



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Life

Science Engineering

(Prüfungsordnungsversion: 20192)

# Inhaltsverzeichnis

Vertiefungsmodule.....	
Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (Vertiefung).....	4
Bioseparation (Vertiefung).....	6
Mechanische Verfahrenstechnik (Vertiefung).....	8
Medizinische Biotechnologie (Vertiefung).....	10
Systembiotechnologie (Vertiefung).....	12
Wahlpflichtmodule mit Praktikum.....	
Fluid-Feststoff-Strömungen mit Praktikum.....	15
Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen.....	17
Rheologie / Rheometrie mit Praktikum.....	19
Scannen und Drucken in 3D.....	22
Technology of Tissue Engineering (TechTE).....	24
Trocknungstechnik mit Praktikum.....	26
Umweltbioverfahrenstechnik.....	28
Wahlpflichtmodule.....	
Application of Cell Technology and Biofermentation.....	32
Biophysik und Biomechanik.....	34
Clean combustion technology with laboratory course.....	35
Digitale Bildverarbeitung.....	38
Epidemiologie.....	40
Fluid-Feststoff-Strömungen.....	42
Immun-Biotechnologie.....	44
Industrielles Produkt-Design.....	46
Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (KI-ING).....	47
Membranverfahren.....	49
Optical Technologies in Life Science.....	51
Partikelbasierte Strömungsmechanik.....	54
Pharmazeutische Technologie.....	56
Rheologie / Rheometrie.....	58
Scannen und Drucken in 3D.....	61
Self-organisation processes.....	63
Technische Chromatographie.....	65
Technology of Tissue Engineering (TechTE).....	67
Trocknungstechnik.....	69
Umweltbioverfahrenstechnik.....	71
Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät.....	
BWL für Ingenieure.....	75
Fluid-Feststoff-Strömungen.....	77
Genetic Engineering (Gentechnik).....	79
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften.....	81
Industriepraktikum (M.Sc. Life Science Engineering 20192).....	83
Masterarbeit (M.Sc. Life Science Engineering 20192).....	85
Projektierungskurs.....	87
Wahlmodul (FAU-weit).....	88

# Vertiefungsmodule

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94429	<b>Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (Vertiefung)</b> (Focus Module: Bioreaction and Bioprocess Engineering)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (Mikrobielle Verfahrenstechnik) (3 SWS)  Tutorium: Tutorium zur Mikrobiellen Verfahrenstechnik (1 SWS)  Übung: Übungen zu Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (Mikrobielle Verfahrenstechnik) (2 SWS)	2,5 ECTS  -  -
3	Lehrende	Dr. Roman Breiter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roman Breiter	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion von Enzymen, Verwendung von Enzymen, Enzymatische Assays, Fructosesirupproduktion, Holzhydrolyse</li> <li>• Produktion von Ethanol und Lösemittelgärung</li> <li>• Essigsäureproduktion</li> <li>• Produktion von Aminosäuren</li> <li>• Industrielle L-Glu-Produktion, Metabolom, Exkretionsproblem, Aufarbeitung</li> <li>• Industrielle L-Lys- und Biolys-Produktion, Metabolom, Metabolic engineering</li> <li>• L-Met-Produktion, Chemische Synthese, Enzymatische Transformation, Acylase-Prozess, EMR-Verfahren</li> <li>• Tert-L-Leu-Produktion, Cofaktorrecycling, EMR-Verfahren</li> <li>• Zitronensäureproduktion, Metabolom, Exkretion, Enzymaktivitäten, Extraktionsverfahren</li> <li>• Produktion von Penicillinen, Metabolismus, halbsynthetische, natürliche und biosynthetische Penicilline</li> <li>• Nucleotide, Vorkommen, GMP5/IMP5-Produktion</li> </ul> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zitronensäureproduktion, einfache mikrobielle Arbeitstechniken, Assays</li> <li>• Produktion von Speiseessig (Fesselverfahren), enzymatische Assays</li> <li>• Isolation von Antibiotikaproduzenten, einfach mikrobielle Arbeitstechniken</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen industriell bedeutsame Produkte und Verfahren</li> <li>• verstehen die Aufarbeitungsprozesse</li> <li>• kennen die Grundlagen und Kennzeichen des Metabolismus der Produktionsstämme</li> <li>• erkennen folgende Zusammenhänge:</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- zwischen dem Metabolismus und der Prozessführung</li> <li>- zwischen Stoffeigenschaften/Verfahrensauswahl und Prozessführung</li> <li>- zwischen Metabolismus, Produkteigenschaften und Prozessführung</li> <li>• vertiefen die Kenntnisse durch anschauliche Laborversuche</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Vorlesung baut auf dem Kernfach Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (BRT_D) auf.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Life Science Engineering 20152 Vertiefungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführliche englischsprachige Tafelanschrift</li> <li>• Zugriff auf Präsentationsmaterial über Web-Seite</li> <li>• Unterlagen auf Web-Seite</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94470	<b>Bioseparation (Vertiefung)</b> (Focus Module: Bioseparation)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vertiefung Bioseparation (VL) (3 SWS) Übung: Vertiefung Bioseparation (UE) (0 SWS) Praktikum: Vertiefung Bioseparation (PR) (0 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit Malvina Supper Jakob Söllner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aufbauend auf dem Modul Bioseparation (BioSep) oder gleichwertigen Modulen werden alle relevanten Methoden des Downstreamprocessings vertiefend behandelt. Ein Schwerpunkt liegt auf modernen chromatographischen Trennverfahren, die bei der Herstellung hochwertiger Produkte, wie bspw. rekombinante Proteine, besondere Bedeutung haben.</p> <p>Das Hauptaugenmerk liegt auf der Analyse, Auslegung und Bewertung entsprechender Verfahren. Daher werden neben praxisrelevanten Aspekten und experimentellen Methoden zur Analyse und Parameterbestimmung auch Kenntnisse zur (dynamischen) Modellierung und Simulation einzelner Verfahrensschritte und gesamter Fließbilder vermittelt. Abschließend werden innovative Ansätze für besonders effiziente Verfahren diskutiert, wie z.B. kontinuierliche und integrierte Prozesse.</p> <p>Gliederung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Biomolecules and their properties</li> <li>• Fundamental engineering principles</li> <li>• Cell disruption</li> <li>• Sedimentation and centrifugation</li> <li>• Filtration and Membrane processes</li> <li>• (Extraction)</li> <li>• Chromatography</li> <li>• (Precipitation and crystallization)</li> <li>• Advanced process concepts</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben ein vertieftes Verständnis der in biotechnologischen Aufarbeitungen genutzten Verfahren</li> <li>• kennen Methoden zur Bestimmung relevanter physiko-chemischer Parameter</li> <li>• beherrschen grundlegende experimentelle Techniken in der Chromatographie und in Membranverfahren</li> <li>• sind in der Lage, für gegebene Aufgaben geeignete Verfahren zu identifizieren und Alternativen zu diskutieren</li> <li>• können einfache Prozessmodelle selbstständig erstellen und zur Auslegung von Verfahrensschritten anwenden</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Ansätze für innovative Prozesskonzepte.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse im Downstreamprocessing oder thermischen Trennverfahren
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	3.-4. Vertiefungsmodul Master of Science Life Science Engineering 20152 Vertiefungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Vertiefend neben dem vorlesungsbegleitenden Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Harrison, Todd, Rudge, Petrides, Bioseparation Science and Engineering, Oxford University Press, 2003</li> <li>• Carta, Jungbauer, Protein Chromatography: Process Development and Scale-Up, Wiley-VCH, 2010</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94440	<b>Mechanische Verfahrenstechnik (Vertiefung)</b> (Focus module: Mechanical process engineering)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Product Engineering (1 SWS) Vorlesung: Product Engineering (3 SWS) Praktikum: Praktikum in Product Engineering (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Product Engineering (1 SWS)	- 7,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Lukas Gromotka Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert Dr. Cornelia Damm	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen der Produktgestaltung behandelt. Ausgehend von der Eigenschaftsfunktion (Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften) werden Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften vorgestellt und an exemplarischen Prozessen vertieft. Neben der Partikelproduktion (u.a. Gasphasensynthese, Fällung, Zerkleinern) werden Fragen der Formulierung (z.B. Beschichtungen) behandelt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Gestaltung nanoskaliger Produkte. Hier gelingt die Einstellung makroskopischer Produkteigenschaften nur durch die mikroskopische Steuerung der Grenzflächen. Als Simulationswerkzeuge werden Populationsbilanzen eingeführt.</p> <p>Es werden Beispiele aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik behandelt. Das Modul richtet sich daher sowohl an Bio- und Chemieingenieure als auch Materialwissenschaftler, Pharmazeutische Technologen und Naturwissenschaftler.</p> <p>Wir fördern Teamfähigkeit und Präsentationstechniken durch die selbstständige Erarbeitung spezieller Beispiele in kleinen Gruppen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen den Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften</li> <li>• setzen Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften an exemplarischen Prozessen um</li> <li>• lernen Partikelproduktion und Formulierungen, insbesondere die Gestaltung nanoskaliger Produkte</li> <li>• lernen die physikalischen Grundprinzipien zur Einstellung der dispersen Größen und deren Umsetzung in technischen Apparaten</li> <li>• wenden die Inhalte mit Beispielen aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik an</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	3.-4. Vertiefungsmodul Master of Science Life Science Engineering 20152 Vertiefungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wird in der Vorlesung ausgegeben

