



# Curriculum für das Masterstudium Biomedical Engineering

Curriculum 2016 in der Version 2018

Dieses Curriculum wurde von der Curricula-Kommission der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 29.02.2016 genehmigt.

Die Änderungen zu diesem Curriculum wurden von der Curricula-Kommission der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 22.01.2018 genehmigt.

---

Der Senat der Technischen Universität Graz erlässt auf Grund des Bundesgesetzes über die Organisation der Universitäten und ihre Studien (UG), BGBl. I Nr. 120/2002 idgF das vorliegende Curriculum für das Masterstudium Biomedical Engineering.

## § 1 Allgemeines

- (1) Das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium Biomedical Engineering umfasst vier Semester. Der Gesamtumfang beträgt 120 ECTS-Anrechnungspunkte.
- (2) Das Masterstudium Biomedical Engineering wird als ausschließlich fremdsprachiges Studium gem. § 71.e Abs. 4 UG in englischer Sprache angeboten.
- (3) Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieurin“ bzw. "Diplom-Ingenieur", abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ verliehen. Dieser akademische Grad entspricht international dem „Master of Science“, abgekürzt „MSc“.
- (4) Die Zulassung zum Masterstudium Biomedical Engineering setzt den Abschluss eines Bachelorstudiums mit geeigneter fachlicher Ausrichtung oder eines anderen gleichwertigen Studiums gemäß § 64 Abs. 5 UG voraus. Das Masterstudium Biomedical Engineering baut auf dem Bachelorstudium Biomedical Engineering der TU Graz auf. Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums werden ohne Auflagen zu diesem Masterstudium zugelassen.
- (5) Für Absolventinnen und Absolventen anderer Bachelorstudien können je nach Vorbildung der Studienbewerberin bzw. des Studienbewerbers im Rahmen der Zulassung zum gegenständlichen Curriculum bis zu 22 ECTS-Anrechnungspunkte aus den Lehrveranstaltungen des oben genannten Bachelorstudiums Biomedical Engineering vorgeschrieben werden. Die vorgeschriebenen Lehrveranstaltungen reduzieren den im Curriculum definierten Aufwand für Leistungen im Wahlfach bzw. im Nebenfach in entsprechendem Umfang. Ein zur Zulassung berechtigendes Bachelorstudium muss zumindest einen Umfang von 180 ECTS-Anrechnungspunkten aufweisen. Um einen Gesamtumfang der aufbauenden Studien von 300 ECTS-Anrechnungspunkten zu erreichen, ist die Zuordnung ein und

derselben Lehrveranstaltung sowohl im zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudium als auch im gegenständlichen Masterstudium ausgeschlossen.

- (6) Den Abschluss des Studiums bilden eine Masterarbeit und eine kommissionelle Masterprüfung gemäß § 7a.

## § 2 Qualifikationsprofil

### (1) Gegenstand des Studiums

Das Masterstudium ist als Teil der Gesamtausbildung zur Diplomingenieurin bzw. zum Diplomingenieur Biomedical Engineering konzipiert, die in Verbindung mit dem vorhergehenden Bachelorstudium zu einer zukunftsorientierten interdisziplinären Ausbildung führt. Auf eine fundierte interdisziplinäre Grundlagenausbildung im Bachelorstudium folgen Vertiefungen im Bereich von fünf Wahlfachrichtungen. Es sind dies Biomechanical Engineering, Biomedical Instrumentation and Sensors, Biomedical Imaging and Sensing, Computational Neuroscience und Health Care Engineering. Das Curriculum ist auf eine vergleichsweise große Freiheit bei der Zusammenstellung der Lehrinhalte ausgerichtet und bereitet auf die Unabhängigkeit und Eigeninitiative beim fachübergreifenden Denken, Entscheiden und Handeln vor.

### (2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen

Das Masterstudium Biomedical Engineering soll die Absolventinnen und Absolventen befähigen, an der Schnittstelle zwischen Technik, Medizin und Biologie tätig zu werden, die Sprache und Inhalte dieser Fachbereiche zu verstehen und in die Zusammenarbeit und Problemlösungen interdisziplinäre technische Kompetenz einzubringen.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Biomedical Engineering sind auf vielfältigste medizintechnische Herausforderungen vorbereitet und in der Lage, sich in kürzester Zeit besser in sämtliche Bereiche des Biomedical Engineerings einzuarbeiten als Personen, die Masterabschlüsse anderer, weniger interdisziplinärer Bildungs- und Ausbildungsprogramme vorweisen. Sie haben nach erfolgreicher Absolvierung des Masterstudiums Biomedical Engineering folgende Ziele erreicht bzw. Kompetenzen erworben:

#### **Wissen und Verstehen**

Absolventinnen und Absolventen

- sind mit den wesentlichen Theorien, Prinzipien und Methoden des Biomedical Engineering vertraut;
- haben Ihr Wissen in zwei besonderen Feldern des Biomedical Engineering vertieft;
- verstehen die Arbeitsmethoden in diesen Feldern und sind fähig, diese und auch die wissenschaftlichen Grundlagen dafür praktisch anzuwenden;
- kennen die wichtigsten Strategien, um Probleme effizient zu lösen.

#### **Wissensbasiertes Anwenden und Beurteilen**

Absolventinnen und Absolventen

- haben die Fähigkeit erworben, das theoretische Wissen in technischer und wissenschaftlicher Weise praktisch anzuwenden;
- haben die Fähigkeit zur interdisziplinären Analyse und Beurteilung und können wissenschaftlich fundierte Einschätzungen und Lösungsvorschläge abgeben;
- erkennen ethische, soziale, gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen, Zusammenhänge und Notwendigkeiten;

- sind in der Lage, die mit den fachspezifischen Methoden erworbenen Ergebnisse korrekt zu interpretieren und mit diesen Ergebnissen weiterzuarbeiten.

### **Kommunikative, soziale und organisatorische Kompetenzen**

Absolventinnen und Absolventen

- sind in der Lage, wissenschaftliche Texte zu verfassen und Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form zu präsentieren;
- haben die Fähigkeit, sich neues Wissen selbständig anzueignen, um so unabhängig zu Forschung und Entwicklung beizutragen;
- sind fähig, sich in ein Team zu integrieren und selbständig Teilaufgaben und Führungsfunktionen zu übernehmen;
- verfügen über Grundkenntnisse in der Projektabwicklung;
- haben ein Bewusstsein der Notwendigkeit des Life Long Learnings;
- sind zur internationalen interdisziplinären Kooperation fähig.

### **(3) Bedarf und Relevanz des Studiums für die Wissenschaft und für den Arbeitsmarkt**

Die aktuellen gesellschaftspolitischen und wissenschaftlichen Herausforderungen unterstreichen die Bedeutung und Zukunftschancen des Studiums Biomedical Engineering. Die demoskopische Entwicklung, zusammen mit der verlängerten Lebenserwartung, führt zu einer dramatischen Überalterung und damit zu einer enormen Kostensteigerung im Gesundheitswesen, gleichzeitig jedoch auch zu einer zunehmenden Nachfrage nach neuen Lösungen für eine effiziente, sichere und kostengünstige Gesundheitsversorgung und nach neuen innovativen Medizinprodukten, Therapien und Lebenshilfen für die älter werdende Bevölkerung.

In Verbindung mit neuen Möglichkeiten der Modellierung und Simulation, insbesondere aber von Computational Science and Engineering, der Telekommunikation und Neurowissenschaften, der molekularen Medizin, biomedizinischer Instrumente und Sensoren, der Bildgebung, der Bioinformatik, der Biomechanik und dem Tissue Engineering bis hin zu den strukturellen, ökonomischen und methodischen Herausforderungen im Gesundheitswesen, ergeben sich äußerst zukunftssträchtige Forschungs-, Entwicklungs- und Marktpotenziale.

Diese dynamische Entwicklung führt zu einer gesteigerten Nachfrage der Wirtschaft, Forschung und Entwicklung nach Absolventinnen und Absolventen des Studiums Biomedical Engineering. Die Absolventinnen und Absolventen sollen in der Forschung und Entwicklung, der Wirtschaft, und im öffentlichen Bereich eingesetzt werden, um verbesserte diagnostische und therapeutische Lösungsansätze zu erarbeiten, sie technisch umzusetzen und effizient und ökonomisch verfügbar zu machen.

Durch die fundierte und breite Grundlagenausbildung mit anschließender Vertiefung in einem der fünf angebotenen Schwerpunktsbereiche wird für die Absolventinnen und Absolventen des Studiums Biomedical Engineering die Voraussetzung geschaffen, interdisziplinäre Fragestellungen zu analysieren, neue Grundlagen zu schaffen, Konzepte und Prinzipien zu erstellen und zum Wohle unserer Gesellschaft umzusetzen.

Die Karrieremöglichkeiten für Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums sind sehr vielfältig: in der Industrie (vom Start-up bis zur Großindustrie), in

Dienstleistungsbetrieben, der öffentlichen Hand, sowie in Wissenschaft, Forschung und Lehre.

### § 3 ECTS-Anrechnungspunkte

Im Sinne des europäischen Systems zur Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen (European Credit Transfer and Accumulation System) sind den einzelnen Leistungen ECTS-Anrechnungspunkte zugeordnet, welche den relativen Anteil des Arbeitspensums bestimmen. Das Universitätsgesetz legt das Arbeitspensum für einen ECTS-Anrechnungspunkt mit durchschnittlich 25 Echtstunden fest.

### § 4 Aufbau des Studiums

Das Masterstudium Biomedical Engineering besteht aus

1. einem **Hauptfach** (Major) mit **mindestens 50 ECTS-Anrechnungspunkten**,
2. einem **Nebenfach**, welches aus einer zweiten fachspezifischen Vertiefung (Minor) im Mindestumfang von **21 ECTS-Anrechnungspunkten** umfasst,
3. sowie **Wahlfachveranstaltungen** im Umfang von **10 ECTS-Anrechnungspunkten**, die dem Nebenfach zugeordnet werden. Diese Wahlllehrveranstaltungen können aus allen Wahlfachkatalogen gewählt werden. Die Wahl hat dabei aus den in § 5a aufgelisteten Lehrveranstaltungen so zu erfolgen, dass die Summe aus Major (Hauptfach), Minor (Nebenfach) und Wahlllehrveranstaltungen ohne Master Seminar zumindest 81 ECTS-Anrechnungspunkte ergibt. Eine größere Anzahl von ECTS-Anrechnungspunkten für Major und Minor vermindert entsprechend den zu absolvierenden Umfang an Wahlllehrveranstaltungen.
4. einem **Freifach**, das frei zu wählende Lehrveranstaltungen im Umfang von **6 ECTS-Anrechnungspunkten** enthält und
5. einer **Masterarbeit**. Die Masterarbeit entspricht **30 ECTS-Anrechnungspunkten** und ist gemäß § 4b dem Haupt- oder Nebenfach zuzuordnen.

