermolekulare Substanzen
- Grundlagen der Biologie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Offenheit für interdisziplinäres Denken

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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 Basics of Biomaterials & Biomechanics**

**Regelarbeitsaufwand:** 15 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Designkriterien und Optimierungsstrategien in Biomaterialien (Knochen, Holz)
- Bio-inspirierte Materialien
- Mikromechanik und Homogenisierungstheorien für hierarchische Materialien
- Bildbasierte Finite Elemente Modellierung
- Mechanik des menschlichen Bewegungsapparates
- Morphologie und Mechanik von Geweben

- Fluidmechanik biologischer Systeme

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Verständnis der Genese und Funktionsweise von Biomaterialien
- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit Homogenisierungsverfahren
- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit Finite Elemente Methoden
- Anwendung moderner biomechanischer Verfahren zur Lösung aktueller Problemstellungen in Orthopädie, Dentalmedizin und Tissue Engineering

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Verständnis von Bauprinzipien in Biomaterialien erlaubt in Verbindung mit erweitertem biomechanischen Wissen wissenschaftlich fundierte kreative Lösungen an der Schnittstelle zwischen natürlichem Gewebe und Implantat

**Inhalt:**

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

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Grundkenntnisse in Biomechanik, Biomaterialwissenschaft und Tissue Engineering

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Sichere Anwendung der Tensorrechnung, Kenntnis der Kontinuumsmechanik

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Arbeitsdisziplin bei der Aneignung anspruchsvoller mathematisch-physikalischer Zusammenhänge, Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen

Erwartete Vorkenntnisse können in den folgenden Modulen erworben werden:  
*Biophysics and Biomechanics, Biomaterials and Tissue Engineering.*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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 & Biomechanics**

**Regelarbeitsaufwand:** 9 ECTS

### **Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Mehrskalenmechanik biologischer Gewebe
- Einblick in die Gewebs- und Bruchmechanik
- Experimentelle Methoden zur Materialcharakterisierung
- Biomechanik von Bewegungssystemen

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Expertenwissen in Biomaterialcharakterisierung und -simulation
- Befähigung zur Behandlung von forschungsnahen Aufgaben
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Fachlicher Umgang mit wissenschaftlicher Literatur
- Vertiefendes Verständnis der Schnittstelle zwischen Biomaterialwissenschaft und angewandter Mechanik, sowohl theoretisch/rechnerisch, als auch experimentell
- Befähigung zur Weitergabe fachlichen Wissens und dessen Anwendung im Bereich der Biomaterialien
- Fähigkeit, mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umzugehen, in Teams Teilergebnisse zu erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenzuführen

### **Inhalt:**

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

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Aufbau biologischer Materialien
- Designprinzipien von Biomaterialien
- Grundzüge der Materialmechanik

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Sicherer Umgang mit analytischen und numerischen Methoden der Materialmechanik

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 Biomaterials & Biomechanics.*

### **Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 4 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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

2.0/1.5 VO Waves, Imaging and Fluid-Structure Interactions in Medicine and Biology

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 Biochemopomechanics

2.0/2.0 UE Engineering Biochemopomechanics

2.0/2.0 LU Experimental Determination of Mechanical Properties of Biological Tissues

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 Materials Characterization

3.0/2.0 VO Prosthetics

3.0/2.0 VO Mechanical Properties of Biological Tissue

2.0/2.0 LU Experimental Determination of the 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

3.0/2.0 VO Biomedical Fluid Mechanics: Selected Topics

## **Modul Basics of Biomedical Signals & Instrumentation**

**Regelarbeitsaufwand:** 15 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Grundlagen bioanalytischer Instrumentierung und massenspektrometrischer Konzepte für den Einsatz in der biomedizinischen und medizinischen Forschung
- Messprinzipien und Technologie gängiger Sensorelemente, mikroelektronischer Bauelemente, Mikro- und Nano-systeme in der biomedizinischen Technik sowie deren Anwendungsgebiete
- Funktionsweise, Technologie und Einsatz von Biochips (DNA/protein/cell chips)



- Grundlagen des Lasers und die wichtigsten laserspektroskopischen Methoden für klinischen und wissenschaftlichen Einsatz
- Prinzipien und Ausführungsformen von biomedizinischen Sensoren zur Erfassung nicht-elektrischer Größen
- Funktionale biomedizinische Schnittstellen zwischen mikrostrukturierten biokompatiblen Oberflächen und mikroelektronischen Bauelementen zur Erfassung von diversen biomedizinischen Signalen

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Anwendungsorientierter Einsatz der theoretischen Kenntnisse auf medizintechnische Fragestellungen, insbesondere im Bereich der massenspektrometrischen Analytoren
- Physikalisch basierte Herleitung mathematischer Modelle
- Beherrschung und treffsicherer Umgang mit biophysikalischen und biochemischen Grundbegriffen zur Bearbeitung von biomedizintechnische Fragestellungen

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Verständnis der Schnittstelle zwischen einem physiologischen-biophysikalischen Prozess und einem Sensor bzw. Aktuator als Basis für eine strategische Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik

**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 Strukturaufklärung, 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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik, Materialkunde, Biochemie und Modellbildung

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

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, 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).

