

Modulhandbuch

für den
Masterstudiengang

Medizintechnik
(M.Sc.)

SPO-Version ab: Wintersemester 2021

Sommersemester 2026

erstellt am 03.02.2026

von Daniela Stang

Fakultät Maschinenbau

Hinweise:

1. Die Angaben zum Arbeitsaufwand in der Form von ECTS-Credits in einem Modul in diesem Studiengang beruhen auf folgender Basis:

1 ECTS-Credit entspricht in der Summe aus Präsenz und Selbststudium einer durchschnittlichen Arbeitsbelastung von 30 Stunden (45 Minuten Lehrveranstaltung werden als 1 Zeitstunde gerechnet).

2. Erläuterungen zum Aufbau des Modulhandbuchs

Die Module sind nach Studienabschnitten unterteilt und innerhalb eines Abschnitts alphabetisch sortiert. Jedem Modul sind eine oder mehrere Veranstaltungen zugeordnet. Die Beschreibung der Veranstaltungen folgt jeweils im Anschluss an das Modul. Durch Klicken auf das Modul oder die Veranstaltung im Inhaltsverzeichnis gelangt man direkt auf die jeweilige Beschreibung im Modulhandbuch.

3. Standard-Hilfsmittel (SHM)

Folgende Hilfsmittel sind bei allen Prüfungen zugelassen:

- Unbeschriebenes Schreibpapier (Name, Matrikelnummer und Modulbezeichnung dürfen vorab schon notiert werden)
- Schreibstifte aller Art (ausgenommen rote Stifte)
- Zirkel, Lineale aller Art, Radiergummi, Bleistiftspitzer, Tintenentferner
- Zugelassener Taschenrechner der Fakultät Maschinenbau (siehe Merkblatt „Zugelassene Hilfsmittel“ auf der Fakultätshomepage), zu erwerben über die Fachschaft.

Ausnahmen von dieser Regel werden in der Spalte „Zugelassene Hilfsmittel“ explizit angegeben.

Verwendbarkeit der Module: Alle Module sind studiengangsspezifisch. Abweichungen sind in den Modulbeschreibungen im Feld „Studien- und Prüfungsleistung“ vermerkt.

Modulliste

Pflichtmodule beider Schwerpunkte

Biomaterialien.....	8
Biomaterialien.....	9
Biomedizinische Modellbildung, Testung und Simulation mit Praktikum.....	11
Biomedizinische Modellbildung, Testung und Simulation mit Praktikum.....	12
Masterarbeit mit Präsentation.....	38
Mündliche Präsentation der Masterarbeit.....	39
Schriftliche Ausarbeit.....	40
Regelwerke für Medizinprodukte.....	53
Regelwerke für Medizinprodukte.....	54
Versuchstechnik und Datenanalyse mit Praktikum.....	56
Versuchstechnik und Datenanalyse mit Praktikum.....	57

Pflichtmodule Schwerpunkt "Forschung"

Forschungsarbeit 1.....	21
Forschungsarbeit 1.....	22
Forschungsarbeit 2.....	24
Forschungsarbeit 2.....	25

Wahlpflichtmodule

Angewandte Entwicklung von Medizinprodukten.....	4
Angewandte Entwicklung von Medizinprodukten.....	5
Dentale Biomaterialien.....	15
Dentale Biomaterialien.....	16
Digitale Produktentwicklung additiv gefertigter Medizinprodukte.....	18
Digitale Produktentwicklung additiv gefertigter Medizinprodukte.....	19
Innovationsmanagement.....	27
Innovationsmanagement.....	28
Kognitive Systeme.....	31
Kognitive Systeme.....	32
Korrosion und Degradation von Biomaterialien.....	35
Korrosion und Degradation von Biomaterialien.....	36
Numerische Strömungsberechnung.....	42
Numerische Strömungsberechnung.....	43
Optimierung.....	46
Optimierung.....	47
Polymere in der Medizintechnik.....	50
Polymere in der Medizintechnik.....	51
Vertiefung Qualitätsmanagement.....	59
Vertiefung Qualitätsmanagement.....	60

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Angewandte Entwicklung von Medizinprodukten (Applied Development of Medical Products)		AEM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse in der Konstruktion, CAD und Konstruktionsmethodik

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Angewandte Entwicklung von Medizinprodukten	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Angewandte Entwicklung von Medizinprodukten (Applied Development of Medical Products)		AEM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller Jan Zentgraf	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none">• Produktlebenszyklus• Produktentwicklungsmodelle• Methoden der Produktentwicklung• Projektsteuerung• Technische Dokumentation• Phasen des Design Control in der Medizinprodukteentwicklung• Vertiefte Anwendung von Konstruktionsmethoden: Planen, Konzipieren, Entwerfen, Ausarbeiten von Konzepten zu Aufgabenstellungen aus der Praxis• Aufteilung der Gesamtfunktion in Teilfunktionen, intuitive und diskursive Findung von physikalischen Effekten zur Lösung der Teilfunktionen• Gestaltung der physikalischen Effekte, Wirkfläche, Wirkbewegung, Variationsgesichtspunkte; Kombinationen von Teillösungen zu Gesamtlösungen• Bewertung und Auswahl von Lösungen (technisch-wirtschaftliches Konstruieren, Nutzwertanalyse)• Konstruktionsprojekt „Aufgabenstellung aus der Praxis“ - Vorauslegung, mechanisches Ersatzsystem, Belastungsverläufe, Werkstoffauswahl• Anfertigen von Auslegungsrechnungen, Ausarbeitung und Bewertung von Variationen für eine zentrale Teilfunktion• Anfertigen eines (Hand-)Entwurfs zur favorisierten Prinzipiellösung• Aufbau eines 3D-CAD-Modells der favorisierten Lösung• Durchführen von Festigkeitsnachweisen• Produktdokumentation: Ableiten von Stücklisten, Baugruppen-, Roh- und Einzelteilzeichnungen aus dem CAD-Modell• Anfertigung einer Konstruktionsbegründung und Montageanleitung
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• Konstruktionsmethoden, insbesondere in der Konzept- und Entwurfsphase anzuwenden (3)• innovative Lösungskonzepte durch methodisches Vorgehen zu entwickeln (3)• Konzepte und Entwürfe durch systematische Variation (Morphologischer Kasten) zu erstellen (3)• Lösungsalternativen technisch-wirtschaftlich zu bewerten (3)• Lösungskonzepte in Form einer Handskizze hinreichend detailliert zu beschreiben (3)• die Machbarkeit eines Lösungskonzepts durch Vorauslegungsrechnungen und Simulationen sicherzustellen (3)• ein 3D-CAD-Modell einer Baugruppe mit einem CAD-System aufzubauen (3)• neue und bessere Produkte zu entwickeln, die sich durch höhere Qualität und/oder geringere Herstellkosten auszeichnen (3)• Bauteile fertigungs-, montage-, festigkeits- werkstoffgerecht u. dgl. zu gestalten (3)• den Entwicklungsprozess und das Ergebnis (Produkt) ausreichend detailliert zu beschreiben (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• das ingenieurmäßige Lösen von konstruktiven Aufgaben aus der industriellen Praxis anzuwenden (3)

<ul style="list-style-type: none"> • mit geringem Aufwand Projektstände, Zwischenergebnisse und Arbeitsergebnisse verständlich zu präsentieren (3) • den Vorteil von Teamarbeit vor allem bei der Lösungssuche und der Bewertung von Lösungsvarianten zu nutzen (3) • fachliche Problemlösungen zu entwickeln und diese im Diskurs mit theoretisch und methodisch fundierter Argumentation zu begründen (3) • mit anderen Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Fachfremden zu kommunizieren und zu kooperieren, um eine Aufgabenstellung verantwortungsvoll zu lösen (3) • unterschiedliche Sichtweisen und Interessen anderer Beteiligter zu reflektieren und zu berücksichtigen (3) • Arbeitsergebnisse standardisiert zu beschreiben, um so die Kommunikation im Unternehmen zu erleichtern (3) • ein berufliches Selbstbild zu entwickeln, das sich an Zielen und Standards professionellen Handelns in vorwiegend außerhalb der Wissenschaft liegenden Berufsfeldern orientiert (3) • die eigenen Fähigkeiten einzuschätzen, zu reflektieren und autonom sachbezogene Gestaltungs- und Entscheidungsfreiheiten zu nutzen (3) • die Bedeutung der methodischen Vorgehensweise beim Lösen von technischen Problemen zu erkennen (3) • das eigene berufliche Handeln mit theoretischem und methodischem Wissen zu begründen und es hinsichtlich alternativer Entwürfe zu reflektieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Skript, Fachbücher, Normen, Kataloge, Exponate, Software
Lehrmedien
Overheadprojektor, Rechner/Beamer, Tafel, CAD-Arbeitsplatz, Berechnungsprogramme, Exponate, Internet, ggf. Exkursion zu Unternehmen oder Instituten in der Medizintechnikbranche
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Fachbücher (werden je nach Aufgabenstellung in der Veranstaltung bekanntgegeben) • VDI-Richtlinien 2222, 2221, 2225, 2206 • Roloff/Matek: Maschinenelemente Lehrbuch und Tabellenbuch • Aufgabenstellung, Hinweise zur Anfertigung der Studienarbeit, Fachliteratur, Kataloge, Normen, Software