Im Rahmen des Haupt- oder Nebenfaches ist ein **Master Seminar** im Umfang von **3 ECTS-Anrechnungspunkten** zu absolvieren. Das Fach, dem das Master Seminar zugeordnet ist, erhöht sich entsprechend um 3 ECTS-Anrechnungspunkte.

<b>Masterstudium Biomedical Engineering</b>	
<b>Fach</b>	<b>ECTS</b>
Hauptfach lt. § 4a	mind. 53 bzw. 50 <sup>1</sup>
Nebenfach lt. § 4a (inklusive Wahlllehrveranstaltungen)	mind. 31 bzw. 34 <sup>1</sup>
Freifach lt. § 5b	6
<b>Gesamtaufwand ohne Masterarbeit</b>	<b>90</b>
Masterarbeit lt. § 4b (inhaltlich dem Haupt- oder Nebenfach zugeordnet)	30
<b>Summe Masterstudium Biomedical Engineering</b>	<b>120</b>

<sup>1</sup> In der höheren ECTS-Anzahl ist jeweils das Seminar im Umfang von 3 ECTS inkludiert.

In § 5a sind die einzelnen Lehrveranstaltungen dieses Masterstudiums und deren Zuordnung zu den Fächern aufgelistet. Die Semesterzuordnung ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und das Arbeitspensum des Studienjahres 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet.

Lehrveranstaltungen, die zum Abschluss des zur Zulassung zu diesem Studium berechtigenden Bachelorstudiums verwendet wurden, sind nicht Bestandteil dieses

Masterstudiums. Wurden Pflichtlehrveranstaltungen, die in diesem Curriculum vorgesehen sind, bereits im Rahmen des zuvor beschriebenen Bachelorstudiums verwendet, so sind diese durch zusätzliche Wahlllehrveranstaltungen im selben Umfang (ECTS-Anrechnungspunkte) zu ersetzen.

### § 4a Wahl von Hauptfach, Nebenfach und Wahlllehrveranstaltungen

Das Haupt- und Nebenfach stellen sowohl wissenschaftlich als auch wirtschaftlich relevante Spezialisierungen im Fachbereich Biomedical Engineering dar.

Im Laufe des ersten Semesters des Masterstudiums müssen die zu Haupt- und Nebenfach gehörigen Wahlfachkataloge gewählt werden. Diese sind Wahlfachkataloge aus der Liste in § 5a. Jeder Wahlfachkatalog enthält dabei eine Liste sinnvoll zusammengestellter Lehrveranstaltungen, welche eine umfangreiche Vertiefung im Bereich des Biomedical Engineerings ermöglichen. Die Wahl eines in § 5a enthaltenen Wahlfachkataloges kann unter Angabe von Gründen geändert werden.

Das **Hauptfach** (Major) ist aus den in § 5a definierten *technischen* Wahlfachkatalogen (Kataloge c1-c5) zu wählen. Dieses besteht aus einem vordefinierten Pflichtlehrveranstaltungsanteil und aus einem Anteil von Lehrveranstaltungen, welche aus selbigem Wahlfachkatalog frei zu wählen sind.

Das **Nebenfach** (Minor) kann aus den in § 5a definierten Wahlfachkatalogen (Kataloge c1-c5, b1) gewählt werden. Dies besteht aus einem vordefinierten Pflichtlehrveranstaltungsanteil und einem Anteil von Lehrveranstaltungen, welche aus selbigem Wahlfachkatalog frei zu wählen sind.

Nachstehende Grafik zeigt eine Übersicht der Kombinationsmöglichkeiten von Major und Minor. Schwarz gekennzeichnete Kombinationen sind nicht möglich. Bei Kombinationen mit einer Zahl in Klammer müssen doppelt vorkommende Pflichtlehrveranstaltungen gemäß der Tabelle „Ersatzlehrveranstaltungen“ (siehe §5a, Seite 15) ersetzt werden.

		Minors										
		Biomaterials	Biomolecular Analytics	Medical Electronics	Bioinstrumentation	Optical Microscopy	Biomedical Imaging	Brain-Computer Interfacing	Neural Engineering	Clinical Engineering	Cellular Electrophysiology and Sensors	Business, Law, Management and Soft Skills
		c1	c2		c3		c4		c5		b1	
Majors	c1	Biomechanics: Modeling and Simulation					(1)					
	c2	Biomedical Instrumentation and Sensors						(2)		(3)		
	c3	Biomedical Imaging and Sensing		(4)	(5)				(6)		(7)	
	c4	Computational Neuroscience					(8)					
	c5	Biomedical Device Design & Safety			(9)	(10)						

Als **Wahllehrveranstaltungen** können Lehrveranstaltungen aus dem gesamten Angebot lt. § 5a gewählt werden.

Im Rahmen der Wahllehrveranstaltungen können auch Lehrveranstaltungen zur Vertiefung einer Fremdsprache (Englisch oder Deutsch) in einem Umfang von bis zu 3 ECTS-Anrechnungspunkten absolviert werden.

## § 4b Masterarbeit

Im Rahmen des Masterstudiums Biomedical Engineering ist eine Masterarbeit anzufertigen, welche dem genannten Haupt- oder Nebenfach zuzuordnen ist.

Die Masterarbeit ist vor Beginn der Bearbeitung über das zuständige Dekanat beim zuständigen studienrechtlichen Organ anzumelden. Zu erfassen sind dabei das Thema, das Fachgebiet, dem das Thema zugeordnet ist, sowie die Betreuerin/ der Betreuer mit Angabe des Instituts.

Im Fall von individuellen Fächern gemäß Übergangsbestimmungen (§8) muss die oder der Studierende zu Beginn einer Masterarbeit zusammen mit dem studienrechtlichen Organ und der Betreuerin oder dem Betreuer der Masterarbeit eine sinnvolle Zuordnung der Masterarbeit zu einem Fach vornehmen.

## § 5 Studieninhalt und Semesterplan

Masterstudium Biomedical Engineering								
Fach	Lehrveranstaltung	SSSt	LV Art	ECTS	Semester mit ECTS-Anrechnungspunkten			
					I	II	III	IV
	Master Seminar lt. § 4	1,0	SP	3,0			3,0	
Summe Haupt- und Nebenfach				81,0	30,0	27,0	27,0	
Masterarbeit lt. § 4b				30,0				30,0
<b>Freifach</b>								
	Frei zu wählende Lehrveranstaltung lt. § 5b			6,0		3,0	3,0	
<b>Summe Gesamt</b>				<b>120,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>

## § 5a Wahlfachkataloge

Der technische Wahlfachkatalog **c1 – Biomechanical Engineering** umfasst:

- das Hauptfach (Major): **Biomechanics: Modeling and Simulation**, sowie
- das Nebenfach (Minor 1): **Biomaterials**.

Wahlfachkatalog: c1 - Biomechanical Engineering										
Lehrveranstaltung	SSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
<b>Voraussetzungen aus dem Bachelorstudium Biomedical Engineering</b>										
Computer Vision 1	1,5	VU	2,0	WS					verpflichtend für Major, wenn nicht im Bachelor absolviert	Englisch
Strength of Materials	3,0	VU	4,5	WS					verpflichtend für Major, wenn nicht im Bachelor absolviert	Englisch
<b>Theory of Materials / Structural Analysis</b>										
Tissue Engineering	2,0	VO	3,0	WS	3,0	3,0				Englisch
Theory of Materials	2,0	VU	3,0	SS						Englisch
Biological and Biobased Materials	2,0	VO	3,0	SS	3,0	3,0				Englisch
Imaging Laboratory	2,0	LU	3,0	SS						Englisch
Electron Microscopy Imaging	1,0	VO	1,5	WS						Englisch
Bionanotechnology	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Microscopy in Biotechnology	2,0	VO	4,0	WS						Englisch
Materials Characterization II	1,33	VO	2,0	WS						Englisch
Materials Characterization III	1,33	VO	2,0	WS						Englisch
Physics of Modern Materials	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Medical Image Analysis	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Englisch
Medical Image Analysis	1,0	KU	2,0	SS						Englisch
Biomaterials	2,0	VO	3,0	WS					empfohlen für Minor 1	Englisch
Pathologie	2,0	VO	3,0	WS					empfohlen für Major	Deutsch
<b>Zwischensumme</b>					<b>9,0</b>	<b>6,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Multiscale Biomechanics</b>										
Mechanics of Biological Tissues	2,0	VO	3,0	WS	3,0	3,0				Englisch
Mechanics of Proteins and Cells	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>6,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Basics of Biomechanical Modeling and Simulation</b>										
Continuum Mechanics	3,0	VU	4,5	WS	4,5					Englisch
Strömungslehre und Wärmeübertragung I	4,0	VO	6,0	SS						Deutsch
Strömungslehre und Wärmeübertragung I	2,0	UE	2,0	SS						Deutsch
Strömungslehre und Wärmeübertragung II VT	2,0	VO	3,0	WS						Deutsch
Strömungslehre und Wärmeübertragung II VT	1,0	UE	2,0	WS						Deutsch
Höhere Strömungslehre und Wärmeübertragung	2,0	VO	3,0	WS						Deutsch
Thermodynamics for Biomedical Engineers	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Thermodynamics for Biomedical Engineers	1,0	UE	2,0	WS	2,0					Englisch
Höhere Thermodynamik	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch
Höhere Thermodynamik	2,0	UE	2,0	SS						Deutsch
<b>Zwischensumme</b>					<b>9,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Basics of Numerical Methods (Finite Element Method) and Applications</b>										
Optimization for Computer Science	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Optimization for Computer Science	1,0	UE	2,0	WS	2,0					Englisch
Finite Element Method	2,0	VU	3,0	WS	3,0	3,0				Englisch

Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
Finite Element Method - Advanced course	2,0	VU	3,0	SS	3,0					Englisch
Computational Biomechanics	4,0	VU	5,5	SS	5,5					Englisch
Technische Numerik 2	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch
Technische Numerik 2	1,0	UE	1,0	SS						Deutsch
Numerische Methoden Strömungslehre und Wärmeübertragung	3,0	VO	4,5	WS						Deutsch
Numerische Methoden in der angewandten Thermodynamik	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch
Partielle Differentialgleichungen und Numerik	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch
Partielle Differentialgleichungen und Numerik	1,0	UE	1,0	SS						Deutsch
Biostatistics and Experimental Design	2,0	VU	3,0	WS						Deutsch
Zwischensumme					16,5	3,0	0,0	0,0		
<b>Gesamtsumme des Pflichtteils</b>					<b>41,0</b>	<b>12,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		

Der technische Wahlfachkatalog **c2 – Biomedical Instrumentation and Sensors** umfasst:

- das Hauptfach (Major): **Biomedical Instrumentation and Sensors**,
- das Nebenfach (Minor 1): **Biomolecular Analytics**,
- das Nebenfach (Minor 2): **Medical Electronics**, sowie
- das Nebenfach (Minor 3): **Bioinstrumentation**.

