Modulbezeichnung:	**Werkstoffe in der Medizin/Devices (MWT-M1-WIM/Dev)** (Materials in Medicine/Devices)	**30 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Aldo R. Boccaccini	
Lehrende:	Aldo R. Boccaccini	

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 345 Std.	Eigenstudium: 555 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

ACHTUNG: Dieses Modul steht nur für Studierende zur Verfügung, die ihr Masterstudium vor dem Wintersemester 2020/21 aufgenommen haben (FPO MWT 2013)!

- Aus den optionalen Veranstaltungen des Wintersemester sind solche im Umfang von 4 SWS/6 ECTS zu wählen (die Vorlesung und Übung/Ergänzung Polymerwerkstoffe gehören zusammen und können nicht einzeln gewählt werden).
- Aus den optionalen Veranstaltungen des Sommersemesters sind solche im Umfang von 2 SWS/3 ECTS zu wählen.

MWT-M1-WIM/Dev-Pflicht

Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure, Teil 2 (Innere Organe) (WS 2020/2021, Vorlesung, Clemens Forster)

Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Michael Thoms)

Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure, Teil 1 Neurophysiologie (SS 2021, Vorlesung, Clemens Forster)

Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (SS 2021, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Miroslaw Batentschuk et al.)

Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II (SS 2021, Vorlesung, 2 SWS, Michael Thoms)

Kernfachpraktikum Werkstoffe in der Medizin (SS 2021, Praktikum, 6 SWS, Anwesenheitspflicht, Gerhard Frank et al.)

MWT-M1-WIM/Dev-WahlWintersemester

Aus den optionalen Veranstaltungen des Wintersemester sind solche im Umfang von 4 SWS/6 ECTS zu wählen (die Vorlesung und Übung/Ergänzung Polymerwerkstoffe gehören zusammen und können nicht einzeln gewählt werden).

Keramische Werkstoffe in der Medizin (findet im SS 2021 statt) (WS 2020/2021, optional, Vorlesung, 2 SWS, Stephan E. Wolf)

Polymerwerkstoffe in der Medizin (WS 2020/2021, optional, Vorlesung, 2 SWS, Joachim Kaschta)

Übungen und Ergänzungen zu Polymere in der Medizintechnik (WS 2020/2021, optional, Vorlesung mit Übung, 1 SWS, Joachim Kaschta)

Metallische Werkstoffe in der Medizin (WS 2020/2021, optional, Vorlesung, 2 SWS, Stefan M. Rosiwal)

MWT-M1-WIM-WahlSommersemester

Aus den optionalen Veranstaltungen des Sommersemesters sind solche im Umfang von 2 SWS/3 ECTS zu wählen.

Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (SS 2021, optional, Vorlesung, 2 SWS, Benoit Merle)

Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine (SS 2021, optional, Vorlesung, Aldo R. Boccaccini et al.)

Empfohlene Voraussetzungen:

Vergleiche bei den einzelnen Veranstaltungen.

Inhalt:

Anatomie:

- Die Grundlagen der menschlichen Physiologie und Anatomie werden betrachtet.
- Dabei wird das grundlegende menschliche Nervensystem, Auge, Ohr, das somatosensorische System und die zentrale Motorik des Menschen betrachtet.
- Im zweiten Teil der Vorlesung wird das Herz-Kreislauf System sowie das Magen-Darm System und der Blut- und Atmungskreislauf erklärt.

Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I & II:

- Leuchtstoffe, Verstärkerfolien, Film/Foliensysteme, Röntgenbildverstärker, CCDs, CCD-basierte Röntgendetektoren, Computertomographie (CT), a-Si Detektoren, optische Diagnostik, Fluoreszenzdiagnostik, Kernspintomographie, Charakterisierung und Optimierung von bildgebenden Systemen, Modulationsübertragungsfunktion, detektive Quanteneffizienz

Werkstoffe der Elektronik in der Medizin:

