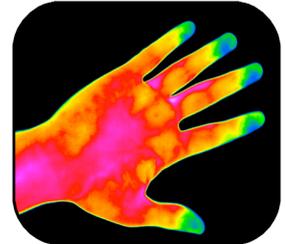
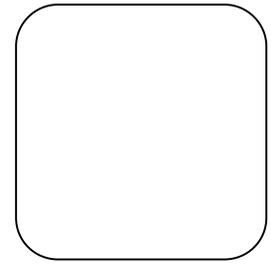


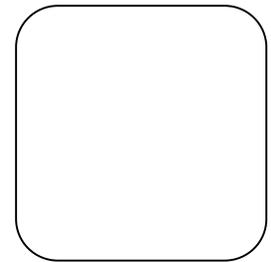


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

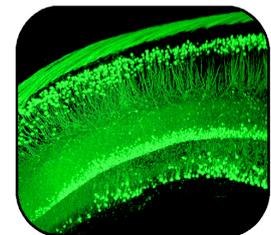


Studienplan (Curriculum) für das Masterstudium Biomedical Engineering

Beschluss des Senates der Technischen Universität Wien
mit Wirksamkeit 22. Juni 2020



Gültig ab 1. Oktober 2020



Inhalt

§ 1	Grundlage und Geltungsbereich	3
§ 2	Qualifikationsprofil.....	3
§ 3	Dauer und Umfang	4
§ 4	Zulassung zum Masterstudium.....	5
§ 5	Aufbau des Studiums	5
§ 6	Lehrveranstaltungen	10
§ 7	Prüfungsordnung.....	10
§ 8	Studierbarkeit und Mobilität	11
§ 9	Diplomarbeit	12
§ 10	Akademischer Grad	12
§ 11	Integriertes Qualitätsmanagement	13
§ 12	Inkrafttreten	13
§ 13	Übergangsbestimmungen	14
Anhang: Modulbeschreibungen		15
Anhang: Lehrveranstaltungstypen		44
Anhang: Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen im Studium		45
Anhang: Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen		46

§ 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 Kompetenzen
- Kognitive und praktische Kompetenzen
- Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen

Fachliche und methodische Kompetenzen

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 Kompetenzen

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 und Selbstkompetenzen

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, Umweltingenieurwesen, 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
- Fundamentals 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 *Fundamentals Biomedical Engineering* sind vier Module zu wählen.

Im gewählten Schwerpunkt ist das Basic-Modul im Umfang von 15 ECTS, im Advanced Module im Umfang von mindestens 9 ECTS – davon mindestens 3 ECTS aus den Lehrveranstaltungen UE, LU, VU, SE, PR - 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.

- **Life Sciences** **15 ECTS**
 - Modul Basics of Biology 6 ECTS
 - Modul Basics of Physiology 9 ECTS
- **Fundamentals 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, elektrophoretischen 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 2020 in Kraft.

§ 13 Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen in den Dekanaten 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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

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 Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Selbstständige Problemanalyse

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- 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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende Kenntnisse in einem Ingenieurfach

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- biomedizinischer Problemstellungen formulieren, analysieren und lösen,
- treffsicheren Umgang mit biophysikalischen, bioanalytischen und biomedizinischen Grundbegriffen beherrschen, als Grundlage zur Bearbeitung von biomedizintechnischen Fragestellungen und zur Lösung interdisziplinärer Probleme,

- biophysikalische Vorgänge im menschlichen Körper lokalisieren und vergleichen, sowie
- medizintechnische Ansätze in der Diagnostik und Therapie formulieren.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- 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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

Grundlagen der Chemie und darauf aufbauend der Biochemie sowie die Basis der instrumentellen Bioanalytik; Grundkonzepte der Chemie (wie die Relevanz von Wasser in chem./biochem. Systemen, Chiralität, Kinetik, Chemie der wichtigsten Klassen von Biomolekülen: Nukleinsäuren, 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 Nukleinsäuren, 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 Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundlegende Kenntnisse der statistischen Auswertung von multivariaten Messreihen anwenden,
- Statistische Tests und deren korrekte Anwendung erklären,
- Regressionsmodelle (univariate und multivariate) berechnen,
- Variablenselektion und Modellvalidierung durchführen,
- Hauptkomponentenanalyse benutzen,
- Clusteranalyse und Klassifizierung von Messdaten konzipieren,
- Bildgebende Verfahren in der Medizin und Computerassistierte Diagnostik erläutern,
- Lokalisierung, Segmentierung und Identifizierung anatomischer Strukturen beschreiben,
- Registrierung und Atlasbildung durchführen, sowie
- Computerbasierte Analyse von Neuroimaging Daten demonstrieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Grundlagen der univariaten und bivariaten Statistik
- Kenntnisse der Matrixalgebra