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94380	<b>Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)</b> (Focus Module: Medical Biotechnology)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Vertiefung Medizinische Biotechnologie - Bildverarbeitung (3 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Vertiefung Medizinische Biotechnologie (3 SWS)	5 ECTS
		Praktikum: Praktikum Vertiefung Medizinische Biotechnologie - Muskelbiomechanik (3 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übung Vertiefung Medizinische Biotechnologie (1 SWS)	-
		Praktikum: Praktikum Vertiefung Medizinische Biotechnologie - Malaria (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.habil. Sebastian Schürmann Dominik Schneidereit Michael Haug Dr. Martin Vielreicher PD Dr. Daniel Gilbert Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich Prof. Dr. Bärbel Kappes Katja Steinbach Daniela Dunst	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vertiefung wissenschaftlicher Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zelluläre Ionenkanäle (patch clamp, voltage clamp)</li> <li>- Molekulare dynamische Proteinwechselwirkung (molekulare Motoren)</li> <li>- Multiphotonenmikroskopie</li> <li>- Bildverarbeitung, Informationsextraktion, Cell Signalling</li> <li>- Methoden zur Beurteilung von Muskelperformance</li> <li>- Zelluläre Mechanismen von Malaria</li> <li>- Hochdruckbiologie erregbarer Zellen</li> <li>- Prothetik des Bewegungsapparates</li> </ul> <p>Methoden des intraoperativen Monitorings, z. B. Herz-OPs</p> <p>Entwicklung von Alternativmethoden zu Tierversuchen für industrielle Anwendungen</p> <p>Blick hinter die Kulisse eines Papers wie ein Paper entsteht (Studiendesign)</p>

		Gentechnisch hergestellte Hochleistungs-Materialien für die Medizin
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen Techniken und Methoden zur Erforschung zellulärer Abläufe</li> <li>• verfügen über vertiefende Fach- und Methodenkompetenzen aus dem Gebiet der medizinischen Biotechnologie</li> <li>• sind mit aktuellen Forschungsrichtungen der Zellbiologie und molekularen Technik vertraut</li> <li>• können Informationen aus mikroskopischen Bilddaten extrahieren</li> <li>• verfügen über medizinisches Hintergrundwissen zu ausgewählten Krankheitsbildern</li> <li>• können die einzelnen Schritte von Studienplanung bis zur Veröffentlichung einer Fragestellung nachvollziehen</li> <li>• erlernen softskills zur Studiendesign, -Daten und Ergebnisextraktion aus einer wissenschaftlichen Publikation und Präsentation im Plenum (auf Englisch)</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MBT Kernfach</li> <li>• Kenntnisse zu Molekularbiologie, Gentechnik und Molekulare Medizin</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Life Science Engineering 20152 Vertiefungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literatur wird im Skript jeweils als urls oder Papers markiert