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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 Microelectronic Concepts for Biomedical Interfacing

## **Modul Advances in Biomedical Signals & Instrumentation**

**Regelarbeitsaufwand:** 9 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- 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
- Zusammenhänge der Teilgebiete der biomedizinischen Technik
- Unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulierung, Analyse und Lösung biomedizinischer Problemstellungen
- Durchführung von Entwicklungen und Erfassung deren Auswirkungen
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Fachlicher Umgang mit wissenschaftlicher Literatur
- Vertiefendes Verständnis der Schnittstelle zwischen einem physiologischen-biophysikalischen Prozess und einem Sensor bzw. Aktuator als Basis für eine strategische Innovationskompetenz in der biomedizinischen Technik
- Fähigkeit, mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umzugehen, in Teams Teilergebnisse zu erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenzuführen

**Inhalt:**

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

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 & Instrumentation.*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 4 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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 2

3.0/2.0 VO Assistive Technologies 1

3.0/2.0 VO Industrial Proteomics

3.0/2.0 VO Medical Computer Vision

3.0/2.0 VO Process technologies for microelectronic, photonic and microsystem devices

3.0/2.0 LU Rehabilitation Engineering

3.0/2.0 SE Rehabilitation Engineering

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 & 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

## **Modul Basics of Mathematical & Computational Biology**

**Regelarbeitsaufwand:** 15 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Einführung in die Bioinformatik
- DNA, RNA und Proteinanalyse, molekulare Taxonomie
- Modellierung physiologischer Prozesse (Herzkreislaufsystem, Glukosekreislauf) im Rahmen der Regelungsmathematik
- Neuronale Modelle und Elektrostimulation
- Computersimulation von Biomaterialien und ihrer mechanischen Eigenschaften

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Beherrschung und trefsicherer Umgang mit bioinformatischen Techniken und Datenbanken
- Beherrschung und trefsicherer Umgang mit regelungsmathematischen Modellen und deren Anwendung in der Physiologie
- Verbindung zwischen tiefgehendem Verständnis physiologischer Vorgänge und mathematisch-formaler Quantifizierung derselben
- Anwendung moderner bioinformatischer und mathematischer Verfahren zur Lösung aktueller Problemstellungen in Genetik, Physiologie und Implantologie

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Tiefergehendes mathematisches Verständnis in Verbindung mit modernen Methoden der Informatik erlaubt Innovationen in der Quantifizierung physiologischer Prozesse und neue Diagnose/Therapieformen

**Inhalt:**

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

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und Methodische Kenntnisse:

Grundlagen der Biophysik, Biomechanik, Signalverarbeitung und Biomaterialwissenschaft

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Arbeitsdisziplin bei der Aneignung anspruchsvoller mathematisch-physikalischer Zusammenhänge

Erwartete Vorkenntnisse können in den folgenden Modulen erworben werden: *Basics of Physiology, Biophysics and Biomechanics, Biomedical Signal Processing, Biomaterials and Tissue Engineering.*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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 VO Control Models in Physiology  
3.0/2.0 VO Neuron Modeling

## **Modul Advances in Mathematical & Computational Biology**

**Regelarbeitsaufwand:** 9 ECTS

### **Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Kenntnisse in Hirn- und Hörforschung
- Tiefergehendes Verständnis für Computersimulation
- Stochastische Prozesse

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Expertenwissen in medizinischer Computersimulation
- Befähigung zur Behandlung von forschungsnahen Aufgaben
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Fachlicher Umgang mit wissenschaftlicher Literatur
- Vertiefendes Verständnis der Schnittstelle zwischen mathematischen/rechnerischen Methoden und experimentellen Daten aus der Biomedizin
- Befähigung zur Weitergabe fachlichen Wissens und dessen Anwendung im Bereich von Computersimulation in der Medizin
- Fähigkeit, mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umzugehen, in Teams Teilergebnisse zu erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenzuführen