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Biomaterialien (Biomaterials)		BMA
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. o. 2.		Schwerpunkt Pflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Kenntnisse in Werkstofftechnik und Materialwissenschaft

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Biomaterialien	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Biomaterialien (Biomaterials)		BMA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Helga Hornberger Prof. Dr. Ulf Noster	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. o. 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
Schriftliche Prüfung, 90 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Materialwissenschaften an Beispielen von Materialien und Komponenten, die in Medizinprodukten eingesetzt werden • Aufbau der Werkstoffe: Chemische Bindungen, Zusammensetzung und Gefüge • Eigenschaften der Werkstoffe: Mechanische Eigenschaften der Elastizität, Festigkeit, Ermüdung und Reibung, sowie Oberflächeneigenschaften wie Korrosionsverhalten, Benetzung, Rauheit • Zusammenhang zwischen Aufbau der Werkstoffe und ihren Eigenschaften • Typische Vertreter von Biomaterialien aus allen Werkstoffklassen, Schwerpunkt Implantatmaterialien, Beispiele von Implantatsystemen und -bauteilen sowie Beschichtungen • Zusammenhang zwischen Eigenschaften der Werkstoffe und ihrer Biokompatibilität, einschließlich auftretender Nebeneffekte bei Sterilisation
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen dem Aufbau der Werkstoffe und ihren Material- und Oberflächeneigenschaften zu verstehen und zu erläutern (2) • aus Biomaterialien hergestellte Bauteile, die zu ersetzenden Funktionen sowie Anforderungen, die an diese Bauteile gestellt werden, zu verstehen (3)

<ul style="list-style-type: none">• die wichtigsten Vertreter der Biomaterialien zu kennen (1)• die wichtigsten Eigenschaften und Werkstoffkennwerte (1) sowie ihre praktische Bedeutung zu kennen (2)• Die wichtigsten Werkstoffe, ihre Gefüge und Eigenschaften zu kennen, um die Limitation im praktischen Einsatz zu verstehen sowie die Möglichkeiten der Optimierung zu erkennen (3)• Biomaterialien in diesem Kontext einzuordnen und im Dialog mit Werkstoffspezialisten Entscheidungen zur Materialanwendung oder -auswahl treffen zu können
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• mit Fachwörtern präzise und sorgfältig umzugehen (1)• mögliche Chancen und Risiken beim Einsatz von Materialien in Medizinprodukten auf materialwissenschaftlicher Ebene zu verstehen (3)• die Bedeutung der Werkstoffe in Entwicklung und Produktion von Medizinprodukten wahrzunehmen und in der Praxis umzusetzen (3)• die Folgen der Werkstoffauswahl für Mensch und Umwelt zu beschreiben (1)
Angebotene Lehrunterlagen
E-Learning Plattform Präsentation der Vorlesungen als pdf-Dateien
Lehrmedien
Rechner/Beamer, Tafel, Exponate, Laborbesichtigung
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• E. Wintermantel und S.-W. Ha, Medizintechnik – Life Science Engineering• Werkstoffkundebüchern wie Bergmann oder Bargel• Weitere Literaturverweise in der Veranstaltung sowie in den pdf-Dateien

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Biomedizinische Modellbildung, Testung und Simulation mit Praktikum (Biomedical Modeling, Testing and Simulation with Laboratory Exercises)		BMB
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Lars Krenkel	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.		Schwerpunkt Pflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Biomedizinische Modellbildung, Testung und Simulation mit Praktikum	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Biomedizinische Modellbildung, Testung und Simulation mit Praktikum (Biomedical Modeling, Testing and Simulation with Laboratory Exercises)		BMB
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Lars Krenkel	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Lars Krenkel	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
Studienarbeit mit Präsentation
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
k. A.

Inhalte und Qualifikationsziele
<p>Modelle und Simulationen sind wichtiger Bestandteil der medizintechnischen Produktentwicklung und Grundlagenforschung. Das Modul BMB vermittelt theoretische und praktische Grundlagen sowie Übungen zur praktischen Umsetzung im Rahmen eines Projektes zur Modellierung naturwissenschaftlich-biomedizintechnischer Fragestellungen. Folgende Themeninhalte werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung grundlegende Terminologie/Begriffsbildung (bsp. System, Modell, Simulation, Berechnung, Validierung, Abstraktion, etc.). • Anwendung physikalischer, mathematischer, statistischer Prinzipien zur Modellbildung/modellierung. • Analyse von Modellgleichungen (bsp. linear, nichtlinear, Anfangswertproblem, Randwertproblem, etc.). • Systematische Formulierungen physikalischer Gesetze (bsp. Energieprinzip, Bilanzgleichung, etc.). • Methoden der experimentellen Modellbildung (bsp. Parameteridentifikation). • Exemplarische Modellierung biomedizinischer Prozesse und Analyse von Modellergebnissen (bsp. Abstraktion, Modellierungsfehler, numerische Fehler, Stabilität, chaotisches Verhalten). • Analyse und Aufbereitung von Ursprungs- und Modelldaten. • Eigenständige praktische Modellbildung an ausgewählten biomedizinischen Themen in Kleingruppen
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systeme strukturiert systematisch zu beschreiben (1) und weiterführend zu analysieren (3). • Systeme in Modelle hinreichender Einfachheit bei notwendiger Komplexität zu überführen (3) und dafür geeignete mathematische Formulierungen und numerische Verfahren auszuwählen (2). • eigenständig mittelgradig komplexe Systeme zu grundlegenden medizintechnischen Fragestellungen ingenieurwissenschaftlich modellhaft abzubilden (2). • Möglichkeiten und Limitationen abgeleiteter Modelle zu bewerten (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Systematik von Modellbildung und Simulation physikalisch/technischer/biomedizinischer Systeme zu entwickeln (3). • Die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten methodisch anzuwenden (2), wobei das systematische Vorgehen zur Problemlösung im Vordergrund steht. • Vorliegende Modelle hinsichtlich Anwendbarkeit, Gültigkeit und Plausibilität zu bewerten (2). • Praktische Aufgabenstellungen in Projektteams strukturiert und synergetisch zu bearbeiten (2) sowie erzielte Ergebnisse in entsprechender Fachterminologie im Plenum zu präsentieren (2).
Angebotene Lehrunterlagen
<p>Übungsunterlagen, Lehrbuchempfehlungen</p>

Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, Prüfstände, Rechnerarbeitsplätze für Teilnehmer
Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Dentale Biomaterialien		DBM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Dentale Biomaterialien	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Dentale Biomaterialien		DBM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Helga Hornberger	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Zahn, Aufbau und Struktur von Schmelz und Dentin, Zahnhalteapparat, Krankheitsbilder • Kariesätiologie, Kavitätsdesign und Befestigungskonzepte • Füllungstherapie, zahnmedizinische Indikationen und Limitationen, Restaurationsmaterialien, deren Charakterisierung und relevante Eigenschaften, Arten der Versorgung und Befestigung • prothetische Kronen- und Brückenmaterialien, zahnmedizinische Indikationen und Limitationen, Werkstoffauswahl, Herstellverfahren, deren Charakterisierung und relevante Eigenschaften, insbesondere Ästhetik, mechanische Eigenschaften und Korrosions- und Alterungseigenschaften • Implantatmaterialien, ihre Eigenschaften und Charakterisierung, Werkstoffauswahl, Oberflächenkonditionierung, Korrosionseigenschaften und präklinische in-vitro Prüfung, mechanische Eigenschaften und Bauteilprüfung
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten medizinischen Fachausdrücke verstehen, mit den Grundzügen der Zahnautonomie vertraut sein und die Funktionen des Zahnapparates kennen (1) • mit den verschiedenen Versagensmechanismen (Krankheitsbilder) vertraut sein (1)