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Sicherer Umgang mit Computern

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Verpflichtende Voraussetzungen:

1.5/1.0 VO Introduction to Biostatistics

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- den Einsatzes von Werkstoffen in der Medizin verstehen,
- die Zell-Material-Wechselwirkung verstehen,
- die Methodenentwicklung in Tissue Engineering verstehen

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Mathematische und naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, vertiefende Kenntnisse in einem Ingenieurfach

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Grundverständnis biologisch-chemischer Systeme

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Grundverständnis von biologisch-chemischen Systemen

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert denken,

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Grundkenntnisse in Biomechanik, Biomaterialwissenschaft und Tissue Engineering

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Sichere Anwendung der Tensorrechnung, Kenntnis der Kontinuumsmechanik

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Einen fundierten Einblick in die Mehrskalmechanik biologischer Gewebe geben,
- Einen Einblick in die Gewebs- und Bruchmechanik geben
- Die Prinzipien für experimentelle Methoden zur Materialcharakterisierung erläutern und umsetzen,
- Einen fundierten Einblick in die Biomechanik von Bewegungssystemen geben

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Sicherer Umgang mit analytischen und numerischen Methoden der Materialmechanik

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- 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 3 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 Biochemoporomechanics

2.0/2.0 UE Engineering Biochemoporomechanics

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

(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 Kompetenzen:

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik, Materialkunde, Biochemie und Modellbildung

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

- unmittelbare einschlägige Forschungserfahrung aufweisen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- 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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- Grundlegende Begriffe der Bioinformatik formulieren und unterscheiden,
- DNA, RNA und Proteinanalyse, sowie molekulare Taxonometrie diskutieren,
- die mathematische Modellierung physiologischer Prozesse im Rahmen der Regelungsmathematik formulieren und in Computersimulationen durchführen,
- Neuronale Modelle erläutern und Elektrostimulation illustrieren, sowie

- Computersimulation von Biomaterialien und ihrer mechanischen Eigenschaften unterscheiden und entwickeln.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und Methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik und Nutzung deren grundlegenden Methoden

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- die Grundzüge der Hirn- und Hörforschung darstellen,
- Tiefgehendes Verständnis für Computersimulation darstellen, sowie
- stochastische Prozesse erklären und in konkreten Fragestellungen benutzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

- in medizinischen Computersimulation Expertisen aufweisen,
- die Behandlung von forschungsnahen Aufgaben durchführen, sowie
- Lösungskompetenz für interdisziplinäre Probleme entwickeln.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Grundlagen in Bioinformatik, Regelungsmathematik und Computational Biomaterial Science

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Sichere Formulierung, Klassifizierung und Einsetzung von Computermodellen in der Biomedizin

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- 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 Analysis of the Cardiovascular System
- 4.5/3.0 VU Machine Learning for Visual Computing
- 4.5/3.0 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
- 3.0/2.0 SV Modelling and Simulation in Health Technology Assessment

Modul Basics of Medical Physics & Imaging

Regelarbeitsaufwand: 15 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik und Biologie

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Sichere Anwendung der Grundbegriffe der höheren Mathematik

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

- mit gemeinsam zu nutzenden Ressourcen umgehen, in Teams Teilergebnisse erarbeiten und zu Gesamtergebnissen zusammenführen.

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Grundkenntnisse in Physik, Biophysik und Biologie

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- 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

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

Studierende, die dieses Modul positiv absolviert haben, können

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

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

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

Kognitive und praktische Kompetenzen:

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

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

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

Lernergebnisse: 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

Lernergebnisse: 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 praktischberuflichen 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 auseinander setzen 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 *Fundamentals Biomedical Engineering* nur 4 der 6 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