<b>Wahlfachkatalog: c2 - Biomedical Instrumentation and Sensors</b>										
Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
<b>Voraussetzungen aus dem Bachelorstudium Biomedical Engineering</b>										
									keine	
<b>Signal processing</b>										
Biosignal Processing	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Biosignal Processing	2,0	UE	3,0	WS	3,0					Englisch
Nonlinear Signal Processing	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Nonlinear Signal Processing	1,0	UE	2,0	SS						Englisch
Zwischensumme					6,0	0,0	0,0	0,0		
<b>Analytics / Biosensors</b>										
Chemical Analytics and Sensors	3,0	VO	4,5	SS	4,5	4,5		4,5		Englisch
Molecular Diagnostics	2,0	VO	3,0	SS	3,0	3,0				Englisch
Molecular Diagnostics	2,0	LU	2,0	SS	2,0	2,0				Englisch
Physics of Modern Materials	2,0	VO	3,0	WS	3,0	3,0				Englisch
Bionanotechnology	2,0	VO	3,0	SS		3,0		3,0		Englisch
Biomaterials	2,0	VO	3,0	WS	3,0				empfohlen für Minor 1	Englisch
Zwischensumme					15,5	15,5	0,0	7,5		
<b>Biomedical Instrumentation Basics</b>										
Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	WS	3,0			3,0		Englisch
Medizinische Gerätetechnik	2,0	VO	3,0	WS						Deutsch
Biomedical Sensor Systems 2	1,5	VU	2,0	SS	2,0					Englisch
Control of Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	SS	3,0			3,0		Englisch
Rehabilitation Engineering	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Medical Laser Technology	2,0	VO	3,0	WS						Englisch



Lehrveranstaltung	SSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
Introduction to Brain-Computer Interfacing	1,0	VO	1,5	WS	1,5					Englisch
Biomedical Sensor Systems, Laboratory	2,0	LU	3,0	SS	3,0			3,0		Englisch
Biomedical Instrumentation Project	1,0	SP	6,0	J						Englisch
EMC of Electronic Systems	2,0	VO	3,0	WS			3,0		empfohlen für Major und Minor 3	Englisch
EMC of Electronic Systems, Laboratory	1,0	LU	2,0	WS			2,0		empfohlen für Major und Minor 3	Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>15,5</b>	<b>0,0</b>	<b>5,0</b>	<b>9,0</b>		
<b>Instrumentation Specialization</b>										
Nachrichtentechnik	3,0	VO	4,5	SS						Deutsch
Nachrichtentechnik	2,0	UE	3,0	SS						Deutsch
Grundlagen der Hochfrequenztechnik	2,0	VO	3,0	WS						Deutsch
Grundlagen der Hochfrequenztechnik	1,0	UE	2,0	WS						Deutsch
Energietechnik für biomedizinische TechnikerInnen	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch
Microcontroller	1,5	VO	2,0	WS			2,0			Deutsch
Microcontroller	2,0	UE	2,0	WS			2,0			Deutsch
Practical Analog Circuit Design	2,0	UE	3,0	SS			3,0		empfohlen für Major	Englisch
Practical Analog Circuit Design, Laboratory	1,0	LU	1,5	SS					empfohlen für Major und Minor2	Englisch
Circuit Simulation	1,0	VO	1,5	SS	1,5				empfohlen für Minor 3	Englisch
Circuit Simulation	2,0	UE	3,0	SS	3,0				empfohlen für Minor 3	Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>4,5</b>	<b>0,0</b>	<b>7,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>General Skills</b>										
Development and Design of biomedical Devices	2,0	VO	3,0	WS			3,0			Englisch
Predictive Healthcare Information Systems	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Medizinprodukterecht	2,0	VO	3,0	SS					empfohlen für Major, Minor 1 und Minor 3	Deutsch
Encyclopedia Business Economics	3,0	VO	4,5	SS						Englisch
Encyclopedia Business Economics	2,0	UE	3,0	SS						Englisch
Biostatistics and Experimental Design	2,0	VU	3,0	WS					empfohlen für Minor 1	Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Gesamtsumme des Pflichtteils</b>										
					<b>41,5</b>	<b>15,5</b>	<b>15,0</b>	<b>16,5</b>		

Der technische Wahlfachkatalog **c3 – Biomedical Imaging and Sensing** umfasst:

- das Hauptfach (Major): **Biomedical Imaging and Sensing**
- das Nebenfach (Minor 1): **Optical Microscopy**
- das Nebenfach (Minor 2): **Biomedical Imaging**.

<b>Wahlfachkatalog: c3 - Biomedical Imaging and Sensing</b>											
Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache	
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3			
<b>Voraussetzungen aus dem Bachelorstudium Biomedical Engineering</b>											
Computergrafik 1	1,5	VU	2,5	WS					verpflichtend für Major und Minor 1, wenn nicht im Bachelor absolviert	Englisch	
Computer Vision 1	1,5	VU	2,0	WS					verpflichtend für Major und Minor 1, wenn nicht im Bachelor absolviert	Englisch	
<b>General Skills</b>											
Encyclopedia Business Economics	3,0	VO	4,5	SS						Englisch	
Encyclopedia Business Economics	2,0	UE	3,0	SS						Englisch	
Medizinprodukterecht	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch	
Pathologie	2,0	VO	3,0	WS		3,0	3,0			Deutsch	
<b>Zwischensumme</b>					0,0	3,0	3,0	0,0			
<b>Foundations</b>											
Biological Control, Modeling and Simulation	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Englisch	
Biological Control, Modeling and Simulation	2,0	UE	3,0	SS						Englisch	
Inverse Problems in Medical Imaging	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Englisch	
Inverse Problems in Medical Imaging	2,0	UE	2,0	SS	2,0					Englisch	
Optimization for Computer Science	2,0	VO	3,0	WS						Englisch	
Optimization for Computer Science	1,0	UE	2,0	WS						Englisch	
<b>Zwischensumme</b>					8,0	0,0	0,0	0,0			
<b>Imaging und Sensing Methods</b>											
Magnetic Resonance in Medicine and Biology	2,0	VO	3,0	WS	3,0		3,0			Englisch	
Selected Chapters in Bioimaging	2,0	VU	3,0	WS	3,0		3,0			Englisch	
Imaging Laboratory	2,0	LU	3,0	SS	3,0					Englisch	
Biooptics	1,0	VO	1,5	WS	1,5	1,5				Englisch	
Biooptics	1,0	UE	1,5	WS		1,5				Englisch	
Microscopy	2,0	VO	3,0	WS		3,0				Englisch	
Microscopy (Lab Course)	1,0	LU	1,5	J		1,5				Englisch	
Electron Microscopy Imaging	1,0	VO	1,5	WS		1,5				Englisch	
Chemical Analytics and Sensors	3,0	VO	4,5	SS	4,5					Englisch	
Biomedical Sensor Systems, Laboratory	2,0	LU	3,0	SS						Englisch	
Biomedical Sensor Systems 2	1,5	VU	2,0	SS						Englisch	
Molecular Diagnostics	2,0	VO	3,0	SS						Englisch	
Molecular Diagnostics	2,0	LU	2,0	SS						Englisch	
Methods of Functional Brain Research	2,0	VO	3,0	SS			3,0			Englisch	
<b>Zwischensumme</b>					15,0	9,0	9,0	0,0			
<b>Signal and Data Processing, Analysis and Management</b>											
Biostatistics and Experimental Design	2,0	VU	3,0	WS	3,0					Englisch	
Biosignal Processing	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch	
Biosignal Processing	2,0	UE	3,0	WS	3,0					Englisch	

Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
Nonlinear Signal Processing	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Nonlinear Signal Processing	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Nonlinear Signal Processing	1,0	UE	2,0	SS						Englisch
Medical Informatics	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Machine Learning	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Non-Invasive Brain-Computer Interfaces	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Non-Invasive Brain-Computer Interfaces	2,0	KU	3,0	SS						Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>12,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Image Processing and Visualization</b>										
Computergrafik 2	1,5	VU	2,5	SS						Deutsch
Computer Vision 2	1,5	VU	2,5	SS						Englisch
Image Processing and Pattern Recognition	2,0	VO	3,0	WS	3,0	3,0				Englisch
Image Processing and Pattern Recognition	1,0	KU	2,0	WS	2,0	2,0				Englisch
Medical Image Analysis	2,0	VO	3,0	SS			3,0			Englisch
Medical Image Analysis	1,0	KU	2,0	SS			2,0			Englisch
Biomedical Visualization	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>8,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Gesamtsumme des Pflichtteils</b>					<b>43,0</b>	<b>17,0</b>	<b>17,0</b>	<b>0,0</b>		

Der technische Wahlfachkatalog **c4 – Computational Neuroscience** umfasst:

- das Hauptfach (Major): **Computational Neuroscience**
- das Nebenfach (Minor 1): **Brain-Computer Interfacing**, sowie
- das Nebenfach (Minor 2): **Neural Engineering**.