<ul style="list-style-type: none"> • Dentalmaterialien, daraus hergestellte Bauteile und ersetzte Funktionen kennen und die Anforderungen, die an diese Bauteile gestellt werden, verstehen (2) • die wichtigsten Herstellungsmethoden kennen, um die Limitation im Einsatz zu verstehen und die Möglichkeiten der Optimierung zu erkennen (3) • die wichtigsten Werkstoffkennwerte und ihre praktische Bedeutung für Dentalmaterialien kennen und erläutern können (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in einem interdisziplinär geprägten Umfeld die Fachausdrücke kompetent einsetzen können (1) • nicht nur die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen, sondern auch die dentalen Anwendungen verstehen, um bereichsübergreifende Diskussionen zu führen (2) • einige Aspekte der möglichen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ethischen Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit im dentalen Umfeld zu reflektieren (2) und in ihr Handeln verantwortungsbewusst einzubeziehen (3).
Angebotene Lehrunterlagen
Kurs E-Learning-Plattform pdf Folien der Vorlesung
Lehrmedien
Rechner/ Beamer, Exponate (Produkte und Modelle)
Literatur
siehe Veranstaltung

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Digitale Produktentwicklung additiv gefertigter Medizinprodukte		DPM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Tobias Laumer	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Digitale Produktentwicklung additiv gefertigter Medizinprodukte	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Digitale Produktentwicklung additiv gefertigter Medizinprodukte (Digital Product Development of Additively Manufactured Medical Products)		DPM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Tobias Laumer	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Tobias Laumer	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS		5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte und Qualifikationsziele
<p>Praktische Versuche als Gruppenarbeit zu den Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Topologieoptimierung von additiv herzustellenden Implantaten • Verwendung von Fused Layer Modelling (FLM) - Druckern mit polymeren und metallisch gefüllten Filamenten zur Erzeugung von Probekörpern und Bauteilen • Qualifizierung von additiv hergestellten Bauteilen <p>Detaillierte Erläuterung unterschiedlicher additiver Fertigungstechnologien, einer prozessgerechten Bauteilgestaltung für additiv zu fertigende Bauteile und wichtiger Werkstoffeigenschaften mit deren Einfluss auf den Prozess und die resultierenden Bauteileigenschaften</p> <p>Aufzeigen der Einsatzfelder und des Potentials von additiven Fertigungstechnologien mit Schwerpunkt auf der Medizintechnik</p>

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• Eigenständige Verwendung von FLM-Druckern und Parameterfindung zur Herstellung von additiven Bauteilen (2)• Grundlegendes Verständnis zur gesamtheitlichen Prozesskette bestehend aus Konstruktion, Fertigung und Qualifizierung von additiven Bauteilen erarbeiten (2)• Den Zusammenhang zwischen Werkstoff-, Prozess- und Bauteileigenschaften bei den unterschiedlichen additiven Fertigungsverfahren verstehen (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• Fähigkeiten im Projektmanagement und der Gruppenarbeit verbessern (2)• Eigenständige Problemlösungskompetenz erhöhen (2)• Komplexe Zusammenhänge und Wechselwirkungen verschiedener Einflussfaktoren bei unterschiedlichen additiven Fertigungstechnologien zu verstehen und diese Fähigkeit auch grundlegend auf andere Fertigungstechnologien zu übertragen (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentationsfolien, Lehrbücher, Fachartikel, Lehrvideos, Fachvorträge externer Referenten
Lehrmedien
Rechner, Anlagen
Literatur
Bereitgestellt auf GRIPS-Kursseite

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Forschungsarbeit 1		FA1
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.		Schwerpunkt Pflichtmodul	15

Verpflichtende Voraussetzungen
Betreuungsvereinbarung mit Dozenten

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Forschungsarbeit 1	4 SWS	15

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Forschungsarbeit 1 (Research Thesis 1)		FA 1
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	in jedem Semester	
Lehrform		
Projektarbeit		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch	15

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
100 h	350 h

Studien- und Prüfungsleistung
Studienarbeit mit Präsentation
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten • Anwendung methodischer Entwicklungsverfahren • Erstellung von Modellen und Vorbereitung von Simulation • Verifizierung und Validierung von Modellen und Simulation • Regeln zur Dokumentation und Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten • Grundlagen des Projektmanagements • Projektstrukturplanung und Terminplanung • Ressourcenplanung und Risikoidentifikation • Projektpräsentation
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • experimentelle Erfahrung widerzugeben (1) • experimentelle Ergebnisse zu beurteilen (2) • Gesetzmäßigkeiten und wesentlichen Eigenschaften eines technischen Zusammenhangs zu erkennen (2) • Modellbildung und Simulation zu beschreiben (1) und ggf. anzuwenden (2) • Kenntnisse zur Planung, Veröffentlichung und Präsentation ingenieurwissenschaftlicher Arbeiten anzuwenden (2)

<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Aufgabenstellungen zu strukturieren (3) und Projektabläufe effizient zu planen (3) • Projektpläne darzustellen (2) und die Gestaltung einer Projektdokumentation auszuführen (2) • Projektrisiken zu analysieren (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben zu analysieren (2) und zu dokumentieren (2) • komplexe Aufgaben zu strukturieren (2) und zu managen (2) • Randbedingungen zur Projekterfüllung zu identifizieren (2) • Projektmitglieder einzubinden (2) • Projektplanungen zu dokumentieren (2) • Projektmanagement anzuwenden (2) und zu dokumentieren (2) • Projektergebnisse in Präsentationen wissenschaftlich darzustellen (3) • Projektergebnisse in Dokumentationen wissenschaftlich darzustellen (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Handbücher, Normen, Richtlinien, Tutorials, Publikationen, Patente
Lehrmedien
Rechnerarbeitsplatz für jeden Teilnehmer, Prüfstände, Software
Literatur
keine Angaben
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
FA1 und FA2 bauen thematisch aufeinander auf

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Forschungsarbeit 2		FA2
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.		Schwerpunkt Pflichtmodul	15

Verpflichtende Voraussetzungen
Betreuungsvereinbarung mit Dozenten, FA1

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Forschungsarbeit 2	4 SWS	15

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Forschungsarbeit 2 (Research Thesis 2)		FA2
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schratzenstaller	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	in jedem Semester	
Lehrform		
Projektarbeit		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	deutsch	15

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
100 h	350 h

Studien- und Prüfungsleistung
Studienarbeit mit Präsentation
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten • Anwendung methodischer Entwicklungsverfahren • Erstellung von Modellen und Vorbereitung von Simulation • Verifizierung und Validierung von Modellen und Simulation • Regeln zur Dokumentation und Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten • Grundlagen des Projektmanagements • Projektstrukturplanung und Terminplanung • Ressourcenplanung und Risikoidentifikation • Projektpräsentation
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • experimentelle Erfahrung widerzugeben (1) • experimentelle Ergebnisse zu beurteilen (2) • Gesetzmäßigkeiten und wesentlichen Eigenschaften eines technischen Zusammenhangs zu erkennen (2) • Modellbildung und Simulation zu beschreiben (1) und ggf. anzuwenden (2) • Kenntnisse zur Planung, Veröffentlichung und Präsentation ingenieurwissenschaftlicher Arbeiten anzuwenden (2)

<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Aufgabenstellungen zu strukturieren (3) und Projektabläufe effizient zu planen (3) • Projektpläne darzustellen (2) und die Gestaltung einer Projektdokumentation auszuführen • Projektrisiken zu analysieren (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben zu analysieren (2) und zu dokumentieren (2) • komplexe Aufgaben zu strukturieren (2) und zu managen (2) • Randbedingungen zur Projekterfüllung zu identifizieren (2) • Projektmitglieder einzubinden (2) • Projektplanungen zu dokumentieren (2) • Projektmanagement anzuwenden (2) und zu dokumentieren (2) • Projektergebnisse in Präsentationen wissenschaftlich darzustellen (3) • Projektergebnisse in Dokumentationen wissenschaftlich darzustellen (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Handbücher, Normen, Richtlinien, Tutorials, Publikationen, Patente
Lehrmedien
Rechnerarbeitsplatz für jeden Teilnehmer, Prüfstände, Software
Literatur
keine Angaben
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
FA1 und FA2 bauen thematisch aufeinander auf