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94478	<b>Systembiotechnologie (Vertiefung)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systembiotechnologie (Vertiefung) (3 SWS) Übung: Übung Systembiotechnologie (Vertiefung) (2 SWS) Praktikum: Praktikum Systembiotechnologie (Vertiefung) (3 SWS)	5 ECTS - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Aljoscha Wahl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Aljoscha Wahl	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht experimenteller „Omics“-Technologien zur systembiologischen Analyse von Zellen und Prozessen (Metabolomics, Transcriptomics, Proteomics)</li> <li>• Einzel-Zell Messungen, z.B. FRET Sensoren</li> <li>• Datengetriebene Analysemethoden, wie z.B. Clustering, Principal component Analysis und andere</li> <li>• Mechanistisch Modellierungsansätze zur Beschreibung zellulärer Prozesse und Regulation.</li> <li>• Modellanalyse anhand von Sensitivitätsanalysen</li> <li>• Stochastische Simulationen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen grundlegende Arbeitstechniken für die systembiologische Analyse von verschiedenen Zellen (Omics).</li> <li>• haben ein Verständnis für die Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Analyse von Omics Daten.</li> <li>• können mechanistische Modelle für zelluläre Netzwerke verstehen, erstellen und analysieren.</li> <li>• können verschiedene datengetriebene Analysemethoden zur Auswertung einsetzen und interpretieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:</p> <p>Biotechnologie 4: Metabolic Engineering (Sommersemester)</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Alon, U: An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits, Chapman & Hall/CRC Computational Biology Series

# Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45341	<b>Fluid-Feststoff-Strömungen mit Praktikum</b> (Solid-liquid two phase flow with laboratory)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Fluid-Feststoff-Strömungen (3 SWS) Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS)	2,5 ECTS - 5 ECTS
3	Lehrende	Björn Düsenberg Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.</p> <p>Die theoretischen Inhalte werden durch die Versuche zur hydraulischen Förderung und zur zirkulierenden Wirbelschicht praktisch umgesetzt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen</li> <li>• stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar</li> <li>• bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung</li> <li>• berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus</li> <li>• vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation</li> <li>• führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44660	<b>Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen</b> (Machine learning and artificial intelligence in engineering)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (Ü) (1 SWS) Vorlesung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (V) (2 SWS) Praktikum: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (PR) (3 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Patric Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Patric Müller	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesungen und Übungen vermitteln ausgewählte Algorithmen aus den Bereichen maschinelles Lernen (ML) und künstliche Intelligenz (KI) auf Grundlagenniveau und illustrieren diese anhand von relevanten Anwendungsbeispielen. Besprochen werden unter anderem die folgenden Themengebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare und logistische Regression</li> <li>• Regularisierung</li> <li>• Neuronale Netze</li> <li>• Support Vector Machines</li> <li>• Clustering</li> <li>• Dimensionsreduktion</li> <li>• Anomaly Detection</li> <li>• Reinforcement Learning</li> </ul> <p>Im Praktikum werden die Inhalte von Vorlesung und Übung durch aktuelle Spezialthemen ergänzt und vertieft. Mögliche Themen sind z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Convolutional Neural networks</li> <li>• Generative Adversarial Networks</li> <li>• Genetic Algorithms</li> <li>• Optimization</li> <li>• Physics Informed Neural Networks</li> <li>• Machine Learning Forecasting</li> <li>• AI-based Image Segmentation</li> <li>• DeepTrack: Using CNNs to Track Particles</li> <li>• Automated Machine Learning</li> <li>• Deep Learning Interpretability</li> <li>• Swarm Intelligence</li> <li>• Visualization of Machine Learning Methods</li> <li>• Informed Reinforcement Learning</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studentinnen und Studenten verstehen <ul style="list-style-type: none"> <li>• was sich hinter den Schlagworten KI und ML verbirgt</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen wichtige Algorithmen aus den Bereichen KI und ML und können diese in Ihrer einfachsten Form selbst implementieren</li> <li>• kennen typische, im Bereich der Verfahrenstechnik relevante Anwendungsbeispiele von KI und ML</li> <li>• verstehen a) was KI und ML leisten kann und b) wo KI und ML im eigenen Fachbereich angewendet werden können</li> <li>• sind fähig, sich speziellere KI- und ML-Algorithmen und Anwendungen eigenständig zu erschließen</li> <li>• sind in der Lage die hochaktuellen Themen KI und ML mit solidem Hintergrundwissen zu diskutieren und zu bewerten</li> <li>• kennen einige für KI und ML wichtige Software-Tools (z.B. Python und Tensorflow) und können damit einfache Aufgaben bearbeiten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Variabel (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hastie, Tibshirani, Friedman, The elements of statistical learning</li> <li>• Wolfgang Ertel, Grundkurs künstliche Intelligenz</li> <li>• Kelleher, MacNamee, DArcy, Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies - Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning</li> <li>• Aurelien Geron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45230	<b>Rheologie / Rheometrie mit Praktikum</b> (Rheology/Rheometry (with laboratory))	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Praktikum: Rheologie/Rheometrie - Praktikum (3 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Markus Neuner Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Wierschem	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und Lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.).</p> <p>Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt.</p> <p>Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus werden sie mit unterschiedlichen rheologischen Messsystemen und methoden vertraut.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen</li> <li>• verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene</li> <li>• entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden</li> <li>• sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen</li> <li>• können geeignete Messmethoden auswählen und anwenden; erkennen und beheben typische Messfehler.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994)</li> <li>• F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001)</li> <li>• J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996)</li> <li>• T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016)</li> <li>• H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989)</li> <li>• R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999)</li> <li>• T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010)</li> <li>• T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004)</li> <li>• P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005)</li> <li>• M. Pahl, W. Gleißle, H.-M. Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995)</li> <li>• D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993)</li> <li>• M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008)</li><li>• D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)</li><li>• G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)</li></ul> |
|--|--|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46101	<b>Scannen und Drucken in 3D</b> (Scanning and printing in 3D)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Scannen und Drucken in 3D (0 SWS) Übung: Übung Scannen und Drucken in 3D (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Scannen und Drucken in 3D (3 SWS)	- - -
3	Lehrende	Michael Blank Dr. Achim Sack Olfa D'Angelo Olfa D'Angelo Dr. Patric Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Patric Müller
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stereo-Imaging</li> <li>- Scannen dreidimensionaler Objekte</li> <li>- Computer-Tomographie und verwandte Techniken</li> <li>- 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze</li> <li>- 3D Bildverarbeitung</li> <li>- 3D Druck-Verfahren</li> <li>- 3D Projektion und Darstellung</li> <li>- Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie.</li> <li>- können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen.</li> <li>- gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug.</li> <li>- setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung schriftlich/mündlich (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) schriftlich/mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing  - Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology  - Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94476	<b>Technology of Tissue Engineering (TechTE)</b> (Technology of Tissue Engineering (TechTE))	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum zu Technology of Tissue Engineering (3 SWS) Vorlesung: Technology of Tissue Engineering (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paul Ritter Dominik Schneidereit Michael Haug Dr. Martin Vielreicher Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr. Julia Will Katja Steinbach Vincent Steinbach Daniela Dunst	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Martin Vielreicher	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomaterials for scaffolds</li> <li>• Biodegradable polymers, composites and bioactive ceramics/ glasses</li> <li>• Technologies for the processing of tissue scaffolds</li> <li>• 3D Bioprinting and electrospinning methods</li> <li>• High-resolution deep scaffold imaging: 2-photon imaging, Second Harmonic Generation imaging, light sheet imaging, examples from TE using biomaterials</li> <li>• Top-down TE, decellularization/recellularization common concepts, challenges, different protocols and chemical processing, optical clearing of bio-scaffolds for 2-photon imaging</li> <li>• Selected decell-/re-cell systems: lung, heart, kidney and required bio-reactor technologies</li> <li>• Challenges in skeletal muscle TE and MyoBio bioreactor technology (related to prac class)</li> </ul> <p>*Prac class:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decellularization of a whole skeletal muscle organ in a custom-engineered bioreactor system with optical and environmental continuous monitoring (MyoBio)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the importance of different concepts in tissue engineering (TE)</li> <li>• know the materials most commonly used in biomaterials, as well as their production and characterization</li> <li>• are familiar with the processing and use of different types of materials such as metals, ceramics and polymers as scaffold structures in TE</li> <li>• conceive the relevance of biomaterials in Tissue Engineering and Regenerative Medicine</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• are competent to distinguish between the advantages of named biomaterials over others in tissue reconstruction according to the physico-chemical requirements and the cellular seeding prerequisites</li> <li>• apply the different approaches of bottom-up and top-down TE according to respective research questions and applications in Medicine and Industry</li> <li>• are able to choose appropriate optical readout and sensor technologies to monitor the maturation and remodelling of scaffolds by seeded/printed cells</li> <li>• are able to conceptualise bioreactors for tissue maturation according to the target tissue biophysical, physico-chemical and physiological needs</li> <li>• are able to critically evaluate scientific publications on the lecture topics in the accompanying exercise classes ("Übung) and present study contents and analyses in an oral presentation to the class</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (33%) Variabel (67%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boccaccini, et al. (eds.): Tissue engineering using ceramics and polymers; Elsevier Woodhead, Cambridge, 2014</li> <li>• Polak, Mantalaris, Harding (eds.): Advances in Tissue Engineering; Oxford u.a., 2010</li> <li>• Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs and tissue engineering; Oxford, 2005</li> <li>• Reviews on organ decell-/recell, e.g. Scarritt et al. (2015) A review of cellularization strategies for tissue engineering of whole organs. Front Bioeng Biotechnol 3:43</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45336	<b>Trocknungstechnik mit Praktikum</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Trocknungstechnik (0 SWS) Vorlesung: Trocknungstechnik/Drying Technology (0 SWS) Praktikum: Trocknungstechnik Praktikum (3 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik</li> <li>• Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften</li> <li>• Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation)</li> <li>• Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren</li> <li>• Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen</li> <li>• Sprühtrocknung</li> <li>• Wirbelschichttrocknung</li> <li>• Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut;</li> <li>• können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten;</li> <li>• können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen;</li> <li>• sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen;</li> <li>• können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen;</li> </ul> <p>können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>1. O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014</p> <p>2. A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 Gehrman, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45190	<b>Umweltbioverfahrenstechnik</b> (Biological and environmental process engineering)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umweltbioverfahrenstechnik (2 SWS) Übung: Übungen zu Umweltbioverfahrenstechnik (1 SWS) Tutorium: Tutorium zu Umweltbioverfahrenstechnik (1 SWS) Praktikum: Praktikum Umweltbioverfahrenstechnik (3 SWS)	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Dr. Roman Breiter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roman Breiter	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffströme in biotechnologischen Prozessen der Reinigung von Wasser, Boden und Luft.</li> <li>• Substratabbau und Wachstum (Trophieebenen, Energieproduktion, Zellsynthese, Schlammalter, endogener Abbau, Massenbilanzen)</li> <li>• Zusammensetzung von Abwasser (Chemische Zusammensetzung von Partikeln und gelösten Stoffen, Kenngrößen für die Abwasserreinigung)</li> <li>• Legislativer Hintergrund (Wasserhaushaltsgesetz, Abwassersatzungen, Direkt- und Indirekteinleitung, Grenzwerte)</li> <li>• Mechanische Vorbehandlung von Abwasser (Siebe, Sandfang, Klärer)</li> <li>• Vorgänge in natürlichen und belüfteten Teichsystemen (physikalische und biologische Belüftung, natürliche biologische Prozesse in Wasser und Sediment)</li> <li>• Land treatment und Land application (Rieselfelder, Infiltrationen, Melioration)</li> <li>• Pflanzenkläranlagen, Free Wetland Systems FWS, Vertical Submerged Beds VSB (Design, Reinigungsprinzipien)</li> <li>• Abwasserbehandlung mit suspendierter Biomasse (Turmbiologie, Biohochreaktor, Belebtschlammverfahren, Verweilzeiten)</li> <li>• Abwasserbehandlung mit sessiler Biomasse (Rotating Biological Contactor RBC, Membranbiologische Verfahren, Tropfkörper)</li> <li>• Stickstoffeliminierung, Nitrifikation, Denitrifikation, N-Spezies und Belüftung)</li> <li>• Phosphateliminierung (Chemische Verfahren, enhanced biological phosphate removal processes EBPR, A/O-Verfahren und Phostrip-Prozess)</li> <li>• Hygienisierung (Legislative Anforderungen, humanpathogene Organismen und Viren, CT-Konzept, Ozonierung und UV-Behandlung)</li> <li>• Anaerobe Verfahren der Schlamm- und Abwasserbehandlung</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boden- und Grundwassersanierung (Gesetzeslage, Natural Attenuation, pump-and-treat-Verfahren)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derivieren die Identifikation von Stoffströmen im Umweltschutz aus dem Grundprinzip der Dekontamination und Reinigung, nachdem neben den gereinigten Umweltmedien Boden, Wasser und Luft nur untoxische Produkte und inerte, untoxische Rückstände entstehen dürfen</li> <li>• erkennen den Zusammenhang zwischen der Weiterentwicklung umwelttechnischer Anlagen und gesetzlichen Regelungen</li> <li>• wenden Grundlagen des Substratabbaus, Biomassenwachstums und der Verfügbarkeit von terminalen Elektronenakzeptoren auf biologische Prozesse in natürlichen, aquatischen Systemen an und</li> <li>• können diese natürlichen Prozesse ingenieurstechnisch für die Abwasserreinigung und Grundwassersanierung optimieren und intensivieren</li> <li>• verstehen die Grundlagen der C-, N- und P-Eliminierung und wenden diese auf komplexere Systeme mit mineralischen und organischen Feststoffen sowie gelöste Substanzen in aquatischen Systemen an</li> <li>• leiten Verfahrensvarianten bei geänderten Randbedingungen (Frachten, Konzentrationen, Zusammensetzung, Belüftung) ab</li> <li>• übertragen Kenntnisse von Prozessen im Biofilm (Diffusion, Substratabbau, Limitierungen) auf Prozesse mit den für die Abwasserreinigung typischen, natürlichen Randbedingungen (Mischpopulationen, Zonen verschiedener Elektronenakzeptoren, Makrofauna)</li> <li>• verknüpfen die Grundlagen anaeroben Schadstoffabbaus in Biozönosen mit dem Design von anaeroben Behandlungsanlagen für Schlamm und Abwasser</li> <li>• reflektieren aktuelle Entwicklungen der Sanierung von Boden und Grundwasser anhand von am Lehrstuhl durchgeführten Projekten</li> <li>• führen selbständig Laborexperimente aus aktuellen Themen des Lerngebietes durch</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse der aquatischen Chemie</li> <li>• Grundkenntnisse der Mikrobiologie</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (30 Minuten) Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die englischsprachigen, teilweise durch deutsche Texte ergänzten Unterlagen stehen auf der Studon-Plattform zur Verfügung.</li> <li>• Umfangreiche englischsprachige Tafelanschrift</li> </ul>

# Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94475	<b>Application of Cell Technology and Biofabrication</b> (Application of Cell Technology and Biofabrication (AppCT+BioFab))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Application of Cell Technology (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr.-Ing. Rainer Detsch	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	This course introduces the basics of biochemistry, cells and cell culture technique. Based on this knowledge, the students will learn how cells interact with biomaterials and how material parameters are influencing protein adsorption, cell adhesion, proliferation and differentiation. Also techniques to study these interactions are discussed in this course. With regards to biomedical engineering, characteristics of cell lines, primary and stem cells are further focal points. To understand the different approaches of tissue engineering, materials, growth factors and bioreactors will be discussed. Based on different hard and soft tissue examples, angiogenesis and tissue regeneration will be focused. Furthermore, students will learn basics about additive manufacturing, hydrogels and cellprinting. This leads to the field of biofabrication.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The students have the knowledge of the application of cell tissue technologies for tissue engineering in medicine and biomedicine. The students can apply basic research methods e.g. application of cell based interdisciplinary research topics. As the students will discuss current research projects, students are able to interpret and evaluate in vitro data from several biomedical research studies.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di Silvio (ed.): Cellular Response to Biomaterials; Cambridge u.a., 2009</li> <li>• KC Dee, DA Puleo and R Bizios: Tissue-Biomaterial-Interaction; Wiley-Liss New Jersey, ISBN 0-471-25394-4</li> <li>• B. D. Ratner et al. (eds.): Biomaterials Science, 2nd Ed., Elsevier, 2004.</li> </ul>	

- Detsch R, Will J, Hum J, Roether JA, Boccaccini AR. Biomaterials. In 2018. p. 91105. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-74854-2\\_6](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-74854-2_6)
- Ovsianikov, Aleksandr, Yoo, James, Mironov, Vladimir (Eds.) 3D Printing and Biofabrication, ISBN 978-3-319-45445-0