- Meilensteine der Elektronik in der Medizin, Vorteile der digitalen Röntgenographie, Prinzip vom bildgebenden Verfahren der digitalen Radiographie, Speicherleuchtstoffbildplatten, Speicherplatz im Kristallgitter von BaFBr:Eu und CsBr:Eu für die durch Röntgenbestrahlung entstehende Elektronen, Arbeitsprinzip der Computertomographie, Physikalische Grundlagen der Positronenemissionstomographie (PET), Annihilationsdetektion, Szintillatorkristalle, Leuchtstoffröhren in medizinischem Arbeitsbereich, Werkstoffe für die Herstellung weißer LEDs, Ultraschallsender bzw. Detektoren

Kernfachpraktikum:

- Im Rahmen dieses Praktikums werden Themen aus den Vorlesungen des Kernfaches aufgegriffen und an exemplarischen Fragestellungen auch labortechnisch bearbeitet. Das Versuchsangebot wechselt und orientiert sich an aktuellen Themen des Fachgebietes.

Versuchsliste (Stand Sommersemester 2015): Beschichtungstechnik und Tribologie, Biokompatibilität von Werkstoffoberflächen, resorbierbare Polymere, Leuchtstoffe für Anwendungen in der medizinischen Diagnostik, Polymerbeschichtete bioaktive Scaffolds für Knochen Tissue Engineering

Keramische Werkstoffe in der Medizin:

- Die Vorlesung gibt eine grundlegende Einführung über moderne Materialien in der medizinischen Anwendung.
- Deren spezifischen Anforderungen an Gewebeverträglichkeit, mechanische Eigenschaften und Methoden der Verarbeitung wird untersucht.
- Weiter werden die Besonderheiten biologischer Materialien wie hierarchischer und regenerierfähiger Aufbau als solche diskutiert sowie deren Anwendung für technische Zwecke beschrieben.

Polymerwerkstoffe in der Medizin:

- Wissensvermittlung zu Grundlagen, Technologie, Charakterisierung und Anwendungen von Polymerwerkstoffen, Polymerblends und - composites
- Herstellung und Eigenschaftsprofil von dünnen Polymerfilmen, Fasern und Nanofasern
- Einfluss der Größenskala auf Eigenschaften
- Wissensvermittlung zu den Vorgängen an Grenzflächen in polymeren Werkstoffsystemen, Kompatibilität verschiedener Polymere
- Interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen

Metallische Werkstoffe in der Medizin:

- Die Vorlesung behandelt die wichtigsten in der Medizintechnik eingesetzten Metalle.
- Ausgehend von der metallischen Bindung werden zuerst die für die Anwendung im menschlichen Körper wichtigsten Metalleigenschaften behandelt.
- Darauf folgt ein kurzer Exkurs zu Aufbau und Funktion der natürlich im Menschen gebildeten "Verbundwerkstoffe", der die Problematik des Ersatzes von lebendigen durch "tote" Materialien erläutert.
- Nach der Diskussion der Anforderungen an Biomaterialien und der Definition der Biokompatibilität werden die wichtigsten metallischen Werkstoffgruppen für die Medizintechnik (Stahl/Titan/Cobalt-Chrom) und in ihren speziellen Anwendungen im Körper vorgestellt.

Biomechanik:

- Struktur, Aufbau, Wachstum und mechanische Eigenschaften von biologischen Materialien.

Vorlesungseinheiten:

- Zellen, Proteine, Gewebe: Aufbau, Funktion, mechanische Eigenschaften
- Muskulatur: Aufbau, Filamentgleittheorie, aktives und passives Gewebeverhalten, Hill-Modell
- Blutkreislauf: Gefäße, Strömungslehre, Model nach Krämer, Blutrheologie, Erythrozyten
- Biomechanics toolbox: Mechanische Eigenschaften einzelner Zellen, Nanoindentierung
- Knorpel: Struktur und Aufbau, Synovialflüssigkeit, Zug und Druckverhalten, Durchströmungsverhalten

- Knochen: Struktur, Wolff'sches Gesetz, Mechanostat
- Phasendiagramm, mechanische Eigenschaften (Elastizität, Schädigung), Größeneffekte

Werkstoffoberflächen in der Medizin:

- Bedeutung der Oberflächeneigenschaften für die Nutzung und Einsetzbarkeit von Biowerkstoffen
- Einfluss der Oberflächenchemie und -topographie von Biomaterialien auf die Zelladhäsion
- Erzeugung verschiedener Oberflächenstrukturen und Beschichtungen auf Implantaten und deren Auswirkungen auf die Integration in den menschlichen Körper