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Innovationsmanagement (Innovation Management)		IMT
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Max Singh	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Innovationsmanagement	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Innovationsmanagement (Innovation Management)		IMT
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Max Singh	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Max Singh	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
<p>Die Medizintechnik ist ein stark innovationsgetriebener Sektor. Um den speziellen Regulierungen und Anforderungen der Gesundheitsindustrie gerecht zu werden, müssen etablierte Innovationsmethoden angepasst werden. Zudem unterliegen Vermarktung und Vertrieb von Medizinprodukten besonderen Marktbedingungen. Die vermittelten theoretischen Inhalte umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen des Innovationsmanagements und dessen Bedeutung• Innovationsansätze in der Medizintechnik, insbesondere „Lead User“-Ansätze• Strategien und Management von Innovationen• Methoden zur Ideenfindung und Entscheidungsprozesse• Regulatorische Rahmenbedingungen• Wichtige Innovationswerkzeuge <p>Innovationsmanagement wird eng mit Entrepreneurship und Intrapreneurship verknüpft. Die Studierenden arbeiten daher praxisorientiert an einem fiktiven Gründungsprojekt im Gesundheitswesen, das von der Entwicklung einer ersten Idee bis zur Fertigstellung eines ausgereiften Prototyps im Rahmen einer iterativen Produktentwicklung reicht. Dabei entwickeln sie ihr unternehmerisches Potenzial durch die Anwendung theoretischer Konzepte. In engem Austausch mit Studierendenteams der Hochschule München am Strasczeg Center for Entrepreneurship (SCE) und durch projektbegleitendes Coaching durch Mentoren aus der Medizintechnik sowie Vorträge von Marktexperten erhalten sie zudem wertvolle Einblicke in die Praxis.</p>
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• Konzepte und Prozesse von Innovationen zu bewerten (2): Die Studierenden können wesentliche Konzepte und Prozesse der Innovation und Produktentwicklung bewerten, insbesondere im Bereich der Medizintechnik.• Rahmenbedingungen für Innovationskultur zu erkennen (2): Die Studierenden erkennen die Rahmenbedingungen, die eine förderliche Innovationskultur unterstützen, und wenden diese im praktischen Kontext an.• Besonderheiten von Innovationsprozessen in der Medizintechnik zu erklären (2): Die Studierenden erläutern die spezifischen Herausforderungen von Innovationsprozessen in der Medizintechnik.• Methoden zur Ideengenerierung anzuwenden (3): Die Studierenden wenden Methoden zur Ideengenerierung an, um innovative Lösungen für ihr Projekt zu entwickeln.• Technologien zur Entwicklung eines ausgereiften Prototypen zu führen (3): Die Studierenden lernen, wie Technologien im Rahmen des Produktentstehungsprozesses bis zur Fertigstellung eines ausgereiften Prototyps entwickelt werden.
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• unternehmerisches Potenzial zu entfalten (3): Die Studierenden entwickeln ihr unternehmerisches Potenzial durch die praktische Anwendung von Konzepten und Lösungen in ihrem Projekt.• Standpunkte überzeugend zu vertreten (3): Die Studierenden vertreten ihre Standpunkte überzeugend und reflektieren ihre Entscheidungen kritisch bei der Präsentation ihres Vorhabens.

<ul style="list-style-type: none">• Kritisch mit bestehenden Lösungen umzugehen (3): Die Studierenden gehen kritisch mit bestehenden Lösungen und Prozessen um und verbessern diese durch fundierte Analysen.• effektive Zusammenarbeit und Kommunikation zu stärken (3): Die Studierenden verbessern ihre Fähigkeiten zur Zusammenarbeit und Kommunikation durch den engen Austausch mit anderen Studierenden und Experten.• Selbstständigkeit und Problemlösungsfähigkeiten zu stärken (3): Die Studierenden arbeiten selbstständig an ihrem Projekt und verbessern ihre Problemlösungsfähigkeiten durch regelmäßiges Feedback und Coaching durch Medizintechnik-Experten.
Angebotene Lehrunterlagen
Präsentationsskript, Übungsaufgaben
Lehrmedien
Flipchart, Beamer, Tafel, Moderationskarten, digitale Medien
Literatur
Wird zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Kognitive Systeme (Cognitive Systems)		KS
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Markus Goldhacker	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Kognitive Systeme	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Kognitive Systeme (Cognitive Systems)		KS
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Markus Goldhacker	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Markus Goldhacker	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
<p>siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik <i>Das Modul KS wird in den Studiengängen MIE und MMT gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.</i></p>
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle (ausgenommen Anwendungen wie z.B. ChatGPT)

Inhalte und Qualifikationsziele

In diesem Seminar werden ausgewählte Bereiche des *Machine Learnings* – insbesondere des *Deep Learnings* – im Kontext des Maschinenbaus anwendungsorientiert behandelt und aus biologischer/kognitiver Perspektive motiviert. Daher wird, neben der methodischen Einführung und der praxisorientierten Anwendung mittels Übungsaufgaben und Mini-Projekten, auch der theoretische Hintergrund aus der Kognitionswissenschaft verschiedener Algorithmen vermittelt.

Konkrete Inhalte:

- Grundbegriffe der menschlichen Kognition von Perzeption über Planung, Entscheidungsfindung und Aufgabenausführung
- Möglichkeiten der Übertragung kognitiver Fähigkeiten auf technische Systeme
- Verstehen von Eigenschaften kognitiver Systeme: Trainierbarkeit, Generalisierungsfähigkeit, Reproduzierbarkeit
- Fokus auf und Vertiefung in spezifische Aspekte des Machine Learning und Deep Learning
- Motivation verschiedener Algorithmen durch deren biologische/kognitive Grundlagen
- Validierung von Machine Learning Modellen: Signalentdeckungstheorie als kognitive Grundlage einer Confusion Matrix und von ROC Kurven
- Aufbau und Eigenschaften verschiedener Arten lernfähiger Systeme: Varianten künstlicher neuronaler Netze (z.B. CNN, RNN, LSTM, Auto-Encoder, GANs), Reinforcement Learning, Matrix Factorization, usw.
- Verständnis von Algorithmen zum Trainieren lernfähiger Strukturen: z.B. Gradientenabstieg, Back-Propagation
- Verbesserung des Trainings durch künstliche Augmentierung von Trainingsdaten
- Verständnis typischer Probleme bei Training und Betrieb kognitiver Systeme: Overfitting, Erklärbarkeit des erlernten Verhaltens
- Anwendung technisch repräsentierter kognitiver Eigenschaften in verschiedenen Disziplinen

Das Arbeitsmedium ist die Programmiersprache *Python* und *JupyterLab/JupyterNotebook*. In *Python* kann sich in den ersten Wochen der Veranstaltung mittels Tutorials eingearbeitet werden und weiteres Python-Wissen wird *on-the-fly* parallel zu den inhaltlichen Themen vermittelt.

Die Module “Data Analytics”, “Machine Learning & KI mit Python” und “Kognitive Systeme” vermitteln jeweils sich *ergänzende* Inhalte. Somit können sowohl einzelne, als auch mehrere dieser Module besucht werden.

Lernziele: Fachkompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- Lösungen zu ingenieurwissenschaftlichen Problemen durch den Einsatz kognitiver Systeme zu analysieren, zu abstrahieren und zu modularisieren (2)
- Trainings- und Testdaten zu erzeugen, zu labeln und zu augmentieren (2)
- vorliegende Trainings- und Testdaten hinsichtlich Nutzbarkeit für gegebene Trainingsaufgaben zu bewerten (2)
- lernfähige Strukturen und passende Trainingsalgorithmen aufgabenbezogen auszuwählen, zu trainieren und zu testen (2)
- die Performanz von Machine Learning Modellen im Trainings- und Produktivbetrieb anhand gegebener Kennzahlen aufgabenspezifisch zu bewerten (2)