<b>Wahlfachkatalog: c4 – Computational Neuroscience</b>										
Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
<b>Voraussetzungen aus dem Bachelorstudium Biomedical Engineering</b>										
Computational Intelligence	2,0	VO	3,0	SS					verpflichtend für Major, Minor 1 und Minor 2, wenn nicht im Bachelor absolviert	Englisch
Computational Intelligence	1,0	UE	1,5	SS					verpflichtend für Major, Minor 1 und Minor 2, wenn nicht im Bachelor absolviert	Englisch
<b>Foundations</b>										
Information Processing in Humans	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Neurophysiology & Information Processing in Human	1,0	LU	1,0	WS	1,0					Englisch
Cognitive Neuroscience	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Methods of Functional Brain Research	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Englisch
Biosignal Processing	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Biosignal Processing	2,0	UE	3,0	WS	3,0					Englisch
Nonlinear Signal Processing	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Nonlinear Signal Processing	1,0	UE	2,0	SS						Englisch
Biostatistics and Experimental Design	2,0	VU	3,0	WS						Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>13,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Brain-Computer Interfaces</b>										
Introduction to Brain-Computer Interfacing	1,0	VO	1,5	WS						Englisch

Lehrveranstaltung	SSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
Non-Invasive Brain-Computer Interfaces	2,0	VO	3,0	SS	3,0	3,0				Englisch
Non-Invasive Brain-Computer Interfaces	2,0	KU	3,0	SS	3,0	3,0				Englisch
Non-invasive Brain-Computer Interfaces 2	2,0	KU	3,0	WS		3,0				Englisch
Neurocomputing, Seminar	2,0	SE	3,5	SS						Englisch
Neuroimaging with EEG, fNIRS and fMRI	1,0	SE	2,0	WS	2,0	2,0				Englisch
Imaging Laboratory	2,0	LU	3,0	SS						Englisch
Inverse Problems in Medical Imaging	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Englisch
Inverse Problems in Medical Imaging	2,0	UE	2,0	SS						Englisch
Machine Learning	2,0	VO	3,0	WS	3,0	3,0				Englisch
Machine Learning	1,0	KU	2,0	WS	2,0	2,0				Englisch
Principles of Brain-Computation	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Englisch
Principles of Brain-Computation	1,0	KU	2,0	SS	2,0					Englisch
Computational Intelligence Seminar A	2,0	SE	3,5	WS						Englisch
Computational Intelligence Seminar B	2,0	SE	3,5	SS						Englisch
Neural Networks	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Neural Networks	1,0	KU	2,0	WS						Englisch
Network Science	3,0	VU	5,0	WS						Englisch
Seminar/Project Machine Learning & Neuroinformatics / Brain-Computer Interfacing	1,0	SP	6,0	J	6,0					Englisch
<b>Zwischensumme</b>	<b>34,0</b>		<b>61,5</b>		<b>27,0</b>	<b>16,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Neural Engineering</b>										
Selected Topics Neural Engineering	2,0	SE	3,0	SS			3,0			Englisch
Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	WS			3,0			Englisch
Interdisciplinary Teamtaught Lecture Series: Trends in Neurorehabilitation	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Rehabilitation Engineering	2,0	VO	3,0	WS			3,0			Englisch
Neuroprosthetics	2,0	VO	3,0	WS			3,0			Englisch
Neuroprosthetics	1,0	LU	2,0	SS						Englisch
Biological Control, Modeling and Simulation	2,0	VO	3,0	SS			3,0			Englisch
Biological Control, Modeling and Simulation	2,0	UE	3,0	SS						Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>15,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Gesamtsumme des Pflichtteils</b>					<b>40,0</b>	<b>16,0</b>	<b>15,0</b>	<b>0,0</b>		

Der technische Wahlfachkatalog **c5 – Health Care Engineering** umfasst:

- das Hauptfach (Major): **Biomedical Device Design & Safety**,
- das Nebenfach (Minor 1): **Clinical Engineering**, sowie
- das Nebenfach (Minor 2): **Cellular Electrophysiology and Sensors**.

<b>Wahlfachkatalog: c5 – Health Care Engineering</b>										
Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
<b>Voraussetzungen aus dem Bachelorstudium Biomedical Engineering</b>										
Krankenhaustechnik	2,0	VO	3,0	SS					verpflichtend für Minor 1, wenn nicht im Bachelor absolviert	Deutsch
<b>Biomedical Device Design &amp; Safety</b>										
Medizinische Gerätetechnik	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Deutsch
Medizingerätesicherheit, Labor	2,0	LU	3,0	SS	3,0					Deutsch
Grundlagen des Qualitätsmanagements in der Medizin	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Deutsch
Medizinprodukterecht	2,0	VO	3,0	SS	3,0					Deutsch
Biomedical Sensor Systems 2	1,5	VU	2,0	SS	2,0					Englisch
Practical Analog Circuit Design	2,0	UE	3,0	SS	3,0					Englisch
Practical Analog Circuit Design, Laboratory	1,0	LU	1,5	SS	1,5					Englisch
EMC of Electronic Systems	2,0	VO	3,0	WS	3,0					Englisch
Grundlagen elektrischer Antriebe	1,5	VO	2,0	WS	2,0					Deutsch
Control of Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	SS	3,0					Englisch
Development of Electronic Systems	4,0	VO	6,0	WS	6,0					Englisch
MB-Grundausbildung HCE 1	3,0	VU	4,0	WS	4,0					Deutsch
CAD	2,0	KU	3,0	SS	3,0				empfohlen VU "MB-Grundausbildung HCE 1"	Deutsch
CAE	2,0	VU	2,0	WS					empfohlen für Major	Deutsch
Grundlagen des Qualitätsmanagements in der Medizin	1,0	UE	1,5	WS						Deutsch
Medizinische Gerätetechnik	2,0	LU	3,0	SS						Deutsch
EMC of Electronic Systems, Laboratory	1,0	LU	2,0	WS					empfohlen für Major	Englisch
Grundlagen der Hochfrequenztechnik	2,0	VO	3,0	WS						Deutsch
Grundlagen der Hochfrequenztechnik	1,0	UE	2,0	WS						Deutsch
Energietechnik für biomedizinische TechnikerInnen	2,0	VO	3,0	SS						Deutsch
Microcontroller	1,5	VO	2,0	WS					empfohlen für Major	Englisch
<b>Zwischensumme</b>					<b>39,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		
<b>Clinical Engineering</b>										
GL der Hygiene und Mikrobiologie	2,0	VO	3,0	WS		3,0				Deutsch
Predictive Healthcare Information Systems	2,0	VO	3,0	WS		3,0				Englisch
Krankenhaustechnik, Labor	2,0	LU	3,0	WS		3,0				Deutsch
Gesundheitssysteme und ökonomische Aspekte	2,0	VO	3,0	SS		3,0				Deutsch
Krankenhaus- und Projektmanagement	2,0	VO	3,0	WS		3,0				Deutsch
Rehabilitation Engineering	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Health Care Engineering, Projekt	2,0	PT	3,0	SS						Englisch
Medical Laser Technology	2,0	VO	3,0	WS						Englisch
Strahlenschutz in der Medizin	2,0	VO	3,0	SS					empfohlen für Minor 1	Deutsch
<b>Zwischensumme</b>					<b>0,0</b>	<b>15,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		

Lehrveranstaltung	SSt	LV Typ	ECTS	Semester	Pflichtanteil				Anmerkung / Empfehlung	Sprache
					Major	Minor 1	Minor 2	Minor 3		
<b>Cellular Electrophysiology and Sensors</b>										
Cellular Electrophysiology and Models	2,0	VO	3,0	WS			3,0			Englisch
Cellular Electrophysiology and Models, Laboratory	1,0	LU	1,5	SS			1,5		empfohlen VO "Cellular Electrophysiology and Models"	Englisch
Biomedical Sensor Systems, Laboratory	2,0	LU	3,0	SS			3,0			Englisch
Basics of Microelectronics	2,0	VO	3,0	WS			3,0			Englisch
Chemical Analytics and Sensors	3,0	VO	4,5	SS			4,5			Englisch
Sensor Networks	2,0	VU	3,0	SS						Englisch
Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	WS						Englisch
Biosignal Processing	2,0	VO	3,0	WS					empfohlen für Minor 2	Englisch
Molecular Diagnostics	2,0	VO	3,0	SS						Englisch
Molecular Diagnostics	2,0	LU	2,0	SS						Englisch
SC Computational Bioengineering	2,0	SE	3,0	SS						Englisch
Zwischensumme					0,0	0,0	15,0	0,0		
<b>Gesamtsumme des Pflichtteils</b>					<b>39,5</b>	<b>15,0</b>	<b>15,0</b>	<b>0,0</b>		

Der nicht-technische Wahlfachkatalog **b1 – Business, Law, Management and Soft Skills** ist als Nebenfach (Minor) konzipiert.

<b>Wahlfachkatalog: b1 - Business, Law, Management and Soft Skills</b>						
Lehrveranstaltung	SSt.	LV Typ	ECTS	Semester	Pflicht	Sprache
Encyclopedia Business Economics	3,0	VO	4,5	SS	4,5	Englisch
Encyclopedia Business Economics	2,0	UE	3,0	SS	3,0	Englisch
Financial Management	2,0	VO	3,0	SS	3,0	Englisch
Management Control Systems	3,0	VO	4,5	WS	4,5	Englisch
Rhetoric und Presentation	2,0	SE	2,0	WS		Englisch
Purchasing and Supply Management	3,0	VO	4,5	WS		Englisch
Marketing Management	3,0	SE	3,0	SS		Englisch
Research Design in Management Science	2,0	SE	2,0	WS		Englisch
Buchhaltung und Bilanzierung	1,0	VO	1,0	WS		Deutsch
Buchhaltung und Bilanzierung	1,0	UE	1,5	WS		Deutsch
Kosten- und Erfolgsrechnung	1,0	VO	1,5	WS		Deutsch
Kosten- und Erfolgsrechnung	2,0	UE	2,0	WS		Deutsch
Bürgerliches Recht und Unternehmensrecht	2,0	VO	3,0	WS		Deutsch
Arbeitsrecht	2,0	VO	3,0	WS		Deutsch
Patentrecht	2,0	VO	3,0	WS		Deutsch
Steuerrecht	2,0	VO	3,0	WS		Deutsch
Marketing Intelligence	1,0	SE	1,0	SS		Deutsch
Betriebssoziologie	2,0	VO	3,0	WS		Deutsch
AK Controlling	4,0	SE	4,0	WS		Deutsch
<b>Gesamtsumme des Pflichtteils</b>					<b>15,0</b>	

Als Ergänzung zu den in § 5a aufgelisteten Wahlveranstaltungen können auch Lehrveranstaltungen mit den Titeln „Selected Topics in [Katalogname: zzgl. Untertitel]“ den entsprechenden Wahlfachkatalogen zugeordnet werden. Diese Lehrveranstaltungen werden mit charakteristischen Untertiteln im Ausmaß von 1-3 SSt. VO und/oder 1-2 SSt.

UE angeboten. Dabei sind Lehrveranstaltungen mit verschiedenen Untertiteln als unterschiedliche Lehrveranstaltungen zu werten.

„**Ersatzlehrveranstaltungen**“: Für die genannten Kombinationen Major und Minor sind Pflichtlehrveranstaltungen im Minor entsprechend der Tabelle zu ersetzen.