Lernziele und Kompetenzen:

Anatomie:

Die Studierenden

- kennen den grundlegen Aufbau des menschlichen Körpers
- verstehen die Mechanismen des Blut- und Atmungskreislaufs, Motorik und des Herz- Kreislaufsystems

Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik:

Die Studierenden

- erwerben Grundkenntnisse der funktionalen Eigenschaften von Werkstoffen für Diagnostikgeräte.
- beschreiben und bewerten die Eigenschaften von Diagnostikgeräten mittels Kenngrößen.
- kennen den Systemaufbau moderner Diagnostikgeräte.
- bewerten den Systemaufbau und folgern Optimierungsstrategien moderner Diagnostikgeräte.

Werkstoffe der Elektronik in der Medizin:

Die Studierenden

- kennen und verstehen grundlegende Eigenschaften der Werkstoffen zur Herstellung von Detektoren ionisierender Strahlung.
- erwerben Fachkenntnisse zu den Herstellungsverfahren und weiterer Entwicklung von Röntgen- und Gammastrahlung-Detektoren.
- kennen den Systemaufbau moderner Diagnostikgeräte.
- bewerten Anforderungen an die Arbeitsparameter der Detektoren.
- kennen und verstehen grundlegende Eigenschaften der Materialien zur Herstellung von modernen Nanomarkern in der Biologie und in der Medizin.
- erwerben Fachkenntnisse zur Bewertung und weiteren Entwicklung von Beleuchtungsquellen in der Medizin.
- verstehen Zusammenhänge bei der Wechselwirkung der ionisierenden Strahlung mit anorganischen Materialien und bewerten das Anwendungspotential von Detektoren.
- kennen und verstehen grundlegende Prinzipien des Baus der Therapie-Geräte mit ionisierender Strahlung.

Kernfachpraktikum:

Die Studierenden

- wenden in den Vorlesungen des Kernfaches erworbenes Wissen und vermittelte Lösungsstrategien auf eine konkrete praktische Frage- und Problemstellung des Themengebietes an.
- analysieren die auftretenden material- und fachspezifischen Fragen und Problemstellungen, um eine effektive Versuchsdurchführung, - auswertung und - diskussion zu entwickeln.
- bewerten die Aussagekraft der Versuchsergebnisse und etwaige systematische und statistische Fehler in Bezug auf die aufgeworfenen Fragen und das gestellt Problem.
- ordnen die Versuchsergebnisse in vorhandenes Datenmaterial ein, um Ergebnisse, Versuchsdurchführung und die Relevanz der Fragestellung bezüglich des bearbeiteten Problems kritisch zu hinterfragen.
- entwickeln über die aktuelle Aufgabe hinausweisende Ansätze, die zusätzliche oder komplementäre Untersuchungen und Fragestellungen ermöglichen könnten.

Keramische Werkstoffe in der Medizin:

- Vermittlung vertiefter wissenschaftlicher und praktischer Kenntnisse auf dem Gebiet der mechanischen Eigenschaften von Gläsern und Keramiken für Einsätze in der Medizintechnik
- Die Studierenden können das mechanische Verhalten nichtmetallisch-anorganischer Werkstoffe in verschiedenen Anwendungen bewerten und erläutern.

Metallische Werkstoffe in der Medizin:

Die Studierenden
- verstehen den Zusammenhang von Werkstoffeigenschaften und Biokompatibilität bzw. Biofunktionalität.
- können die Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Metalllegierungen im menschlichen Körper beurteilen.
- verstehen das Werkstoffversagen bei Implantatausfall.
- entwickeln Verständnis für die notwendigen Testungen an neuentwickelten Funktionsmaterialien für den Einsatz im menschlichen Körper.

Polymerwerkstoffe in der Medizin:
Die Studierenden
- erhalten einen tiefgehenden Einblick in die Thematik „Polymere Werkstoffe".
- erwerben ein wichtiges Grundlagenverständnis (Struktur- Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen).
- sind in der Lage, Modifizierungsstrategien für Polymerwerkstoffe in Bezug auf Optimierung von Eigenschaften zu erarbeiten und durchzuführen.
- haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethoden gewonnen.
- kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder.