<ul style="list-style-type: none"> • Machine Learning und Deep Learning als eigene Schicht in bestehende Planungs-, Steuerungs- und Regelungssysteme zu implementieren (1) • existierende Hard- und Software-Werkzeuge – insbesondere Python – für Design und Training zu nutzen (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • textuell oder/und graphisch spezifizierte Anforderungen an kognitive Systeme zu verstehen und anforderungsgerechte Lösungen zu entwickeln (2) • komplexe Aufgaben aus dem Bereich kognitiver Systeme im Team zu diskutieren und zu bearbeiten (2) • die Verwendung von Machine Learning Ansätzen gegen eine alternative Verwendung klassischer, nicht datengetriebener Verfahren abzuwägen (1) • Analyse- und Berechnungsergebnisse in Fachgesprächen zu präsentieren (1) • die zentrale Bedeutung des maschinellen Lernens für den modernen Maschinenbau zu erfassen und zu verteidigen (1) • kognitive Systeme als wesentliches Element in Industrie 4.0 zu verstehen (1)
Angebotene Lehrunterlagen
Folien und Übungsblätter in Form von JupyterNotebooks
Lehrmedien
Overheadprojektor, Tafel
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • VanderPlas., J. Python Data Science Handbook: Essential Tools for working with Data. O'Reilly UK Ltd. 2016. • Aurélien Géron. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition. O'Reilly Media, Inc. 2019. • Allen B. Downey. Think Stats: Exploratory Data Analysis. O'Reilly UK Ltd. 2014. • Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. 2006. • Grus, J. Data Science from Scratch. O'Reilly Media Inc. 2019.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Korrosion und Degradation von Biomaterialien (Corrosion and Degradation of Biomaterials)		KDB
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Korrosion und Degradation von Biomaterialien	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Korrosion und Degradation von Biomaterialien (Corrosion and Degradation of Biomaterials)		KDB
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Helga Hornberger	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Korrosion: Elektrodenpotential, Kinetik, Korrosionsarten • Messmethoden • Korrosionsschutz und Beschichtungen • Korrosions- und Degradationsverhalten von inerten metallischen Biomaterialien sowie von resorbierbaren • Löslichkeit und Alterungsverhalten von inerten Keramiken sowie degradierbaren • Degradierbarkeit und Alterung von Polymeren und Kompositen
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Korrosionsvorgänge sowie ihre unterschiedlichen Mechanismen (elektrochemisch, chemisch und physikalisch) verstehen und erläutern können (2) • das Korrosionsverhalten der wichtigsten Biomaterialien sowie die Kennwerte und ihre praktische Bedeutung kennen und erläutern können (2) • die Anforderungen, die bezüglich Korrosionsverhalten an Implantat oder Prothese gestellt werden, erkennen und verstehen (3) • die wichtigsten Herstellungsmethoden kennen, um die Limitation des Materials und Bauteils im Einsatz zu verstehen und die Möglichkeiten der Optimierung zu erkennen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• mit Fachwörtern der Korrosion und Alterung präzise und sorgfältig umzugehen, um z.B. in Zulassungsverfahren argumentieren zu können (2)• mögliche Risiken durch Korrosion und Alterung von Materialien, die als Medizinprodukte im und am Körper eingesetzt werden, zu verstehen (3)• nicht nur werkstoffwissenschaftliche Grundlagen, sondern auch die Anwendung in Medizinprodukten zu verstehen, um bereichsübergreifende Diskussionen zu führen (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Kurs E-Learning-Plattform pdf Folien der Vorlesung
Lehrmedien
Rechner/ Beamer, Exponate
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• E. Wintermantel und S.-W. Ha, Medizintechnik – Life Science Engineering, Springer Verlag Berlin• W. Bergmann, Werkstofftechnik I, Carl Hanser Verlag München• Ausserdem siehe Literaturempfehlungen und –verweise in der Veranstaltung sowie im pdf der Veranstaltung

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Masterarbeit mit Präsentation (Master Thesis with Presentation)		MAP
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sebastian Dendorfer	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.		Schwerpunkt Pflichtmodul	30

Verpflichtende Voraussetzungen
Zulassungsvoraussetzung für MP: Die schriftliche Arbeit muss mindestens mit "ausreichend" bewertet worden sein.

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Mündliche Präsentation der Masterarbeit		2
2.	Schriftliche Ausarbeit		28

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Mündliche Präsentation der Masterarbeit (Presentation of Master Thesis)		MP
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sebastian Dendorfer	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	in jedem Semester	
Lehrform		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.		deutsch	2

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	-

Studien- und Prüfungsleistung
Präsentation der Masterarbeit
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten • Durchführung von Literatur-Recherchen • Verfassen wissenschaftlicher Texten • Vortragstechnik
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • demonstriert die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeit (3) • demonstriert die Fähigkeit wissenschaftliche Erkenntnisse in Wort und Schrift darzustellen (3)
Lehrmedien
Tafel, Overheadprojektor, Rechner/Beamer
Literatur
keine Literaturangaben

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Schriftliche Ausarbeit (Master Thesis)		MA
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sebastian Dendorfer	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
N.N.	in jedem Semester	
Lehrform		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
3.		deutsch	28

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
-	-

Studien- und Prüfungsleistung
Masterarbeit
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Selbständige ingenieurmäßige Bearbeitung von technischen Fragestellungen, auch unter Einbeziehung anderer Disziplinen • Aufbereitung und kritische Bewertung der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form • Dokumentation der Ergebnisse in wissenschaftlicher Form
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • innovative Methoden bei der anwendungsorientierten Lösung von technischen Problemstellungen einzusetzen (3) • theoretisch und experimentell gewonnene Ergebnisse kritisch zu bewerten (3) und daraus Schlüsse zu ziehen (3) • Fertigkeit zur Dokumentation einer Untersuchung in Form einer wissenschaftlich fundierten Abhandlung (2)
Angebotene Lehrunterlagen
k.A.
Lehrmedien
k.A.

Literatur
keine Literaturangaben

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Numerische Strömungsberechnung (Computational Fluid Dynamics)		NSB
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Lars Krenkel	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Numerische Strömungsberechnung	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Numerische Strömungsberechnung (Computational Fluid Dynamics)		NSB
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Lars Krenkel	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Lars Krenkel	nur im Wintersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
k. A.

Inhalte und Qualifikationsziele
<p>In der Lehrveranstaltung Numerische Strömungsberechnung werden theoretische und praktische Kenntnisse zur numerischen Berechnung von Strömungen kompressibler/inkompressibler Fluide anhand biomedizinischer Problemstellungen vermittelt. Ausgangspunkt dafür ist eine kurze Vorstellung der wichtigsten theoretischen Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics - CFD) sowie ein praktischer Einstieg in Funktionsweise und Anwendung moderner CFD-Software.</p> <p>Folgende Inhalt werden (aufbauend auf den Modulen GWS, BFM sowie NV) thematisiert:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundgleichungen zu kompressiblen und inkompressiblen, reibungsbehafteten Strömungen• Einführung in die Theorie der Strömungs- und Temperatur-Grenzschichten• Einführung in die Turbulenzmodellierung• Grundlagen zur räumlichen und zeitlichen Diskretisierung mittels Finite-Volumen-Verfahren• Einführung in numerische Lösungsverfahren• Theoretische und praktische Einführung in die numerische Gittergenerierung• Praktische Einführung in die numerische Strömungsberechnung mittels Strömungslöser am Beispiel von biologischen/biomedizinischen Strömungen <ul style="list-style-type: none">- Einfluss von numerischen und geometrischen Randbedingungen- Stabilität und Konvergenz- Qualitätskriterien, numerische Genauigkeit und numerische Fehler• Vermittlung erster praktischer Erfahrungen im Umgang mit dem kommerziellen ANSYS ICEM CFD und ANSYS FLUENT Softwarepaket
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• grundlegende biomedizinische/biofluidmechanische Strömungsfragen zu abstrahieren (1) und mittels eines kommerziellen CFD-Softwarepaketes zu untersuchen (2).• geeignete numerische Randbedingungen und numerische Modelle zur Beschreibung eines strömungsmechanischen Problems auszuwählen (2) und praktisch anzuwenden (2).• Wichtige Einflussgrößen und Fehlerquellen im Rahmen einer numerischen Strömungsberechnung zu identifizieren (1) und grundlegend zu bewerten (2).• Ergebnisse numerischer Strömungsberechnungen darzustellen und zu bewerten (2).• grundlegende Strömungsvorgängen mit Hilfe von CFD wissenschaftlich zu analysieren (3).
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• die Grundlagen der numerischen Strömungsberechnung ingenieurgemäßig zu verstehen (2) und verständlich zu beschreiben (1).• eigenständig Problemlösungen zu grundlegenden biofluidmechanischen Fragestellungen mittels kommerzieller CFD Software ingenieurwissenschaftlich zu erarbeiten (2).• Vorliegende numerische Berechnungsansätze sowie numerische Ergebnisse im Kontext Genauigkeit, Zuverlässigkeit, möglicher Fehler/Probleme bzw. genereller Aussagekraft/Qualität zu bewerten (2).• Praktische Aufgabenstellungen in Projektteams strukturiert und synergetisch zu bearbeiten (2) sowie erzielte Ergebnisse in entsprechender Fachterminologie im Plenum zu präsentieren (2).