Major	Minor	Zu ersetzende Pflichtlehrveranstaltung in Minor	Ersatzlehrveranstaltung
(1) <b>Biomechanics: Modeling and Simulation</b>	Biomedical Imaging	Medical Image Analysis VO	Microscopy VO
(2) <b>Biomedical Instrumentation and Sensors</b>	Neural Engineering	Medical Instrumentation VU Rehabilitation Engineering VO	Interdisciplinary Teamtaught Lecture Series: Trends in Neurorehabilitation VO Neuroprosthetics LU
(3) <b>Biomedical Instrumentation and Sensors</b>	Cellular Electrophysiology and Sensors	Chemical Analytics and Sensors VO Biomedical Sensor Systems Laboratory LU	Sensor Networks VU Medical Laser Technology VO EMC of Electronic Systems Laboratory LU
(4) <b>Biomedical Imaging and Sensing</b>	Biomolecular Analytics	Chemical Analytics and Sensors VO	Biomaterials VO Biomedical Sensor Systems 2 VU
(5) <b>Biomedical Imaging and Sensing</b>	Bioinstrumentation	Chemical Analytics and Sensors VO	Molecular Diagnostics VO Biomedical Sensor Systems 2 VU
(6) <b>Biomedical Imaging and Sensing</b>	Neural Engineering	Biological Control, Modeling and Simulation VO	Biological Control, Modeling and Simulation UE
(7) <b>Biomedical Imaging and Sensing</b>	Cellular Electrophysiology and Sensors	Chemical Analytics and Sensors VO	Microscopy VO*) Microscopy LU*)
(8) <b>Computational Neuroscience</b>	Biomedical Imaging	Methods of Functional Brain Research VO	Biooptics VO Biooptics UE
(9) <b>Biomedical Device Design and Safety</b>	Medical Electronics	EMC of Electronic Systems VO Practical Analog Circuit Design UE	Medical Instrumentation VU Rehabilitation Engineering VO
(10) <b>Biomedical Device Design and Safety</b>	Bioinstrumentation	Control of Medical Instrumentation VU	Medical Laser Technology VO

\*) Anmerkung: Diese LVen sind nicht aus dem Katalog c5 des Minors sondern aus dem Katalog c3 des Majors zu beziehen.

## § 5b Freifach

Die im Rahmen des Freifaches zu absolvierenden Lehrveranstaltungen dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden. Diese können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten, sowie Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen gewählt werden. Eine Empfehlung diesbezüglich ist dem Teil 3 des Anhangs zu entnehmen.

Des Weiteren wird empfohlen, die frei zu wählenden Lehrveranstaltungen über die gesamte Studiendauer zu verteilen.

Ist einer Lehrveranstaltung in allen Curricula, denen sie als Pflicht- oder Wahllehrveranstaltungen zugeordnet ist, die gleiche Anzahl an ECTS-Anrechnungspunkten zugeordnet, so wird der Lehrveranstaltung im Freifach ebenfalls diese Anzahl zugeordnet. Besitzt eine Lehrveranstaltung verschiedene Zuordnungen, so wird sie im Freifach mit dem Minimum der zugeordneten ECTS-Anrechnungspunkte bemessen.

Lehrveranstaltungen, die weder als Pflicht- noch als Wahllehrveranstaltung vorgesehen sind, wird 1 ECTS-Anrechnungspunkt pro Semesterstunde (SSt) zugeordnet. Sind solche Lehrveranstaltungen jedoch vom Typ Vorlesung (VO), so werden ihnen 1,5 ECTS-Anrechnungspunkte pro SSt zugeordnet.

## § 6 Zulassungsbedingungen zu Prüfungen

Es sind keine Bedingungen zur Zulassung zu Prüfungen festgelegt.

Im Sinne eines zügigen Studienfortschrittes sollte bei allen Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter das Nachreichen, Ergänzen oder Wiederholen von Teilleistungen bis spätestens zwei Wochen nach Beginn des auf die Lehrveranstaltung folgenden Semesters ermöglicht werden.

### § 6a Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an, als Plätze verfügbar sind, sind parallele Lehrveranstaltungen vorzusehen.
- (2) Können nicht im ausreichenden Maß parallele Lehrveranstaltungen (Gruppen) angeboten werden, sind Studierende nach folgender Prioritätsordnung in die Lehrveranstaltung aufzunehmen:
  - a) Studierende, für die die Lehrveranstaltung im Curriculum verpflichtend vorgeschrieben ist, besitzen Priorität.
  - b) Weitere Studierende werden nach der Summe der im betreffenden Studium positiv absolvierten Lehrveranstaltungen gereiht (Gesamt ECTS-Anrechnungspunkte).
  - c) Studierende, die die Teilnahmevoraussetzung früher erfüllt haben, werden nach Datum gereiht bevorzugt.
  - d) Studierende, welche bereits einmal zurückgestellt wurden oder die Lehrveranstaltung wiederholen müssen, sind bei der nächsten Abhaltung der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.
  - e) Die weitere Reihung erfolgt nach der Note der Prüfung - bzw. dem Notendurchschnitt der Prüfungen (gewichtet nach ECTS-Anrechnungspunkten) - über die Lehrveranstaltung(en), die als Teilnahmevoraussetzung festgelegt sind.
  - f) Studierende, für die die Lehrveranstaltung zur Erfüllung des Curriculums nicht notwendig ist, werden lediglich nach Maßgabe freier Plätze berücksichtigt; die Aufnahme in eine Ersatzliste ist möglich. Es gelten dafür sinngemäß die obigen Bestimmungen.
- (3) An Studierende, die im Rahmen von Mobilitätsprogrammen einen Teil ihres Studiums an der TU Graz absolvieren, werden vorrangig bis zu 10% der vorhandenen Plätze vergeben.

## § 7 Prüfungsordnung

Lehrveranstaltungen werden einzeln beurteilt.

1. Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen (VO) abgehalten werden, hat die Prüfung in einem Prüfungsvorgang über den gesamten Inhalt der Lehrveranstaltung zu erfolgen.
2. Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU), Übungen (UE), Konstruktionsübungen (KU), Laborübungen (LU), Projekten (PT) und Seminaren (SE), Seminar/Projekten (SP) und Exkursionen (EX) abgehalten werden, erfolgt die Beurteilung laufend auf Grund von Beiträgen, die von den Studierenden geleistet werden, und/oder durch begleitende Tests. Jedenfalls hat die Beurteilung aus mindestens zwei Prüfungsvorgängen zu bestehen.



3. Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4) und der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Besonders ausgewiesene Lehrveranstaltungen und Lehrveranstaltungen vom Typ Exkursion werden mit „mit Erfolg teilgenommen“ bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ beurteilt.
4. Besteht ein Fach aus mehreren Prüfungsleistungen, die Lehrveranstaltungen entsprechen, so ist die Fachnote zu ermitteln, indem
  - a) die Note jeder dem Fach zugehörigen Prüfungsleistung mit den ECTS-Anrechnungspunkten der entsprechenden Lehrveranstaltung multipliziert wird,
  - b) die gemäß lit. a errechneten Werte addiert werden,
  - c) das Ergebnis der Addition durch die Summe der ECTS-Anrechnungspunkte der Lehrveranstaltungen dividiert wird und
  - d) das Ergebnis der Division erforderlichenfalls auf eine ganzzahlige Note gerundet wird. Dabei ist bei Nachkommawerten, die größer als 0,5 sind, aufzurunden, sonst abzurunden.

Die Lehrveranstaltungstypen sind in Teil 4 des Anhangs festgelegt.

Ergänzend zu den Lehrveranstaltungstypen werden folgende maximale Gruppengrößen festgelegt:

1. Für Übungen (UE), Übungsanteile von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) sowie für Konstruktionsübungen (KU) ist die maximale Gruppengröße 30.
2. Für Seminare (SE) und Exkursionen (EX) ist die maximale Gruppengröße 15.
3. Für Laborübungen (LU) ist die maximale Gruppengröße 6.
4. Für Projekte (PT) und Seminar/Projekte (SP) ist die maximale Gruppengröße 8. Alternativ kann das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ das Seminar/Projekt auch in Einzelbetreuung beauftragen.

Die Aufteilung der Vorlesungs- und Übungsinhalte bei Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) wird mit 2/3 der Semesterstunden (SSt) zum Vorlesungsteil und 1/3 der SSt zum Übungsteil vorgenommen.

## **§ 7a Abschließende kommissionelle Prüfung**

Die Zulassungsvoraussetzung zur kommissionellen Masterprüfung ist der Nachweis der positiven Beurteilung aller Prüfungsleistungen gemäß § 4 und § 5 sowie die positiv beurteilte Masterarbeit.

Die abschließende kommissionelle Prüfung findet vor einem aus drei Personen bestehenden Prüfungssenat statt, welcher durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ auf Vorschlag der oder des Studierenden benannt wird. Dem Prüfungssenat hat jedenfalls die Betreuerin oder der Betreuer der Masterarbeit anzugehören. Bei deren oder dessen Verhinderung kann diese oder dieser einen Ersatz vorschlagen.

Die oder der Studierende hat im Zuge der kommissionellen Masterprüfung die ordnungsgemäß verfasste Masterarbeit zu präsentieren und in einem darauf folgenden Prüfungsgespräch gegenüber den Mitgliedern der Prüfungssenats fachlich zu verteidigen. Die Gesamtzeit der abschließenden kommissionellen Prüfung hat eine Stunde nicht zu überschreiten.

## § 7b Abschlusszeugnis

Das Abschlusszeugnis über das Masterstudium enthält

- a) das Hauptfach gemäß § 5 und dessen Beurteilung,
- b) das Nebenfach inkl. Wahllehrveranstaltungen gemäß § 5 und dessen Beurteilung,
- c) Titel und Beurteilung der Masterarbeit,
- d) die Beurteilung der abschließenden kommissionellen Prüfung,
- e) den Gesamtumfang in ECTS-Anrechnungspunkten der positiv absolvierten frei wählenden Lehrveranstaltungen des Freifaches gemäß § 5b, sowie
- f) die Gesamtbeurteilung.

## § 8 Übergangsbestimmungen

Ordentliche Studierende, die ihr Studium Biomedical Engineering vor dem 01.10.2016 begonnen haben, sind berechtigt, ihr Studium nach dem bisher gültigen Curriculum in der am 02.05.2011 im Mitteilungsblatt der TU Graz veröffentlichten Fassung bis zum 30.09.2019 fortzusetzen und abzuschließen. Wird das Studium nicht fristgerecht abgeschlossen, ist die oder der Studierende für das weitere Studium diesem Curriculum unterstellt. Im Übrigen sind die Studierenden berechtigt, sich jederzeit freiwillig innerhalb der Zulassungsfristen dem neuen Curriculum zu unterstellen. Eine diesbezügliche schriftliche unwiderrufliche Erklärung ist an das Studienservice zu richten.