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92162	<b>Biophysik und Biomechanik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Biophysik/Biomechanik (0 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ben Fabry	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ben Fabry	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Vermittlung von Kenntnissen der Biophysik mit dem Schwerpunkt molekulare Grundlagen der Biomechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Thermodynamik elastischer Deformationen</li> <li>• Struktur der Muskulatur</li> <li>• Modelle der Muskelkontraktion</li> <li>• Krafterzeugung zwischen Aktin und Myosin</li> <li>• Zellmechanik</li> <li>• Mechanik von Bindegewebe und Knochen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen molekulare Grundlagen der Biomechanik</li> <li>• können Modelle der Muskelkontraktion nachvollziehen</li> <li>• wenden die Methoden auf konkrete Beispiele an</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 42903	<b>Clean combustion technology with laboratory course</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS) Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) Praktikum: Lab Course in Clean Combustion Technology (3 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Stefan Will Kristina Rauh Simon Aßmann Florian Bauer Florian Bauer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Simon Aßmann Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Verbrennungstechnik: Grundlagen, laminare Flammen, turbulente Flammen, Verbrennungsmodellierung , Schadstoffbildung, Anwendungsbeispiele.</li> <li>Einführung in numerische Simulation von Strömungen mit Verbrennung.</li> </ul> <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction to combustion technology: Fundamentals, laminar flames, turbulent flames, conservation equations, modeling of combustion systems, pollutant formation, applications.</li> <li>Introduction in numerical simulation of flows with combustion.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden verfügen über vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der Verbrennungstechnik, Verbrennungsmodellierung, Schadstoffbildung und der technischen Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>können unterschiedliche Flammentypen charakterisieren und realisierte technische Anwendungen hinsichtlich Wirkungsgrad und Emissionen vergleichen und bewerten</li> <li>können die globale Verbrennung sowie einfache Flammen mit thermodynamischen Erhaltungsgleichungen beschreiben</li> <li>sind mit der interdisziplinären Arbeitsweise an der Schnittstelle von Strömungsmechanik, Thermodynamik und Reaktionstechnik vertraut</li> <li>haben Verständnis von Methoden der experimentellen und numerischen Verbrennungsanalyse</li> <li>sind zum Einstieg in die universitäre als auch industrielle Forschung und Entwicklung auf einem aktuellen Themengebiet der Energietechnik befähigt</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der technischen und motorischen Verbrennungssysteme vertraut</li> </ul> <p>Students will...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications</li> <li>• are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants</li> <li>• can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations</li> <li>• are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows</li> <li>• have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis</li> <li>• are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering</li> <li>• are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Grundwissen Thermodynamik und Strömungsmechanik hilfreich. Auch für StudentInnen anderer Fachrichtungen geeignet (Chemie, Physik, Mathematik, Maschinenbau, Mechatronik, Computational Engineering).</p> <p>Prerequisites:</p> <p>Basic Thermodynamics and Fluid Dynamics is helpful. Students of other subjects (Chemistry, Physics, Mathematics, Mechanical Engineering, Mechatronics, Computational Engineering) can also participate.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (0%) Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001</li><li>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006</li><li>• Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006</li></ul>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45400	<b>Digitale Bildverarbeitung</b> (Digital image processing)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Bildverarbeitung (2 SWS) Übung: Digitale Bildverarbeitung - Praktikum (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Achim Sack Michael Blank	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	<b>Inhalt</b>	<p>Digitale Bildverarbeitung spielt eine immer größere Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Messungen in Forschung, Entwicklung und Produktionsüberwachung.</p> <p>Das Modul vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse und Techniken zur selbständigen Lösung häufiger Problemstellungen bei der optischen Datennahme und -auswertung.</p> <p>Themen: Licht, Lichtquellen, Kameras, Optik, Aufnahmetechniken, Detektoren, Aberrationen, Digitale Bildtypen, Speicherformate, Abtasttheorem, Kompression, Filter, Rauschen, Kalibrierung, Fourier Transformation, Bildwiederherstellung, Korrelation, PIV, Tracking, Farbbilder, Wavelets, Morphologie, Segmentation, Repräsentation, Abstraktion, Objekterkennung.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können selbstständig optische Daten aufnehmen und auswerten. Sie verstehen das Konzept der zugrundeliegenden Methoden.</p> <p>Unter anderem beherrschen und verwenden Sie Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur selbstständigen Aufnahme und Verarbeitung digitaler Bilder</li> <li>• zur Filterung von Bildern im Orts- und Fourierraum</li> <li>• zur Segmentierung von Bildern</li> <li>• zur Objekterkennung und Klassifikation von Objekten</li> <li>• zur Objektverfolgung (PIV)</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 22070	<b>Epidemiologie</b> (Epidemiology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Epidemiologie LSE Wahlpflichtfach (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Annette Pfahlberg Prof. Dr. Wolfgang Uter Prof. Dr. Olaf Gefeller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Olaf Gefeller	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studienplanung beobachtender und experimentell intervenierender Studien in der Medizin</li> <li>• Epidemiologische Studiendesigns und Maßzahlen</li> <li>• Deskriptive Datenbeschreibung</li> <li>• Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>• Korrelations- und Regressionsanalyse</li> <li>• Statistische Methoden zur Evaluation diagnostischer Verfahren</li> <li>• Statistische Schätz- und Testverfahren</li> <li>• Überblick über gebräuchliche statistische Tests</li> <li>• Überlebenszeitanalyse</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben einen Überblick über epidemiologische und biometrische Herangehensweisen und Argumentationen,</li> <li>• erlernen ein breites Spektrum methodischer Techniken der angewandten Statistik zur Analyse der Beziehung zwischen Risikofaktoren und Krankheiten sowie zur Effektivität therapeutischer Interventionsmaßnahmen,</li> <li>• können Probleme und Schwachstellen epidemiologischer Beweisführungen benennen und kritisch reflektieren,</li> <li>• können nach Absolvieren des Moduls die methodischen Vorgehensweisen der Analyse von Datensätzen beurteilen und praktisch anwenden.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 45340	<b>Fluid-Feststoff-Strömungen</b> (Solid-liquid two phase flow)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	
5	<b>Inhalt</b>	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorzuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen</li> <li>• stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar</li> <li>• bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung</li> <li>• berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus</li> <li>• vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation</li> <li>• führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Life Science Engineering 20192 Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45161	<b>Immun-Biotechnologie</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Immun-Biotechnologie (2 SWS) Übung: Übung zu Immun-Biotechnologie (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich Prof. Dr. Bärbel Kappes Michael Haug Dr. Martin Vielreicher	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Michael Haug
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Lecture*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immune system revision: immune reaction, cellular and humoral adaptive and innate immune defence system</li> <li>• Process pipelines for antibody (AB) production: polyclonal, monoclonal, recombinant Abs, biosystems and bioreactor</li> <li>• Downstream processing of Abs</li> <li>• Diagnostic and therapeutic AB formulations</li> <li>• Vaccine Technologies</li> <li>• Genetic immune modulation technologies Crspr/Cas9</li> <li>• Manipulation of immune cells and host immune mediators for targeted therapies in Personalized Medicine, e.g. in cancer, HIV, auto-immune disease, malaria, leukaemia</li> <li>• Organ transplantation: organ rejection through immune incompatibilities, immune-suppression, biotechnology strategies</li> <li>• Recombinant production of immune-modulatory signaling molecules</li> <li>• New trends in diagnostic immune-technologies (e.g. label-free point-of-care systems, blood analyser, etc.)</li> <li>• Nano-immuno-technology</li> </ul> <p>*Seminar (exercise course):*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The seminar will be designed in a scenario-group approach where students shall analyse a scenario, define the problem, research for respective solutions, evaluate and reflect on them and present to the class</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students shall</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn and understand the concepts of innate versus adaptive immune reaction</li> <li>• comprehend ways to manipulate immune system reaction through humoral and cellular means</li> <li>• embrace the relationship between genetic diversity and immunological compatibility and be able to depict strategies for genetic manipulation to enforce such compatibility</li> <li>• be able to understand the concept of Personalized Medicine in designing tailored immune-strategies for selected diseases</li> </ul>