Angebote Lehrunterlagen
Übungsunterlagen, Lehrbuchempfehlungen
Lehrmedien
Tafel/ Overheadprojektor/ Beamer, PC
Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. Exemplarisch: H. K. Versteeg, W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Pearson Prentice Hall; J. H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer Verlag.

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Optimierung (Optimization Methods)		OPT
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schlegl	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Differenzial- und Matrizenrechnung, Grundlagen der Programmierung, numerische Lösungsverfahren, Regelungstechnik

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Optimierung	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Optimierung (Optimization Methods)		OPT
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Thomas Schlegl	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Thomas Schlegl	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
<p>siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik Das Modul OPT wird in den Studiengängen MMB und MMT gleich geprüft. Das Modul wird wechselseitig anerkannt.</p>
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2) ohne eigenes Schreibpapier, 1 beliebig bedrucktes oder beschriebenes DIN-A4-Blatt

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none">• Grundbegriffe der Optimierungstheorie und ihre Anwendungsmöglichkeiten• Möglichkeiten der Klassifizierung von Optimierungsproblemen• Erkennen und mathematisches Formulieren eines Optimierungsproblems• Definition statische Optimierungsprobleme• Abstraktion und geschlossene Lösung ein- und mehrdimensionaler statischer Optimierungsprobleme• Formulierung und geschlossene Lösung durch Gleichungsnebenbedingungen eingeschränkter statischer Optimierungsprobleme• Formulierung und geschlossene Lösung durch Ungleichungsnebenbedingungen eingeschränkter statischer Optimierungsprobleme• Anwendung der Methode kleinster Fehlerquadrate• Anwendung verschiedener numerischer und gemischt analytisch-numerischer Lösungsverfahren für unbeschränkte und beschränkte statische Optimierungsprobleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newtonverfahren, Verfahren nach Levenberg-Marquardt, sequentielle quadratischer Programmierung, usw.)• Lösung statischer Optimierungsprobleme mit evolutionären Algorithmen Anwendungsmöglichkeiten von Verfahren der statischen Optimierung in der Produktionsplanung, der Regelungstechnik und der Logistik
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• Eigenschaften von Optimierungsproblemen zu analysieren (3)• Optimierungsprobleme zu abstrahieren, zu modularisieren und graphisch zu repräsentieren (2)• Freiheitsgrade, Zielfunktionen und Restriktionen aufgabenangemessen zu formulieren (2)• Optimierungsprobleme unter Berücksichtigung einer werkzeugunterstützten Lösung zu formulieren (2)• das für eine gegebene Optimierungsaufgabe geeignetste Lösungsverfahren auszuwählen (2)• Optimierungsprobleme werkzeugunterstützt zu lösen (2)• rechnergestützt generierte Lösungen für Optimierungsproblem kritisch zu analysieren (3)• die universelle Anwendbarkeit optimierungstheoretischer Methoden und Lösungsverfahren, etwa auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz, zu erkennen (1)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• mit textuell oder/und graphisch spezifizierten Optimierungsproblemen umzugehen (1)• die Übertragbarkeit optimierungstheoretischer Methoden auf viele Fachgebiete von Ingenieurwissenschaften bis Ökonomie zu verstehen (1)• komplizierte, praxisnahe Optimierungsprobleme im Team zu bearbeiten (1)• Analyse- und Berechnungsergebnisse im Fachgespräch zu präsentieren (1)• die zentrale Bedeutung der Optimierungstheorie als Werkzeug für Entscheidungsfindungsprozesse zu erkennen (1)• ethische Implikationen des Einsatzes optimierungstheoretischer Methoden zu erkennen (1)• Technikfolgen der Anwendung optimierungstheoretischer Methoden abzuschätzen (1)• sozioökonomische Aspekte der Optimierungstheorie für die gesamtgesellschaftliche Entwicklung in Europa zu durchdringen (2)

Lehrmedien
Rechnergestützte Präsentation
Literatur
Literaturempfehlungen siehe Lehrunterlagen siehe Kurs E-Learning-Plattform

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Polymere in der Medizintechnik (Polymers in Medical Technology)		PIM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Polymere in der Medizintechnik	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Polymere in der Medizintechnik (Polymers in Medical Technology)		PIM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Helga Hornberger	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Dr. Bernhard Schmitt (LB)	nur im Sommersemester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht bei fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodulen		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
siehe Wahlpflichtmodulkatalog Master Medizintechnik
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
SHM (siehe Seite 2)

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen zu Kunststoffen (2) • Verarbeitungsverfahren mit Schwerpunkt Spritzguss (2) • Aufbau von Spritzgusswerkzeugen (1) • Anforderungen an Kunststoffe im Umfeld der Medizintechnik (3) • Aufbau, Eigenschaften und Anwendung wichtiger Polymere (3) • Messgrößen (z.B: Elastizitätsmodul, MVR etc.) zu Kunststoffen und deren Interpretation (3)
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften von Kunststoffen der Medizintechnik einzuschätzen (3) • Eine Werkstoffauswahl im medizinischen bzw. pharmazeutischen Umfeld zu treffen (3) • Spritzgießgerecht Kunststoffbauteile zu konstruieren (2) • Erfordernissen aus Werkzeugbau und Fließverhalten der Kunststoffe zu kennen (1) • eine Verbindungstechnik auszulegen (2) • Die Verwendbarkeit eines Polymers für einen Anwendungsfall richtig einzuschätzen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none">• Interdisziplinär mit anderen Kompetenzfeldern (Simulation, Werkzeugbau, Belange der Massenproduktion) agieren zu können (2)• Verständnis für Anforderungen an Kunststoffe aus dem pharmazeutischen und regulatorischem Umfeld (3)
Angebotene Lehrunterlagen
pdf Folien der Vorlesung
Lehrmedien
Rechner/ Beamer, Exponate
Literatur
Saechtling, Kunststoff Taschenbuch, Hanser Verlag Weitere Literatur siehe Veranstaltung

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Regelwerke für Medizinprodukte (Guidance and Standards for Medical Devices)		RFM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Max Singh	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.		Schwerpunkt Pflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Grundlagen des europäischen Medizinprodukterechtes

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Regelwerke für Medizinprodukte	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Regelwerke für Medizinprodukte (Guidance and Standards for Medical Devices)		RFM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Max Singh	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Max Singh	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	4 SWS	deutsch/englisch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
Studienarbeit mit Präsentation
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
alle

Inhalte und Qualifikationsziele
Im Rahmen der Veranstaltung werden die Kenntnisse zu den regulatorischen Anforderungen für die Entwicklung und den globalen Marktzugang von Medizinprodukten in verschiedenen Regionen weltweit vermittelt. Mit Hilfe praktischer Beispiele werden die gesetzlichen Anforderungen erarbeitet und die Anwendung geübt.
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relevante internationale Normen und regulatorische Vorgaben für die Medizintechnik zu kennen, einschließlich der Zulassungsvorgaben der FDA (USA) und der Anforderungen der europäischen MDR 2017/745 (1) • Die Struktur und Anforderungen der MDR sowie der wichtigsten Anhänge (I, II, III) zu verstehen und in spezifischen Fragestellungen anzuwenden (2) • Globale regulatorische Anforderungen, einschließlich der Zulassungsvorgaben der FDA und der MDR-Vorgaben, zu analysieren und deren Bedeutung für die Medizinprodukteentwicklung zu erläutern (2) • Klassifizierungsfragen und verschiedene Interpretationen der regulatorischen Vorgaben zu bewerten und Lösungsvorschläge zu entwickeln (2) • Die Bedeutung der Klinischen Bewertung nach globalen Standards zu verstehen und deren Konsequenzen zu erkennen (2)

<ul style="list-style-type: none"> • Konformitätsbewertungsverfahren in der EU und die Marktbeobachtungsanforderungen für wichtige Märkte zu planen und anzuwenden (3) • Die relevanten Anhänge der MDR in Fallstudien praktisch zu integrieren (3)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein fundiertes Verständnis für regulative Anforderungen in der Medizinprodukteentwicklung zu entwickeln und dieses verständlich an fachfremde Personen zu vermitteln (2) • den normgerechten Aufbau der Technischen Dokumentation zu erarbeiten (2) • relevante globale Vorgaben und Gesetze für Medizinprodukte in praktischen Fallstudien anzuwenden (3) • die Anforderungen internationaler Anforderungen an Medizinprodukte, Hersteller und andere Wirtschaftsakteure zu benennen, auszuwählen und exemplarisch anzuwenden sowie zu präsentieren (3)
Angebotene Lehrunterlagen
Relevante Gesetzestexte, Vorschriften und Normen
Lehrmedien
Rechner/Beamer; Tafel; Flipchart; ELO; ViMP
Literatur
Wird zu Vorlesungsbeginn bekanntgegeben

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Versuchstechnik und Datenanalyse mit Praktikum (Experimental Techniques and Data Processing with Laboratory Exercises)		VTD
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sebastian Dendorfer	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.		Schwerpunkt Pflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
keine

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang	Arbeitsaufwand
		[SWS o. UE]	[ECTS-Credits]
1.	Versuchstechnik und Datenanalyse mit Praktikum	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Versuchstechnik und Datenanalyse mit Praktikum (Experimental Techniques and Data Processing with Laboratory Exercises)		VTD
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Sebastian Dendorfer	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Sebastian Dendorfer	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht, Praktikum		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60	90

Studien- und Prüfungsleistung
Studienarbeit mit Präsentation
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
k. A.