### **Inhalt:**

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

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Grundlagen in Bioinformatik, Regelungsmathematik und Computational Biomaterial Science

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Sicherer Umgang mit Computermodellen in der Biomedizin

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 & Computational Biology.*

### **Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 4 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

- 1.5/1.0 VO Mathematical Systems Biology
- 3.0/2.0 VO Biometry and Epidemiology
- 3.0/2.0 VO Brain Modelling
- 3.0/3.0 UE Computer Simulation in Medicine
- 6.0/4.0 VU Diagnoses and Treatment Planning
- 3.0/2.0 PR Computer Training in Biomathematics
- 3.0/2.0 VO Epidemiology
- 4.5/3.0 VO Finite Element Methods
- 3.0/2.0 SE Hearing Theory
- 3.0/2.0 VO Identification/experimental modelling
- 3.0/2.0 VO Mathematical Models of Drug use and Drug Control
- 3.0/2.0 SV Modelling and Simulation of the Heart Circulation
- 4.5/3.0 VU Machine Learning for Visual Computing
- 3.0/2.0 VU Optimization
- 3.0/2.0 SE Research Seminar on Computer Graphics
- 4.5/3.0 VO Stationary Processes and Time Series Analysis
- 5.0/3.0 VO Theory of Stochastic Processes
- 1.5/1.0 UE Stationary Processes and Time Series Analysis
- 3.0/2.0 VO Computational Neuroscience

## **Modul Basics of Medical Physics & Imaging**

**Regelarbeitsaufwand:** 15 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Physikalische Grundlagen der Lichtmikroskopie
- Physikalische Grundlagen der Bildgebung mit Röntgenstrahlung
- Elementare Grundlagen der Kernphysik
- Bildgebung mit offenen radioaktiven Stoffen
- Strahlenbiophysik
- Tomographie und Computer-Tomographie
- Bildrekonstruktionsverfahren und digitale Bildverarbeitung
- Superresolution Mikroskopie
- Ultraschall in Diagnose und Therapie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Treffsicherheit in der Auswahl von konkreten bildgebenden Methoden
- Grundlegendes Verständnis über die Interpretation der gewonnenen Bilder
- Überblick über mathematische Methoden zur Bildbearbeitung bzw. -analyse
- Verständnis über den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Bildgebende Verfahren sind zur Zeit die wesentlichen treibenden Kräfte in der biomedizinischen Forschung und Entwicklung, gepaart mit einem hohen Innovationspotential
- Verständnis über den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern als Basis für Innovationskompetenz und Kreativität in Zusammenarbeit mit Ärzten

**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:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik und Biologie

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

Interesse an der interdisziplinären Schnittstelle zwischen Physik, Biologie und Medizin

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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 & Imaging**

**Regelarbeitsaufwand:** 9 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Biophysik elektromagnetischer Felder und Wellen; Ionenkanäle und Ionenpumpen; Strahlenphysik und Strahleneffekte
- Ausbreitung und Absorption von Licht in Materie; Wechselwirkung von Licht mit biologischem Gewebe
- Grundlagen zum Laser, Methoden der Laserspektroskopie
- Magnetresonanztomographie und Einzelmolekül-Mikroskopie
- Biomedizinische Visualisierung, Grundlagen der Mustererkennung, Analyse von Bilddaten
- Zusammenhänge der Teilgebiete der biomedizinischen Technik
- Unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung

**Kognitive und praktische Fertigkeiten:**

- Praktische Erfahrungen in der Mikroskopie
- Vertiefendes Verständnis über den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern
- Formulierung, Analyse und Lösung biomedizinischer Problemstellungen
- Durchführung von Entwicklungen und Erfassung deren Auswirkungen
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme

**Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:**

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Fachlicher Umgang mit wissenschaftlicher Literatur
- Bildgebende Verfahren sind zur Zeit die wesentlichen treibenden Kräfte in der biomedizinischen Forschung und Entwicklung, gepaart mit einem hohen Innovationspotential
- Vertiefendes Verständnis über den Aussagegehalt von diagnostischen Bildern als Basis für Innovationskompetenz und Kreativität in Zusammenarbeit mit Ärzten
- Fähigkeit, mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umzugehen, in Teams Teilergebnisse zu erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenzuführen

**Inhalt:**

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

**Erwartete Vorkenntnisse:**

**Fachliche und methodische Kenntnisse:**

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik und Biologie

**Kognitive und praktische Fertigkeiten:**

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

**Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:**

- 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 & Imaging.*

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

- Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)
- Frontalvortrag in der UE (Vorrechnen von Beispielen)
- 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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Aus der folgenden Liste sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 9 ECTS zu absolvieren, wobei mindestens 4 ECTS aus den Lehrveranstaltungstypen UE, LU, VU, SE, PR zu wählen sind.