Alle Lehrveranstaltungen, die zu einem Zeitpunkt absolviert wurden, zu dem sie in einer früheren Version des Curriculums des Bachelor- oder Masterstudiums Biomedical Engineering enthalten waren und nicht bereits dem Bachelorstudium Biomedical Engineering zugeordnet wurden, können für das gegenständliche Curriculum angerechnet werden. In diesem Fall kommt es zu einer individuellen Fachzusammenstellung (individueller Major und/oder Minor), wobei das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ über den Vorschlag der oder des Studierenden entscheidet und ein Name für dieses Fach (individueller Major/Minor) definiert wird. Bei einer Abweichung von weniger als 10 ECTS-Anrechnungspunkten von einem in § 5a enthaltenen Wahlfachkatalog kann der Name gleich lauten. Alle für eine individuelle Fachzusammenstellung gewählten Lehrveranstaltungen müssen absolviert werden.

## § 9 Inkrafttreten

Dieses Curriculum 2016 in der Version 2018 tritt mit dem 1. Oktober 2018 in Kraft.

Versionen des Curriculums:

Curriculum	Version	TU-GRAZonline Abkürzung	Veröffentlicht im Mitteilungsblatt TU Graz
2016	2016	16W	Mitteilungsblatt vom 03.08.2016, 21. Stück
2016	2018	18W	

# Anhang zum Curriculum des Masterstudiums Biomedical Engineering

## Teil 1 des Anhangs:

### Beschreibung der in § 5a gelisteten Wahlfächer

#### **Technisches Wahlfach: c1 – Biomechanics**

In der Vertiefungsrichtung „Biomechanical Engineering“ werden das Hauptfach „Biomechanics: Modeling and Simulation“ und ein Nebenfach, nämlich „Biomaterials“, angeboten. Studierende dieser Vertiefungsrichtung erhalten einen breiten Überblick dieses wichtigen, rasch wachsenden Gebietes „Bioengineering“. Eine breite Auswahl von Themen wird angeboten; das Spektrum umfasst materialtheoretische Grundlagen, biomechanische Modellierung und Simulation und numerische Methoden mit dem Schwerpunkt, Phänomene von Biomaterialien auf Nano-, Mikro- oder Makroebene experimentell, theoretisch und numerisch zu analysieren. Diese Vorgehensweise ermöglicht den Studierenden ein gründliches Verständnis der Biomechanik, welches nicht durch qualitative Studien alleine erreicht werden kann. Studierende sind damit bestens für die fachspezifische Industrie aber auch für Forschung und Entwicklung gerüstet.

#### **Hauptfach: *Biomechanics – Modeling and Simulation***

**Inhalte:** Das Hauptfach vermittelt Grundlagen, die für eine biomechanische Modellierung und Simulation von der Proteinebene bis zum Organ auf der Basis von experimentellen Daten notwendig sind. Insbesondere werden dabei die Mechanik von Proteinen und Zellen, biologischen und biobasierten Materialien, gesunden und erkrankten biologischen Gewebe und Tissue Engineering behandelt. Ein Schwerpunkt liegt dabei in der Auseinandersetzung mit der Finite-Elemente-Methode (FEM), die sich als universelle Anwendungsmethode des Ingenieurs zur Berechnung von komplexen Materialien, Strukturen und Prozessen erwiesen haben – die Anwendung wird in der Lehrveranstaltung Computational Biomechanics vermittelt.

**Lernziele:** Studierende sind nach Absolvierung des Hauptfaches in der Lage, Spannungen und Verformungen in Biomaterialien und Strukturen (Zelle, Arterie, Implantat, etc.) sowie biomechanische Prozesse auf der Grundlage einer Modellbildung am Computer zu simulieren. Die erworbenen Kenntnisse können sowohl im Maschinenbau als auch im Bauingenieurwesen eingesetzt werden. Studierende bekommen auch Einblick in die künstliche Herstellung von biologischen Geweben, die krankes Gewebe von Patienten ersetzen oder regenerieren.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering, Mechatronik-Medizintechnik oder vergleichbare Studiengänge.

#### **Nebenfach: *Biomaterials***

**Inhalte:** Dieses Nebenfach beschäftigt sich vorwiegend mit biologischen (und biobasierten) Materialien, insbesondere mit Zellen, biologischen und künstlich hergestellten Geweben sowie mit Mikrospektroskopietechniken, die zur Identifizierung der Struktur dieser Materialien eingesetzt werden können. Darüberhinaus sollen die Grundlagen der Finite-Element-Methoden vertieft werden.

**Lernziele:** Studierende haben nach Absolvierung dieses Nebenfaches Kenntnisse erlangt, die es ermöglichen, Struktur und Funktion von Biomaterialien, insbesondere von biologischen und künstlich hergestellten Geweben zu verstehen und zu analysieren. Dies wird durch mikroskopische, mathematische und numerische Methoden ermöglicht.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering, Mechatronik-Medizintechnik oder vergleichbare Studiengänge.

### **Technisches Wahlfach: c2 – Biomedical Instrumentation and Sensors**

Die Vertiefungsrichtung *Biomedical Instrumentation and Sensors* setzt sich aus dem Hauptfach Biomedical Instrumentation and Sensors sowie den Nebenfächern Biomolecular Analytics, Medical Electronics und Bioinstrumentation zusammen. Die Studierenden erhalten umfangreiche Fähigkeiten, um die biophysikalischen und -chemischen Wirkungsmechanismen von Sensoren und Transducern, deren Wechselwirkung mit dem physiologischen System und der Umgebung sowie die Grundlagen der für die Signalaufbereitung nötigen Hardware und der hardwarenahen Signalverarbeitung zu verstehen und für die Entwicklung von Mess-, Analyse- und Diagnosesystemen einzusetzen. Sie haben das Können erworben, komplexe Probleme, die an der Schnittstelle zwischen Biosystem bzw. Analyt und technischem System auftreten, zu lösen und Systeme für optimalen diagnostischen Informationsgewinn zu entwickeln.

#### **Hauptfach:** *Biomedical Instrumentation and Sensors*

**Inhalte:** Das Fach vermittelt vertiefte Kenntnisse aus den Bereichen der hardwarenahen Aspekte biomedizinischer Mess- und Diagnoseinstrumente, insbesondere der medizinischen Elektronik, der Biosignalverarbeitung, der biomedizinischen Sensortechnologien, der nanotechnologischen Ansätze für Biosensorik sowie der biomedizinischen Analytik.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Fachs sind Studierende in der Lage, Lösungen für die Entwicklung von Hardware und hardwarenahen Komponenten in biomedizinischen Sensor-, Mess-, Laboranalyse- und Diagnosesystemen selbständig zu erarbeiten und in die praktische Realisierung zu führen.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** keine formalen Voraussetzungen, Grundkenntnisse in Elektronik und biomedizinischer Gerätetechnik sind von Vorteil.

#### **Nebenfach:** *Medical Electronics*

**Inhalte:** Das Nebenfach ermöglicht eine Spezialisierung in Richtung analoger Hardwareentwicklung und vermittelt weiterführende Kenntnisse aus Elektronik und Microcontroller-Programmierung. Dieses Nebenfach ist zur Vertiefung des Hauptfaches Biomedical Instrumentation and Sensors gedacht.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Nebenfachs sind Studierende in der Lage, elektronische Baugruppen für biomedizinische Anwendungen zu designen, zu optimieren und einer wirtschaftlichen Fertigung zuzuführen.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** keine formalen Voraussetzungen, Grundkenntnisse in Elektronik und biomedizinischer Gerätetechnik sind von Vorteil.

**Nebenfach:** *Biomolecular Analytics*

**Inhalte:** Das Nebenfach ist als Gegenfach zu Hauptfächern aus anderen Vertiefungsrichtungen des Masterstudiums Biomedical Engineering gedacht und kann nicht in Kombination mit dem Hauptfach Biomedical Instrumentation and Sensors studiert werden. Es ermöglicht eine Verbreiterung der Kenntnisse in Richtung der Instrumentellen Analytik, der molekularen Diagnostik und der nanotechnologischen Grundlagen biomedizinischer Sensorsysteme.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Nebenfachs sind Studierende in der Lage, Sensor- und Analysensysteme zu verstehen, die auf molekularen Mechanismen beruhen. Sie sind dazu befähigt, diese Kenntnisse bei der Lösung komplexer Aufgaben einzusetzen, die stark fächerübergreifendes Denken erfordern.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** keine formalen Voraussetzungen, Grundkenntnisse in Elektronik und biomedizinischer Gerätetechnik sind von Vorteil.

**Nebenfach:** *Bioinstrumentation*

**Inhalte:** Das Nebenfach ist als Gegenfach zu Hauptfächern aus anderen Vertiefungsrichtungen des Masterstudiums Biomedical Engineering gedacht und kann nicht in Kombination mit dem Hauptfach Biomedical Instrumentation and Sensors studiert werden. Es ermöglicht eine Verbreiterung der Kenntnisse in einigen besonders wichtigen Kapiteln der biomedizinischen Instrumentierung. Im Gegensatz zu den beiden anderen Nebenfächern der Vertiefungsrichtung, die auf jeweils einen bestimmten Aspekt fokussiert sind, zielt es auf die Vermittlung eines breiten Überblicks über biomedizinische Instrumentierung ab.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Nebenfachs sind Studierende in der Lage, medizintechnische Hardwarekonzepte zu verstehen. Sie sind dazu befähigt, diese Kenntnisse bei der Lösung komplexer Aufgaben einzusetzen, wie z.B. Systemintegration und Produktdesign.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** keine formalen Voraussetzungen, Grundkenntnisse in Elektronik und biomedizinischer Gerätetechnik sind von Vorteil.

**Technisches Wahlfach: c3 – Biomedical Imaging and Sensing**

Die Vertiefungsrichtung Biomedical Imaging and Sensing hat das Ziel, die Studierenden mit grundlegenden Prinzipien sowie den Geräten und Methoden zur Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Visualisierung biomedizinischer Informationen vertraut zu machen. Dieses Gebiet ist eine wesentliche Säule im diagnostisch therapeutischen Kontinuum und eine Voraussetzung für eine weitere Individualisierung der Medizin. Zwei Nebenfächer erlauben Studierenden aus anderen Hauptfächern, sich in spezifischen Themen von Biomedical Imaging and Sensing einzuarbeiten. Durch die Allgemeingültigkeit der verwendeten Prinzipien und Methoden sowie die breite ingenieurwissenschaftliche Grundlagenausbildung geht der mögliche Tätigkeitsbereich weit über biomedizinische Fragestellungen hinaus.

**Hauptfach:** *Biomedical Imaging and Sensing*

**Inhalte:** Das Hauptfach ist in den Methoden zur Erfassung diagnostischer Daten und der biomedizinischen Bildgebung für morphologische und funktionelle Information gewidmet. Es bietet eine Auswahl moderner Verfahren und behandelt umfassend die allgemein zugrunde liegenden Methoden zur Aufbereitung, Analyse und Quantifizierung biomedizinischer Daten. Im Zusammenhang mit den Bildgebenden Techniken werden die Grundlagen und aktuelle Entwicklungen in der Bildverarbeitung und Visualisierung

behandelt. Für spezifische Fokusbereiche des Feldes, der Kernspinresonanz und der Biooptik werden diagnostische Fragestellungen durchgängig von den methodischen Grundlagen bis zu Analyse behandelt und im Kontext alternativer Verfahren diskutiert. Dabei wird auch auf verschiedene Aspekte für die Bestimmung von Biomarkern in diesen Bereichen eingegangen.