		<p>and name strategies to target immune cells, cancer cells and pathogens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to critically evaluate the technological advances over the individual benefits and risks associated with immune biotechnology approaches</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge in immunology (e.g. through Bachelor course MBT of LSE)</li> <li>• Previous courses on bioprocess engineering and genetic engineering</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literature recommendations will be available through the lecture slide references</li> <li>• Since the field is a young and actively developing field, there are not many text-books available!</li> <li>• Anadurai D (2010) A textbook of Immunology &amp; Immunotechnology. S Chand &amp; Co Ltd. ISBN-13: 978-8121928076</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45280	<b>Industrielles Produkt-Design</b> (Industrial product design)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Industrielles Produktdesign (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Scott Maar Prof. Dr. Jens Uhlemann Scott Maar Julian Duane Esper	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Strategie im Produktdesign</li> <li>• Prozessdesign</li> <li>• Produktdesign von Emulsionen, Dispersionen und Schäumen, Kristallinen Materialien, Pulvern, Granulaten und festen Formen sowie neuen Produkten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen allgemeine Strategie im Produktdesign</li> <li>• sind mit Produktdesign von Emulsionen, Dispersionen und Schäumen, kristallinen Materialien, sowie Pulvern, Granulaten und festen Formen vertraut</li> <li>• sind fähig, auch neue Produkte zu gestalten</li> <li>• können komplexe Aufgabenstellungen selbständig und zielorientiert bearbeiten</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cussler, E.L., Moggridge, G.D., Chemical Product Design, Cambridge University Press, Cambridge 2011</li> <li>• Bröckel, U., Meier, W., Wagner, G., Product Design and Engineering Best Practices, Wiley 2007</li> <li>• Pahl, G., Beitz, W., Konstruktionslehre Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. 7. Aufl., Springer 2007</li> <li>• Rähse, W., Chemischer Produktdesign, Springer, 2007</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44650	<b>Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (KI-ING)</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (Ü) (1 SWS)  Vorlesung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (V) (2 SWS)	2,5 ECTS  5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Patric Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Patric Müller	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesungen und Übungen vermitteln ausgewählte Algorithmen aus den Bereichen maschinelles Lernen (ML) und künstliche Intelligenz (KI) auf Grundlagenniveau und illustrieren diese anhand von relevanten Anwendungsbeispielen. Besprochen werden unter anderem die folgenden Themengebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare und logistische Regression</li> <li>• Regularisierung</li> <li>• Neuronale Netze</li> <li>• Support Vector Machines</li> <li>• Clustering</li> <li>• Dimensionsreduktion</li> <li>• Anomaly Detection</li> <li>• Reinforcement Learning</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studentinnen und Studenten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen, was sich hinter den Schlagworten KI und ML verbirgt</li> <li>• verstehen wichtige Algorithmen aus den Bereichen KI und ML und können diese in Ihrer einfachsten Form selbst implementieren</li> <li>• kennen typische, im Bereich der Verfahrenstechnik relevante Anwendungsbeispiele von KI und ML</li> <li>• verstehen a) was KI und ML leisten kann und b) wo KI und ML im eigenen Fachbereich angewendet werden können</li> <li>• sind fähig, sich speziellere KI- und ML-Algorithmen und Anwendungen eigenständig zu erschließen</li> <li>• sind in der Lage die hochaktuellen Themen KI und ML mit solidem Hintergrundwissen zu diskutieren und zu bewerten</li> <li>• kennen einige für KI und ML wichtige Software-Tools (z.B. Python und Tensorflow) und können damit einfache Aufgaben bearbeiten</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hastie, Tibshirani, Friedman, The elements of statistical learning</li> <li>• Wolfgang Ertel, Grundkurs künstliche Intelligenz</li> <li>• Kelleher, MacNamee, DArcy, Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies - Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning</li> <li>• Aurelien Geron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45081	<b>Membranverfahren</b> (Membrane processes)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (1 SWS) Vorlesung: Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	<b>Inhalt</b>	<p>Membranverfahren finden vielfältige Anwendung in der chemischen, biotechnologischen und medizinischen Technik, wie z.B. in der Meerwasserentsalzung und Abwasseraufbereitung, für die Trennung organischer Stoffgemische und Produktion von Spezialchemikalien, bei der Aufbereitung von Gemischen aus biotechnologischen Produktionen oder der therapeutischen Blutreinigung.</p> <p>Membranverfahren zeichnen sich dabei durch hohe Leistungsfähigkeit, Selektivität und Zuverlässigkeit aus. Daneben sind sie in hohem Maße "kompatibel" zu anderen Trenn- und Reaktionsprozessen, so dass sie gezielt zu deren Intensivierung in hybriden und reaktiven Trennverfahren eingesetzt werden können.</p> <p>In Rahmen des Moduls werden die technisch relevanten Membrantrennverfahren Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse, Pervaporation, Gas-Trennung und Elektrodialyse behandelt sowie neuere Entwicklungen vorgestellt. Die Membranverfahren werden ausgehend von ihren physikalisch-chemischen Grundlagen bis hin zur Auslegung technischer Prozesslösungen besprochen, sowie technisch bereits realisierte Verfahren analysiert. Neben typischen Anwendungen wie z.B. der Wasseraufbereitung werden vorwiegend technische Membranverfahren für chemische und biotechnologische Anwendungen vorgestellt. Es wird dabei die Fähigkeit vermittelt, für gegebene Problemstellungen geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, optimierte Prozessparameter für verschiedene Apparate und Stoffsysteme abzuleiten, sowie eine Bewertung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit vorzunehmen.</p> <p>Gliederung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Mikrofiltration</li> <li>3. Ultrafiltration</li> <li>4. Nanofiltration</li> <li>5. Umkehrosmose</li> </ol>