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

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  
 1.5/1.0 UE Computer-Assisted Imaging Concepts  
 3.0/2.0 SE Computer Graphics  
 3.0/2.0 VO Introduction into Biophysics  
 2.0/2.0 UE Introduction to Digital Image Processing  
 3.0/2.0 VO Introduction to Pattern Recognition  
 3.0/2.0 UE Introduction to Pattern Recognition  
 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 VO Radiation Protection and Dosimetry  
 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 Interferometry and non-linear optics in medical imaging  
 3.0/2.0 VO Particle Accelerators  
 3.0/2.0 VU Selected Chapters from Medical Visualization

## **Modul Project Biomedical Engineering**

**Regelarbeitsaufwand:** 6 ECTS

**Bildungsziele:**

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Theoretische Grundlagen, methodische Werkzeuge, Modellvorstellungen und experimentelle Untersuchungen zur biomedizinischen Technik
- Zusammenhänge der Teilgebiete der biomedizinischen Technik
- Unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung

**Kognitive und praktische Fertigkeiten:**

- Formulierung, Analyse und Lösung biomedizinischer Problemstellungen
- Durchführung von Entwicklungen und Erfassung deren Auswirkungen
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme

**Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:**

- Analytisches, methodisches, lösungs- und gestaltungsorientiertes Denken, Kommunikation und Präsentation, Vermittlungs- und Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Weiterbildung
- Fachlicher Umgang mit wissenschaftlicher Literatur

**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:**

**Fachliche und methodische Kenntnisse:**

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

**Kognitive und praktische Fertigkeiten:**

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

**Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:**

Teamfähigkeit, Arbeitsdisziplin, Offenheit für interdisziplinäre Herausforderungen

**Verpflichtende Voraussetzungen:**

keine

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

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

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

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

6.0/6.0 PA Project: Biomaterials and Biomechanics

6.0/6.0 PA Project: Biomedical Instrumentation & Signals

6.0/6.0 PA Project: Mathematical and Computational Biology

6.0/6.0 PA Project: Medical Physics & Imaging

## **Modul Freie Wahl**

**Regelarbeitsaufwand:** max. 4.5 ECTS

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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen/künstlerischen Lehrveranstaltungen aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten

gewählt werden, sofern sie der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, wie zum Beispiel Lehrveranstaltungen zu Bioethik oder biomedizinischer Technikfolgenabschätzung. Der Umfang der frei wählbaren Lehrveranstaltungen ergänzt den Umfang des Prüfungsfaches Free electives and soft skills auf 9 ECTS (oder mehr), wobei ihr Anteil daran 4.5 ECTS nicht übersteigen darf.

## **Modul Fachübergreifende Qualifikationen**

**Regelarbeitsaufwand:** 4.5 ECTS

**Bildungsziele:** Durch dieses Modul sollen Studierende Qualifikationen erwerben, die über die für das Studium typischen fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten hinausgehen und im Berufsalltag eine wesentliche Rolle spielen, wie zum Beispiel: Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind im Umfang von mindestens 4.5 ECTS aus dem von der Technischen Universität Wien verlautbarten Katalog von Lehrveranstaltungen zum Erwerb von fachübergreifenden Qualifikationen sowie aus den folgenden Lehrveranstaltungen zu wählen. Dabei wird empfohlen, Fremdsprachenkompetenzen und Führungsqualitäten weiterzuentwickeln.

### ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

- 3.0/2.0 SE Coaching als Führungsinstrument 1
- 3.0/2.0 SE Coaching als Führungsinstrument 2
- 3.0/2.0 SE Didaktik in der Informatik
- 1.5/1.0 VO EDV-Vertragsrecht
- 3.0/2.0 VO Einführung in die Wissenschaftstheorie I
- 3.0/2.0 SE Folgenabschätzung von Informationstechnologien
- 3.0/2.0 VU Forschungsmethoden
- 3.0/2.0 SE Gruppendynamik
- 3.0/2.0 VU Italienisch für Ingenieure I
- 3.0/2.0 VU Kommunikation und Moderation
- 3.0/2.0 SE Kommunikation und Rhetorik
- 1.5/1.0 SE Kommunikationstechnik
- 3.0/2.0 VU Kooperatives Arbeiten
- 1.5/1.0 VO Präsentation, Moderation und Mediation
- 3.0/2.0 UE Präsentation, Moderation und Mediation
- 3.0/2.0 VU Präsentations- und Verhandlungstechnik
- 3.0/2.0 SE Rechtsinformationsrecherche im Internet
- 3.0/2.0 VU Rhetorik, Körpersprache, Argumentationstraining
- 3.0/2.0 VU Softskills für TechnikerInnen
- 3.0/2.0 VU Technical English Communication
- 3.0/2.0 VU Technical English Presentation
- 3.0/2.0 VU Techniksoziologie und Technikpsychologie
- 3.0/2.0 VU Technisches Französisch, Hohes Niveau I
- 3.0/2.0 VU Technisches Russisch I
- 3.0/2.0 VU Technisches Russisch II
- 3.0/2.0 VU Technisches Spanisch I
- 3.0/2.0 VU Technisches Spanisch II
- 3.0/2.0 VO Theorie und Praxis der Gruppenarbeit
- 3.0/2.0 VO Zwischen Karriere und Barriere