**Lernziele:** Nach Beendigung des Studiums haben die Studierenden das Wissen und die Fähigkeit erworben, Methoden und Systeme für diagnostische Fragestellungen, für das Behandlungsmontoring und die Steuerung von Interventionen zu entwickeln und die erfolgreiche Verwendung dieser Systeme im Gesundheitswesen zu ermöglichen. Weiters sind sie in der Lage, biomedizinische Daten und Bilder zu verarbeiten, quantitativ auszuwerten und zu visualisieren.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering oder vergleichbarer Studiengänge.

**Nebenfach:** *Medical Imaging*

**Inhalte:** Dieses Nebenfach widmet sich den Methoden der medizinischen Bildgebung und der Bearbeitung und Analyse der damit gewonnen Daten. Es ist gedacht für Studierende die Ihr Curriculum entweder in diesem Bereich ergänzen wollen oder medizinische Bilddaten für ihr Hauptfach benötigen.

**Lernziele:** Die Konzepte der medizinischen Bildgebung zu beschreiben, typische technische Lösungen verstehen und darzustellen, die Vor- und Nachteile der Bildgebungsstrategien erklären und Bildverarbeitungsmethoden auswählen und verwenden können.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering oder vergleichbarer Studiengänge

**Nebenfach:** *Biooptics and Microscopy*

**Inhalte:** Dieses Nebenfach widmet sich den Grundlagen und Prinzipien der Biooptik und beschäftigt sich darüber hinaus mit den wesentlichen mikroskopischen Verfahren in der Biomedizin. Weiters wird auch auf die Methoden der Bildverarbeitung eingegangen.

**Lernziele:** Nach Beendigung des Studiums sind die Studierenden in der Lage, die Prinzipien der Biooptik und Mikroskopie zu verstehen, mögliche Anwendungsbereiche der mikroskopischen Verfahren zu definieren und konkrete Vorschläge für ein bestimmtes Problem zu machen. Die Grundlagen und Methoden der Biooptik sollen in einem Maße beherrscht werden, das sie zur Entwicklung und Implementierung von neuartigen Verfahren befähigt.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering oder vergleichbarer Studiengänge.

**Technisches Wahlfach: c4 – Computational Neuroscience**

**Hauptfach:** *Computational Neuroscience*

**Inhalte:** Dieses Fach vermittelt Zugang zu den wichtigsten gegenwärtig bekannten Methoden, um einerseits Brain-Computer Interfaces weiter zu entwickeln und andererseits um Vorgänge im zentralen Nervensystem mit Hilfe von rechnerischen Methoden zu untersuchen. Weiters wird die praktische Erfahrung mit State-of-the-Art Software aus den Bereichen Maschinelles Lernen, Neuronale Netzwerke, Simulation und

Modellierung technischer Systeme sowie Mapping und Imaging gefördert. Aufgrund der Interdisziplinarität der Thematik beinhaltet das Fach Lehrveranstaltungen aus den Bereichen Biomedizinische Technik, Informatik und Neurowissenschaften. Der Schwerpunkt des Fachs liegt in der praktischen Umsetzung der gelernten Inhalte.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Fachs sind Studierende mit den wesentlichen Algorithmen und Techniken sowie der Entwicklung von Brain-Computer Interfaces und deren Anwendungen und der Analyse von Vorgängen im zentralen Nervensystem vertraut. Sie kennen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden und sind in der Lage, praktische und theoretische Probleme selbständig zu lösen und für eine gestellte Aufgabe Gehirnvorgänge zu untersuchen oder ein Brain-Computer Interface zu entwerfen und entsprechend zu erstellen.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** keine formalen Voraussetzungen, Grundkenntnisse in Computational Intelligence, Signalverarbeitung, Programmieren sind von Vorteil.

**Nebenfach:** *Brain-Computer Interfaces*

**Inhalte:** Dieses Nebenfach widmet sich den Grundlagen und Prinzipien im Bereich Brain-Computer Interfaces und beschäftigt sich darüber hinaus mit den wesentlichen Methoden des Machine Learning, funktionellem Gehirnmappings und Neuronalen Netzen.

**Lernziele:** Nach Beendigung des Studium sind die Studierenden in der Lage selbständig ein Brain-Computer Interface aufzusetzen, die Signalverarbeitungskette inklusive Machine Learning zu implementieren und gewonnene Daten auszuwerten. Weiters werden die Prinzipien für funktionelles Gehirnmapping erlernt.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering oder vergleichbarer Studiengänge.

**Nebenfach:** *Neural Engineering*

**Inhalte:** Dieses Nebenfach widmet sich den Grundlagen und Prinzipien im Bereich Rehabilitation und Neurorehabilitation. Weiters werden die Grundlagen für Neuroprothetik vermittelt. Modellierung und Simulationsprinzipien werden vermittelt.

**Lernziele:** Nach Beendigung des Studium sind die Studierenden mit den Prinzipien aus der Rehabilitationstechnik und Neurorehabilitation vertraut. Diese Kenntnisse befähigen die Studierenden neue Methoden zu erstellen und umzusetzen. Weiters werden die Grundlagen und Prinzipien der Neuroprothetik vermittelt, sodass in diesem Bereich neue Methoden entwickelt und modelliert werden können

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines fachspezifischen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering oder vergleichbarer Studiengänge.

**Technisches Wahlfach: c5 – Health Care Engineering**

Die Vertiefungsrichtung *Health Care Engineering* setzt sich aus dem Hauptfach „Biomedical Device Design & Safety“ sowie den beiden Nebenfächern „Clinical Engineering“ und „Cellular Electrophysiology and Sensors“ zusammen. Studierende erhalten umfangreiche Fähigkeiten, biophysikalische, elektrophysiologische und medizinisch-biologische Zusammenhänge zu verstehen und diese für die Entwicklung von biomedizinischen Devices und Point-of-Care Technologien einzusetzen. Sie haben die Fähigkeit erworben, neue biomedizinische Systeme und Geräte zu entwerfen und zu konstruieren, sicherheitstechnische Risiken erkennen, überprüfen und bewerten zu

können sowie Strategien und Verfahren zur Gesundheitsversorgung im Allgemeinen zu entwickeln.

**Hauptfach:** *Biomedical Device Design & Safety*

**Inhalte:** Dieses Fach vermittelt Kenntnisse für die Konzeption, Konstruktion und sicherheitstechnische Bewertung biomedizinischer Module, Geräte und Systeme. Diese inkludieren labordiagnostische Systeme bis hin zu Point-of-Care Technologien für die direkte Anwendung am Patienten. Aufgrund der Interdisziplinarität dieses Schwerpunktes beinhaltet dieses Fach vertiefende Lehrveranstaltungen aus den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik und Regelungstechnik, maschinenbaulich-konstruktive Grundlagen, Sensortechnologien bis hin zu Produktentwicklungs- und Sicherheitskonzepten biomedizinischer Geräte und Systeme.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Hauptfaches sind Studierende in der Lage, biomedizinische Geräte und Systeme mit komplexen Mess- und Steuerungsfunktionen selbstständig zu entwerfen und diese konstruktiv unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Aspekte für Medizinprodukte umzusetzen. Sie kennen die Grundwerkzeuge für den Geräte- und Systementwurf und können den gesamten Produktentwicklungsprozess kritisch reflektieren und bewerten.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Abschluss eines einschlägigen Bachelorstudiums in Biomedical Engineering, Mechatronik-Medizintechnik oder vergleichbarer Studiengänge.

**Nebenfach:** *Clinical Engineering*

**Inhalte:** Dieses Fach vermittelt Kenntnisse über ausgewählte Aspekte des Clinical Engineering aus den Bereichen Gerätetechnik, Krankenhaustechnik, -sicherheit und -organisation.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Nebenfaches sind Studierende in der Lage, Abläufe in Krankenhäusern und den Einsatz ausgewählter Technologien in der Praxis anzuwenden und zu bewerten.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Hauptfach Health Care Engineering empfohlen.

**Nebenfach:** *Electrophysiology and Sensors*

**Inhalte:** Dieses Fach vermittelt Kenntnisse über elektrophysiologische Prozesse und Mechanismen auf zellulärer, Gewebe- und Organebene und stellt Methoden und Sensorkonzepte zur Messung und Interpretation elektrophysiologischer, biochemischer sowie biophysikalischer Prozesse vor.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Nebenfaches sind Studierende in der Lage, elektrophysiologische Prozesse zu modellieren und messtechnisch zu validieren. Des Weiteren sind die Studierenden mit ausgewählten Prinzipien der biomedizinischen Sensorik vertraut und können diese in der Praxis anwenden und bewerten.

**Formale Voraussetzungen für die Teilnahme:** Hauptfach Health Care Engineering oder Biomedizinische Instrumentierung und Sensoren empfohlen.



**Nicht-technisches Wahlfach: b1 – Business, Law, and Management**

**Nebenfach:** *Business, Law, and Management*

**Inhalte:** Dieses Fach ist nicht als Hauptfach wählbar. Wenn es als Nebenfach gewählt wird, dann bilden die Grundlagen der wirtschaftlichen Betriebsführung den inhaltlichen Schwerpunkt. Darüber hinaus werden als Ergänzung der Wahlmöglichkeiten rechtliche Aspekte der Betriebsführung, Rechnungswesen- und Managementwerkzeuge, Aspekte der Betriebssoziologie und schließlich eine rhetorische Grundausbildung angeboten.

**Lernziele:** Nach Absolvierung des Nebenfachs haben Studierende die notwendigen Grundlagen erworben, um erfolgreich Managementfunktionen in Betrieben unterstützen resp. übernehmen zu können.

**Voraussetzungen für die Teilnahme:** keine formalen Voraussetzungen.

**Teil 2 des Anhangs:**

**Anerkennungs- und Äquivalenzliste**

Für Lehrveranstaltungen, deren Äquivalenz bzw. Anerkennung in diesem Teil des Anhangs zum Curriculum definiert ist, ist keine gesonderte Anerkennung durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ mehr erforderlich. Auf die Möglichkeit einer individuellen Anerkennung nach § 78 UG per Bescheid durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ wird hingewiesen.