Inhalte und Qualifikationsziele
<p>In diesem Modul entwickeln und präsentieren die Studierenden einen Forschungsantrag für eine aktuelle wissenschaftliche Fragestellung. Der Fokus der Antragsstellung liegt auf der Planung der Versuche und der Datenanalyse. Eventuell anfallende Vorversuche werden nach Einführung eigenständig im Labor durchgeführt. Die Anträge werden nach Fertigstellung einem Gremium präsentiert und diskutiert.</p> <p>Thematisch werden diese Punkte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bearbeiten eines komplexen wissenschaftlichen Problems mit den Fokus auf die Versuchstechnik und Datenanalyse • Planung von numerischen und experimentellen Versuchsreihen • Entwicklung von Konzepten zur Analyse von numerischen und experimentellen Daten • Erstellen von Versuchsplänen und Protokollen • Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten • Strukturierung von Versuchsreihen • Verifizierung und Beurteilung von Methoden • Verifizierung und Beurteilung von Ergebnissen • Kennenlernen von verschiedenen Messsystemen zur Erfassung von physiologischen, kinetischen und kinematischen Größen

Lernziele: Fachkompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• Wissenschaftliche Hypothesen zu erarbeiten (2)• Versuchspläne zu erstellen (2)• Wissenschaftliche Recherchen durchzuführen (2)• Problemlösungen zu diskretisieren• Methoden zu beschreiben (2)• Datenanalysen zu diskutieren (3)• Experimente selbstständig durchzuführen (2)• Wissenschaftliche Anträge zu formulieren (2)
Lernziele: Persönliche Kompetenz
Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• Projektanträge und -pläne in interdisziplinären Teams zu entwickeln (2)• Projektfortschritte mit den Teammitgliedern abzustimmen (2)• Den Daten- und Informationsfluss im Team zu steuern (2)• Protokolle, Arbeitsfortschritte und Ergebnisse zu präsentieren und diskutieren (3)• Kritisch methodische Ansätze zu beurteilen (2)
Angebotene Lehrunterlagen
Folien, Literatur, Videos, Handbücher
Lehrmedien
Tafel, Rechner/Beamer, Rechnerarbeitsplätze, Prüfstände, Labor
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Siebertz, van Bebber, Hochkirchen; Statistische Versuchsplanung, Springer Verlag• Berger, Maurer, Celli; Experimental Design, Springer Verlag

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden

Modulbezeichnung (ggf. englische Bezeichnung)		Modul-KzBez. oder Nr.
Vertiefung Qualitätsmanagement		VQM
Modulverantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann	Maschinenbau	

Studiensemester gemäß Studienplan	Studienabschnitt	Modultyp	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. oder 2.		Schwerpunkt Wahlpflichtmodul	5

Verpflichtende Voraussetzungen
keine
Empfohlene Vorkenntnisse
Grundkenntnisse im Qualitätsmanagement

Inhalte
siehe Teilmodul

Zugeordnete Teilmodule:

Nr.	Bezeichnung der Teilmodule	Lehrumfang [SWS o. UE]	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1.	Vertiefung Qualitätsmanagement	4 SWS	5

Teilmodul		TM-Kurzbezeichnung
Vertiefung Qualitätsmanagement		VQM
Verantwortliche/r	Fakultät	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann	Maschinenbau	
Lehrende/r / Dozierende/r	Angebotsfrequenz	
Prof. Dr. Claudia Hirschmann Dr. Matthias Spickenreuther (LB)	jedes 2.Semester	
Lehrform		
Seminaristischer Unterricht		

Studiensemester gemäß Studienplan	Lehrumfang [SWS oder UE]	Lehrsprache	Arbeitsaufwand [ECTS-Credits]
1. o. 2.	4 SWS	deutsch	5

Zeitaufwand:

Präsenzstudium	Eigenstudium
60 h	90 h

Studien- und Prüfungsleistung
mündliche Prüfung, 20 Min.
Zugelassene Hilfsmittel für Leistungsnachweis
keine

Inhalte und Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung und Ausprägung des Themas „Process Management“ in der Praxis, in Qualitätsmanagementsystemen, in der Normenreihe ISO 9000ff, ggf. in weiteren gängigen Normen, im Total Quality Management (TQM), EFQM, in CMMI, SPICE, etc. • ggf.: Bedeutung des Prozessmanagements aus verschiedenen Blickwinkeln und in verschiedenen Branchen • Aufgaben des operativen und strategischen Prozessmanagements, Elemente des und Schritte im Prozessmanagement, Formen der Prozessorganisation • Grundlagen von Prozessen: Prozessarten, -typen, -ebenen, Meilensteine, Quality-Gates, Schnittstellen, gängige Prozess-Darstellungen (z.B. Prozesslandkarte, SIPOC, etc.) und Modellierung, Dekomposition, etc. • Prozessbewertungen: gängige Kennzahlen, Prozess-Audits, -Assessments, Balanced Score Card, Reviews, Qualitätsregelkarten mit Bewertung, Prozessfähigkeitsuntersuchungen mit Kennzahlen • Prozessmodelle, Referenzmodelle, Reifegradmodelle, jeweils mit Beispielen, z.B. SCOR, etc. • EFQM Modell mit RADAR-Bewertungssystematik • Einführung in die EFQM-Lens-Tools zur erfolgreichen Erfüllung der Ziele der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung (UN-SDGs) • CMMI-Modelle, CMMI-DEV, CMMI-Aufbau, -Bewertungssystematik, -Appraisals • SPICE, SPICE-Aufbau, -Bewertungssystematik • Prozessverbesserung: Methoden zur Analyse der Problem-Ursache-Kausal-Zusammenhänge (z.B. Ishikawa-Diagramm mit 8M, 5-W-Methode, Pareto- Diagramm, z.B. ggf. auch Engpasstheorie, Systems Thinking, etc.) einschließlich der Prozess-Analyse hinsichtlich Nachhaltigkeit (System Denken, Denken in Kreisläufen, etc.), • Methoden zur Prozessverbesserung bzgl. Struktur, Abläufen, etc. (z.B. gängige Prozess-Gestaltungsprinzipien, Poka Yoke, 5s-Methode, PDCA, etc., ggf. Lean); Methoden zum Prozessänderungsmanagement (Change Management, ggf.: agile Methoden), Ansätze und Modelle zur Prozess-Gestaltung und zum Change Management hinsichtlich der Herausforderungen rund um das Thema Nachhaltigkeit • Grundlagen zu den Themen der Statistischen Versuchsmethodik: Schwerpunkt Design of Experiments (DoE) mit Überblick über die verschiedenen Methoden • statistische Grundlagen zu DoE: Vorgehensweise der Statistik, deskriptive und induktive Statistik, Grundprinzip der Hypothesentests, Fehler 1. u. 2. Art; wichtige Hypothesentests: T-Test, F-Test, ANOVA • klassische Versuchsmethodik (DoE - Design of Experiments): Vollständige und unvollständige Versuchspläne, Vermengungsstrukturen, Blockbildung und Randomisierungen, Signifikanz von Wirkungen und Wechselwirkungen, zentral zusammengesetzte Versuchspläne • Digitalisierung und ihre Auswirkung auf die Themen Prozessmanagement, Statistische Versuchsmethodik und DoE, Safety, Security
Lernziele: Fachkompetenz
<p>Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Process Managements und die Bedeutung dessen aus verschiedenen Blickwinkeln zu nennen und einzuschätzen (3) • operative und strategische Aufgaben des Process Managements zu planen, auszuführen und darzustellen (3) • komplette Prozessbeschreibungen und Verfahrensanweisungen zu erstellen, zu analysieren und zu bewerten (3); Dekomposition von Prozess-Ebenen auszuarbeiten und

zu analysieren (3); geeignete Prozess-Darstellungen (z.B. Prozesslandkarte, SIPOC, etc.) auszuwählen, auszuarbeiten, zu bewerten, zu interpretieren und zu empfehlen (3)