## Anhang: Lehrveranstaltungstypen

**VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht.

**UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrerinnen und -lehrer sowie Tutorinnen und Tutoren) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

**LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende in Gruppen unter Anleitung von Betreuerinnen und Betreuern 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 an den praktisch-beruflichen oder wissenschaftlichen Zielen des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

**VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung vereinen die Charakteristika der Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung.

**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.

**EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb des Studienortes stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.

## Anhang: Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen im Studium

Module	verpflichtende Voraussetzungen
Modul Basics of Biology	keine
Modul Basics of Physiology	keine
Modul Biophysics and biomechanics	keine
Modul Biosignals and bioinstrumentation	keine
Modul Biochemistry	keine
Modul Biomedical signal processing	keine
Modul Biomaterials and tissue engineering	keine
Modul Cell Biology	keine
Modul Basics of Biomaterials & Biomechanics	Keine
Modul Advances in Biomaterials & Biomechanics	keine
Modul Basics of Biomedical Signals & Instrumentation für die Lehrveranstaltung <i>Biomedical Mass Spectrometry VU</i>	Aus dem Modul Biochemistry: <i>Instrumental Analytical Biochemistry VO</i>
Modul Advances in Biomedical Signals & Instrumentation	keine
Modul Basics of Mathematical & Computational Biology	keine
Modul Advances in Mathematical & Computational Biology	keine
Modul Basics of Medical Physics & Imaging	keine
Modul Advances in Medical Physics & Imaging	keine
Modul Project Biomedical Engineering	keine
Modul Freie Wahl	keine
Modul Fachübergreifende Qualifikationen	keine

## Anhang: Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

### 1. Semester (30 ECTS)

ECTS/Semesterstunden Lehrveranstaltungstyp und -name

3.0/2.0 VO Biology

4.5/3.0 VO Anatomy and Histology

4.5/3.0 VO Physiology and Basics of Pathology

\*3.0/2.0 VO Introduction into Biophysics

\*3.0/2.0 VU Introduction to Biomechanics

\*3.0/2.0 VO Biomedical Sensors und Signals

\*3.0/2.0 VO Introduction to Biological Chemistry

\*3.0/2.0 VO Biocompatible Materials

1.5/1.0 VU Introduction to Microscopy in Biology

1.5/1.0 VO Introduction to Biostatistics

6 ECTS aus dem Basic-Modul des gewählten Schwerpunktes (2 LVAs je 3.0 ECTS)

### 2. Semester (30 ECTS)

\*3.0/2.0 VU Advanced Biostatistics

3.0/2.0 VU Biomedical Instrumentation

3.0/2.0 VO Instrumental Analytical Biochemistry

3.0/2.0 VO Medical Image Processing

3.0/2.0 VU Introduction to Biomaterials and Tissue Engineering

9 ECTS aus dem Basic-Modul des gewählten Schwerpunktes (3 LVAs je 3.0 ECTS)

3 ECTS aus dem Advanced-Modul des gewählten Schwerpunktes

3 ECTS aus Free electives and soft skills

\*Aus diesen LVAs können 2 LVAs (bzw. 1 Modul) wegfallen, da in dem Prüfungsfach *Core Biomedical Engineering* nur 4 der 5 Module zu absolvieren sind

### 3. Semester (30 ECTS)

6.0/6.0 PA Project Biomedical Engineering

6 ECTS aus dem Advanced-Modul des gewählten Schwerpunktes

12 ECTS aus den Basic-Modulen und Advanced-Modulen der weiteren Schwerpunkte

6 ECTS aus Free electives and soft skills

### 4. Semester (30 ECTS)

Diplomarbeit und kommissionelle Gesamtprüfung