Eine Äquivalenzliste definiert die Gleichwertigkeit von positiv absolvierten Lehrveranstaltungen dieses vorliegenden Curriculums und des vorhergehenden Curriculums. Diese Äquivalenz gilt in beide Richtungen, d.h. dass positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorhergehenden Curriculums zur Anrechnung im vorliegenden Curriculum heranzuziehen sind und positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorliegenden Curriculums zur Anrechnung im vorhergehenden Curriculum.

Lehrveranstaltungen, die bezüglich Titel (auch wenn dies eine englische Übersetzung des deutschen Titels ist) und Typ sowie Anzahl der ECTS-Anrechnungspunkte oder Semesterstundenanzahl übereinstimmen, sind äquivalent und werden deshalb nicht in der Äquivalenzliste angeführt.

**Äquivalenzliste:**

Vorliegendes Curriculum 2018				Vorhergehendes Curriculum 2011			
Lehrveranstaltung	SSt	LV Art	ECTS	Lehrveranstaltung	SSt	LV Art	ECTS
Basics of Microelectronics	2,0	VO	3,0	Technische Therapieverfahren	2,0	VO	3,0
Biological Control, Modeling and Simulation	2,0	UE	3,0	Biolog. Regelung, Modelle und Simulation	2,0	UE	2,5
Biomedical Instrumentation Project	1,0	SP	6,0	Bioimaging and Bioinstrumentation, Projekt	2,0	PR	3,0
Biomedical Sensor Systems 2	1,5	VU	2,0	Optische Methoden in der Messtechnik	2,0	VO	3,0
Biooptics	1,0	VO	1,5	Biooptik	2,0	VU	3,0
Biooptics	1,0	UE	1,5				
Biosignal Processing	2,0	UE	3,0	Biosignalverarbeitung	2,0	UE	2,5
Buchhaltung und Bilanzierung	1,0	UE	1,5	Buchhaltung und Bilanzierung	1,0	UE	1,0
Chemical Analytics and Sensors	3,0	VO	4,5	Instrumentelle Analytik	2,0	VO	3,0
Cognitive Neuroscience	2,0	VO	3,0	Neurophysiologie	1,0	VO	1,5

EMC of Electronic Systems	2,0	VO	3,0	Biologische Wirkungen der Elektrizität	2,0	VO	3,0
Encyclopedia Business Economics	3,0	VO	4,5	GL Betriebswirtschaftslehre	2,0	VO	4,0
Encyclopedia Business Economics	2,0	UE	3,0	GL Betriebswirtschaftslehre	1,0	UE	2,0
Gesundheitssysteme und ökonomische Aspekte	2,0	VO	3,0	Health Care Economy	2,0	VO	3,0
Grundlagen der Hochfrequenztechnik	2,0	VO	3,0	Health Care Economy	1,0	UE	1,0
Image Processing and Pattern Recognition	2,0	VO	3,0	Hochfrequenztechnik	2,0	VO	3,0
Introduction to Brain-Computer Interfacing	1,0	VO	1,5	Biomedizinische Bildverarbeitung	2,0	VO	3,0
Magnetic Resonance in Medicine and Biology	2,0	VO	3,0	Klinisches Propädeutikum	1,0	VO	1,5
Selected Chapters in Bioimaging	2,0	VU	3,0	Bioimaging	4,0	VO	6,0
Master Seminar	1,0	SP	3,0	Master-Praktikum oder DiplomandInnenseminar	3,0	SE	4,5
Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	Technologiebewertung und Risikokommunikation	2,0	VO	3,0
Medical Instrumentation	2,0	VU	3,0	Medizinische Instrumentierung	2,0	VO	3,0
Medizinische Gerätetechnik	2,0	LU	3,0	Medizinische Gerätetechnik	2,0	LU	2,0
Neurophysiology & Information Processing in Human	1,0	LU	1,0	Neurophysiologie	1,0	LU	1,0
Predictive Healthcare Information Systems	2,0	VO	3,0	e-Health	2,0	VO	3,0
Predictive Healthcare Information Systems	2,0	VO	3,0	Health Care Information Management	2,0	VO	3,0
Purchasing and Supply Management	3,0	VO	4,5	Resource Management and Logistics	2,0	VO	3,0
Rehabilitation Engineering	2,0	VO	3,0	Rehabilitationstechnik	2,0	VO	2,5

Die Äquivalenzliste aus dem Curriculum Masterstudium Biomedical Engineering von 2011 ist weiterhin gültig.

Eine Anerkennungsliste hingegen definiert, in welchen Fällen positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorhergehenden Curriculums als positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorliegenden Curriculums anerkannt werden, wobei hier keine automatische Anrechnung in die Gegenrichtung vorgesehen ist.

### Anerkennungsliste:

Vorliegendes Curriculum 2018				Vorhergehendes Curriculum 2011 und 2016			
Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS	Lehrveranstaltung	SSSt	LV Typ	ECTS
Machine Learning	2,0	VO	3,0	Medical Informatics	2,0	VO	3,0

### Teil 3 des Anhangs:

#### Empfohlene frei wählbare Lehrveranstaltungen

Frei zu wählende Lehrveranstaltungen können laut § 5b dieses Curriculums frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten, sowie Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen gewählt werden.

Im Sinne einer Verbreiterung der Wissensbasis im Bereich der Fächer dieses Studiums werden Lehrveranstaltungen aus den Gebieten Fremdsprachen, soziale Kompetenz, Technikfolgenabschätzung, sowie Frauen- und Geschlechterforschung empfohlen. Insbesondere wird auf das Angebot des Zentrums für Sprach- und Postgraduale Ausbildung der TU Graz, des Zentrums für Soziale Kompetenz der Universität Graz sowie des Interuniversitären Forschungszentrums für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ) hingewiesen.

## Teil 4 des Anhangs:

### Lehrveranstaltungstypen an der TU Graz

Die Lehrveranstaltungstypen werden in den Regelungen zu den Lehrveranstaltungstypen des Mustercurriculums (Beschluss des Senates der Technischen Universität Graz vom 6.10.2008, verlautbart im Mitteilungsblatt Nr. 5 vom 03.12.2008) wie folgt definiert.

1. Lehrveranstaltungstyp Vorlesung: VO  
In Lehrveranstaltungen des Vorlesungstyps wird in didaktisch gut aufbereiteter Weise in Teilbereiche des Fachs und seine Methoden eingeführt. In Vorlesungen werden die Inhalte und Methoden eines Faches vorgetragen.
2. Lehrveranstaltungen mit Übungscharakter: UE, KU, PT, EX  
In Übungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen gebrachten Stoffs in praktischer, experimenteller, theoretischer und/oder konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung vermittelt. Das Curriculum kann festlegen, dass die positive Absolvierung der Übung Voraussetzung für die Anmeldung zur zugehörigen Vorlesungsprüfung ist.
  - a) UE  
In Übungen werden die Fähigkeiten der Studierenden zur Anwendung des Faches auf konkrete Problemstellungen entwickelt.
  - b) KU  
In Konstruktionsübungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen gebrachten Stoffs in konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung vermittelt. Es sind spezielle Geräte bzw. eine besondere räumliche Ausstattung notwendig.
  - c) PT  
In Projekten werden experimentelle, theoretische und/oder konstruktive angewandte Arbeiten bzw. kleine Forschungsarbeiten unter Berücksichtigung aller erforderlichen Arbeitsschritte durchgeführt. Projekte werden mit einer schriftlichen Arbeit abgeschlossen, die einen Teil der Beurteilung bildet. Projekte können als Teamarbeit oder als Einzelarbeiten durchgeführt werden, bei Teamarbeit muss die individuelle Leistung beurteilbar bleiben.
  - d) EX  
Lehrveranstaltungen vom Exkursionstyp dienen der Veranschaulichung und Festigung von Lehrinhalten. Exkursionen dienen durch den Praxisbezug außerhalb des Studienstandortes zur Veranschaulichung von in anderen Lehrveranstaltungstypen erarbeiteten Inhalten.
3. Lehrveranstaltungstyp Vorlesung mit integrierten Übungen: VU  
Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) bieten neben der Einführung in Teilbereiche des Fachs und seine Methoden auch Anleitungen zum eigenständigen Wissenserwerb oder zur eigenständigen Anwendung in Beispielen. Der Anteil von Vorlesungen und Übungen ist im Curriculum festzulegen. Die Lehrveranstaltungen haben immanenten Prüfungscharakter.

#### 4. Lehrveranstaltungstyp Laborübungen: LU

In Laborübungen (LU) werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen gebrachten Stoffs in praktischer, experimenteller und/oder konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung mit besonders intensiver Betreuung vermittelt. Laborübungen enthalten als wesentlichen Bestandteil die Anfertigung von Protokollen über die durchgeführten Arbeiten.

5. Lehrveranstaltungen mit Seminarcharakter: SE, SP

Lehrveranstaltungen vom Seminartyp dienen der wissenschaftlichen Arbeit und Diskussion und sollen in den fachlichen Diskurs und Argumentationsprozess einführen. Dabei werden von den Studierenden schriftliche Arbeiten und/oder eine mündliche Präsentation sowie eine Teilnahme an der kritischen Diskussion verlangt. Seminare sind Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter.

a) SE

Seminare dienen zur Vorstellung von wissenschaftlichen Methoden, zur Erarbeitung und kritischen Bewertung eigener Arbeitsergebnisse, spezieller Kapitel der wissenschaftlichen Literatur und zur Übung des Fachgesprächs.

b) SP

In Seminarprojekten werden wissenschaftliche Methoden zur Bearbeitung von experimentellen, theoretischen und/oder konstruktiven angewandten Problemen herangezogen bzw. kleine Forschungsarbeiten unter Berücksichtigung aller erforderlichen Arbeitsschritte durchgeführt. Seminarprojekte werden mit einer schriftlichen Arbeit und einer mündlichen Präsentation abgeschlossen, die einen Teil der Beurteilung bildet. Seminarprojekte können als Teamarbeit oder als Einzelarbeiten durchgeführt werden, bei Teamarbeit muss die individuelle Leistung beurteilbar bleiben.

Weiters enthalten die eingangs genannten Regelungen Bestimmungen zur Durchführung und Beurteilung der Lehrveranstaltungstypen. Insbesondere wird dort festgelegt:

In Vorlesungen (Lehrveranstaltungstyp VO) erfolgt die Beurteilung durch einen abschließenden Prüfungsakt, der je nach Wahl des Prüfers/der Prüferin schriftlich, mündlich, schriftlich und mündlich sowie schriftlich oder mündlich stattfinden kann. Der Prüfungsmodus muss in der Lehrveranstaltungsbeschreibung bekannt gegeben werden.

Lehrveranstaltungen des Typs VU, SE, SP, UE, KU, PT, EX und LU sind prüfungsimmanent.