Biomechanik:
Die Studierenden
- können über das Verformungsverhalten von biologischen Materialien ausgehend von ihrem Aufbau diskutieren und dabei die Besonderheiten der biologischen Materialien aufzeigen.
- können anhand von empirisch abgeleiteten Gesetzen konstitutive Gleichungen zur Beschreibung der mechanischen Eigenschaften aufstellen.
- erhalten dabei einen einfachen Überblick über die für die mechanischen Eigenschaften wesentlichen Zell-Bestandteile und können ausgehend von der Belastungssituation im Körper das Verformungsverhalten von passivem und aktivem Geweben verstehen.

Werkstoffoberflächen in der Medizin:
Die Studierenden
- verstehen die Bedeutung der Oberflächeneigenschaften für die Nutzung und Einsetzbarkeit von Biowerkstoffen.
- entwickeln Verständnis über den Einfluss der Oberflächenchemie und -topographie von Biomaterialien auf die Zelladhäsion.

Literatur:
Vergleiche bei den einzelnen Veranstaltungen.

Studien-/Prüfungsleistungen:
Modulprüfung "Werkstoffe in der Medizin/Devices" (MWT-M1-WIM) (Prüfungsnummer: 63002)
Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 40
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Nur die verpflichtenden und die belegten optionalen Lehrveranstaltungen sind Gegenstand der Prüfung. Zur mündlichen Prüfung soll eine Liste der belegten optionalen Veranstaltungen vorgelegt werden. Details siehe Modulhandbuch.
Alternative Prüfungsform laut Corona-Satzung: Die mündliche Prüfung findet als digitale Fernprüfung per ZOOM statt.

Erstablegung: SS 2021, 1. Wdh.: WS 2021/2022
1. Prüfer: Aldo R. Boccaccini

Kernfachpraktikum (Prüfungsnummer: 63001)
Studienleistung, Praktikumsleistung
weitere Erläuterungen:
Es besteht Anwesenheitspflicht. Abgabe der vollständige Testatkarte am Ende der 1. Vorlesungswoche des Folgesemesters beim Praktikums-Koordinator.

Prüfungssprache: Deutsch und Englisch

Erstablegung: SS 2021, 1. Wdh.: keine Angabe
1. Prüfer: Aldo R. Boccaccini

Grundlagen der Anatomie und Physiologie (Prüfungsnummer: 63003)
Studienleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Erstablegung: SS 2021, 1. Wdh.: SS 2021
1. Prüfer: Clemens Forster

Organisatorisches:

Kernfachpraktikum: Praktikums-Vorbesprechung nach besonderer Einladung der registrierten Teilnehmer, sonst allgemeine Vorbesprechung zu den Veranstaltungen des Lehrstuhls.
Anmeldung über StudOn

- Zulassung von Studenten MSc-MWT und MSc-NT zunächst ohne Kurspasswort (Kernfach WIM)
- Studierende anderer Studiengänge können einen Aufnahmeantrag stellen und sich auf die Warteliste setzen lassen
- Max. Teilnehmerzahl: 10 (gilt nicht für MSc-MWT und MSc-NT)
- Vergabe der Wartelistenplätze: Andere Studiengänge bis max. Teilnehmerzahl erreicht (first come - first serve)

Verbindliche Zulassungsvoraussetzung zum Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung (Termin und Ort nach besonderer Einladung an die registrierten Teilnehmer).
Verbindliche Teilnahmevoraussetzung für jedem Praktikumsversuch ist die erfolgreiche Erledigung des Vor-Protokolls (Antestat).
Das Praktikum ist nur bestanden, wenn alle Versuche sowie alle Vor- und Nachprotokolle erfolgreich absolviert wurden, d.h. die vollständig ausgefüllte Testatkarte mit Nachweisen für Vorprotokolle (Antestate) sowie für Versuchsdurchführungen und Nachprotokolle (Abtestate) fristgerecht vorgelegt wurde.

Bemerkungen:

Vergleiche bei den einzelnen Veranstaltungen.