- Prozessbewertungen anhand gängiger Kennzahlen, Prozess-Audits, -Assessments, Reviews, Qualitätsregelkarten mit Bewertung, Prozessfähigkeitsuntersuchungen mit Kennzahlen auszuarbeiten, zu analysieren, zu beurteilen und darzustellen (3)
- Prozessmodelle nach Kriterien aus ISO 9001, ISO 9004, EFQM, CMMI, SPICE, SCOR zu beurteilen (3), die Organisation von Prozessen und Prozessorganisationen zu beurteilen (3)
- das EFQM Modell und die RADAR Systematik für verschiedene Szenarien anzuwenden, auszuarbeiten und zu bewerten (3), Selbstbewertung eines Betriebs anhand des EFQM Modells durchzuführen, zu untersuchen und dazu die Prozessreife zu analysieren und zu beurteilen (3)
- CMMI samt Bewertungssystematik für Szenarien aufzustellen, zu entwickeln, auszuarbeiten, zu bewerten und darzustellen (3)
- die Weiterentwicklung von Unternehmen hinsichtlich CMMI zu analysieren, zu beurteilen, einzuschätzen, zu empfehlen und darzustellen (3)
- Vergleich verschiedener Reifegradsystematiken (z.B. SPICE, CMMI, EFQM, etc.) auszuarbeiten und zu bewerten (2)
- Verbesserungspotentiale von Prozessen und Weiterentwicklung von Unternehmen anhand Methoden zur Analyse der Problem-Ursache-Kausal-Zusammenhänge zu untersuchen, zu analysieren, auszuarbeiten, einzuschätzen und zu empfehlen (3), Methoden zur Prozessverbesserung und Methoden zum Prozessänderungsmanagement anzugeben, situativ geeignete auszuwählen, auszuarbeiten, auszuführen und zu empfehlen (3)
- Grundlagen des Design of Experiments zu nennen (1)
- effektive und effiziente Planung und Durchführung von Versuchen in Entwicklung und Produktion auszuarbeiten und zu beurteilen (3)
- Systeme, die sich zum Einsatz von Versuchsmethodik eignen, auszuwählen, zu identifizieren, handzuhaben, auszuführen, zu bewerten und zu empfehlen (3)
- geeignete Versuchsplänen zu erstellen, auszuarbeiten, auszuführen, zu interpretieren und zu bewerten (3)
- Software zur Unterstützung des DoE anzugeben, einzuschätzen und auszuwählen (2)
- systematische Versuchspläne zur Optimierung von Prozessen und Produkten zu evaluieren (3)
- Versuchsergebnisse auf statistisch fundierter Basis korrekt zu interpretieren (3) und darauf aufbauend fundierte Entscheidungen zu entwickeln, auszuarbeiten, zu evaluieren und zu empfehlen (3)
- wissenschaftliche schriftliche Ausarbeitungen und Diskussionen in simulierten Praxissituationen, z.B. anhand Fallstudien-Arbeit, auszuführen, auszuarbeiten und darzustellen (3)
- die Rolle statistischer Gesetzmäßigkeiten bei Planung und Durchführung von Versuchen anzugeben, zu bewerten und darzustellen (3), sowie mögliche Folgen von vor diesem Hintergrund getroffenen Entscheidungen (quantifizierbares Restrisiko) zu beurteilen und darzustellen (3)

Lernziele: Persönliche Kompetenz

Nach der erfolgreichen Absolvierung des Teilmoduls sind die Studierenden in der Lage,

- komplexe Projekte im Prozessmanagement und bezüglich DoE unter Einbeziehung aller Interessenspartner zu planen und als Projektleiter erfolgreich auszuführen (2)
- ethisch überlegte Entscheidungen im Prozessmanagement mit dem Bewusstsein übergreifender globaler Auswirkungen der Entscheidungen und des Handelns auszuarbeiten, zu evaluieren, darzustellen und vorzuschlagen (3)

- Originalmaterial in englischer Sprache handzuhaben und zu benutzen (2)
- durch eigenes „Lernen durch Lehren“ im Bereich VQM sich selbstverantwortlich weiterzuentwickeln, verschiedene VQM-Themen (ggf. z.B. in Referaten) darzustellen und im Hinblick auf zukünftige Aufgaben der Arbeits- und Lebenswelt zu reflektieren und zu beurteilen (3)
- Verantwortung und Aufgaben in der Prozessmanagement-Führung für die systematische sachgerechte Weiterentwicklung eines Unternehmens (z.B. anhand von Fallbeispielen) zusammenzustellen, einzuschätzen, abzuwägen und darzustellen (3).
- Verantwortung und Aufgaben in einer Prozessmanagement-Führung strategischer und operativer Art für ein Unternehmen und aus globaler Sicht zusammenzustellen, einzuschätzen und darzustellen (3)
- Aufgaben in einer Prozessmanagement-Führung in interdisziplinären Projekten und Rolle des Prozessmanagements in der Produktion, in Projekten, im Unternehmen und unternehmensübergreifend zusammenzustellen, die Interessen anderer zu erkennen und aus Sicht der Rolle zu reflektieren (2)
- ihre eigene Verantwortung für sichere und regularienkonforme, effektive und effiziente Prozesse von guter Qualität und deren Auswirkungen anzugeben und einzuschätzen (3)
- fachübergreifende Auswirkungen ihres Handelns unter Berücksichtigung von Technikfolgen bezüglich Qualität und Prozessmanagement zu nennen und einzuschätzen (3)
- sachgerechte Positionen zum Prozessmanagement und DoE in Planungs- und Entscheidungsprozesse einzubringen und unter Erkennung und Reflexion der Meinungen anderer abzuwägen und zu diskutieren (3)
- konstruktive und sachlich begründete Anregungen hinsichtlich Prozessmanagement und DoE z.B. in Produktentwicklung einzubringen, abzuwägen und zu diskutieren (3)
- statistische Gesetzmäßigkeiten bei Planung und Durchführung von Versuchen anzugeben, sowie mögliche Folgen von vor diesem Hintergrund getroffenen Entscheidungen (quantifizierbares Restrisiko) zu beurteilen und anderen darzustellen und zu erklären (3)

Angebote Lehrunterlagen

Skript, Englisch-sprachiges Originalmaterial

Lehrmedien

Rechner/Beamer, Videos, professionelle Software, Tafel, Overheadprojektor

Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Best/Weth: Process Excellence. Praxisleitfaden für erfolgreiches Prozessmanagement, Gabler.• Box/Hunter/Hunter: Statistics for Experimenters, Wiley.• CMMI Product Team: CMMI® for Development, Carnegie Mellon.• EFQM: The EFQM Model, www.efqm.org• ISO/IEC 33020 Information technology – Process assessment – Process measurement framework for assessment of process capability• Kern(Herausgeber): Prozessmanagement individuell umgesetzt, Springer.• Klappmann: Versuchsplanung: Produkte und Prozesse optimieren, Hanser.• Klein: Versuchsplanung – DoE: Einführung in die Taguchi/Shainin-Methodik, De Gruyter.• Lunau/Meran/John/Stadter/Roenpage: Six Sigma+Lean Toolset, Springer Gabler.• Montgomery: Design and Analysis of Experiments, Wiley.• Seidlmeier: Prozessmodellierung mit ARIS®, Springer.• Spenhoff: Prozess-Sicherheit II. Statistische Versuchsplanung für Ingenieure in Produkt- und Prozessentwicklung, GRIN.• Wilrich/Henning/Graf/Stange: Formeln und Tabellen der angewandten mathematischen Statistik, Springer.
Weitere Informationen zur Lehrveranstaltung
<p>Das Modul wird in Blockform oder wöchentlich oder gemischt (teils in Blockform, teils wöchentlich) angeboten. Teile des Moduls können durchaus interaktiv gestaltet sein. Das Modul kann auch von Studierenden der Studiengänge MMB, MMT und MAPR besucht werden!</p>

Die Zahlen in Klammern geben die zu erreichenden Niveaustufen an: 1 - kennen, 2 - können, 3 - verstehen und anwenden