		<p>6. Dialyse und künstliche Niere</p> <p>7. Pervaporation</p> <p>8. Gaspermeation</p> <p>9. Elektrodialyse</p> <p>10. Donnan-Dialyse</p> <p>11. Aktuelle Forschungsgebiete</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen die technisch relevanten Membranverfahren und ihre Anwendungsgebiete,</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen und Prozess-Performance,</li> <li>• kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen,</li> <li>• können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen,</li> <li>• sind in der Lage, geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und ihre Wirtschaftlichkeit zu bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundkenntnisse in thermischen Trennverfahren, Bioseparations oder Downstream Processing
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Weiterführende Literatur bspw.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R.W. Baker, Membrane Technology and Applications, Wiley, 2004 (besonders empfohlen)</li> <li>• T. Melin, R. Rautenbach, Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45730	<b>Optical Technologies in Life Science</b> (Optical technologies in life science)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Optical Technologies in Life Science (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Lucas Kreiß PD Dr.habil. Sebastian Schürmann Prof. Dr. Maximilian Waldner Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.habil. Sebastian Schürmann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen optischer Messmethoden im Bereich der Zellbiologie und Medizin</li> <li>• Mikroskopie: Grundlegende Konzepte und Kontrastverfahren, Auflösungsvermögen und Grenzen, Aufbau und Komponenten von Lichtmikroskopen, Fluoreszenz-Mikroskopie</li> <li>• Anwendungen von Fluoreszenz-Mikroskopie im Life Science Bereich, Verfahren zur Markierung biologischer Strukturen und Vorgänge in Zellen</li> <li>• Epifluoreszenz-, Konfokal-, Multiphotonen-Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele</li> <li>• Optische Endoskopie und Endomikroskopie in Forschung und Klinik</li> <li>• Super-Resolution Mikroskopie, Konzepte und Anwendungsbeispiele für optische Bildgebung jenseits der beugungsbedingten Auflösungsgrenze</li> </ul> <p>Content</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of optical methods in the field of cell biology and medicine</li> <li>• Microscopy: Basic concepts, methods to enhance contrast, optical resolution and limits, components and setup of light microscopes, fluorescence microscopy</li> <li>• Applications of fluorescence microscopy in life sciences, methods for labeling of biological structures and cellular processes</li> <li>• Epi-fluorescence, confocal and multiphoton microscopy, concepts and application examples</li> <li>• Optical endoscopy and endomicroscopy in research and clinics</li> <li>• Super-resolution microscopy, concepts and applications for optical Imaging beyond the diffraction Limit of Resolution</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernziele und Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Konzepte und technische Umsetzung optischer Technologien im Bereich Life Sciences und kennen typische Anwendungsbeispiele</li> <li>• können verschiedene technische Ansätze im Hinblick auf wissenschaftlich Fragestellungen vergleichen und bewerten</li> <li>• können Vor- und Nachteile verschiedener Technologien, sowie konzeptionelle und praktische Limitationen einschätzen und bei der Analyse wissenschaftlicher Ansätze und Ergebnisse berücksichtigen</li> <li>• können selbstständig vertiefende Informationen zu technischen Lösungen, Materialien und Methoden im Bereich der Mikroskopie und Spektroskopie sammeln, strukturieren, und für die zielgerichtete Planung wissenschaftlicher Experimente auswählen</li> <li>• können wissenschaftliche Fragestellungen und technische Ansätze in Kleingruppen kritisch diskutieren und gemeinschaftlich Ansätze zur Beantwortung von Forschungsfragen mit Hilfe optischer Technologien entwickeln</li> </ul> <p>Learning objectives and competences:</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic concepts and specific technical approaches to optical technologies in life sciences and identify typical applications examples.</li> <li>• can analyze and compare different technical approaches to scientific research questions.</li> <li>• can summarize advantages and disadvantages of different technologies and assess theoretical and practical limitations with regard to experimental approaches and results.</li> <li>• can find, collect and structure in-depth information on technical solutions, materials and methods in the areas of microscopy and spectroscopy, in order to plan scientific experiments.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse im Bereich Optik und Zellbiologie</li> <li>• Basic knowledge in the fields of optics and cell biology is required</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael W. Davidson et al: Microscopy Primer, <a href="http://micro.magnet.fsu.edu">http://micro.magnet.fsu.edu</a>, umfassendes Online-Lehrwerk über grundlegende Mikroskopieverfahren und neuesten technischen Entwicklungen</li> <li>• Bruce Alberts: Molecular Biology of the Cell, 4th Edition, New York, Garland Science Publisher. Standardlehrwerk für die Zellbiologie.</li> <li>• Ulrich Kubitschek: Fluorescence Microscopy: from Principles to Biological Applications, Wiley-VCH Verlag.</li> <li>• Douglas Chandler &amp; Robert Roberson: Bioimaging: Current Concepts in Light and Electron Microscopy, Jones and Bartlett Publishers.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44790	<b>Partikelbasierte Strömungsmechanik</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-V) (2 SWS) Übung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-UE) (1 SWS)	- -
3	Lehrende	Michael Blank Prof. Dr. Thorsten Pöschel Ulrike Hansl Dr. Achim Sack	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Thorsten Pöschel	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenüberstellung von partikelbasierten und gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Direct Simulation Monte Carlo</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Stochastic Rotation Dynamics</li> <li>◦ Multi-Particle Collision Dynamics</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Smoothed Particle Hydrodynamics</li> </ul> </li> <li>• Comparison of particle-based and grid-based methods in fluid mechanics</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Direct Simulation Monte Carlo</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Stochastic Rotation Dynamics</li> <li>◦ Multi-Particle Collision Dynamics</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Smoothed Particle Hydrodynamics</li> </ul> </li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Vor- und Nachteile partikelbasierter Verfahren im Vergleich zu gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik.</li> <li>• kennen die einzelnen Algorithmen, die hinter den besprochenen Methoden stehen und können Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Methoden darlegen.</li> <li>• kennen die Implementierung der einzelnen Methoden vor dem Hintergrund einer Anwendung auf Hochleistungsrechnern.</li> <li>• kennen die Stärken und Schwächen der besprochenen Methoden und können für verschiedene Situationen die geeignete Methode auswählen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Programmieren Grundlagen, Strömungsmechanik Grundlagen	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	G.A. Bird, Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows  G. Gompper et al., Multi-Particle Collision Dynamics: A Particle-Based Mesoscale Simulation Approach to the Hydrodynamics of Complex Fluids  E.-S. Lee et al., Comparisons of weakly compressible and truly incompressible algorithms for the SPH mesh free particle method.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 63461	<b>Pharmazeutische Technologie</b> (Focus Module: Pharmaceutical Technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Pharmazeutische Technologie (3./4. Stj.) (0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Dagmar Fischer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dagmar Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Teil A: Magen-Darm-Trakt &amp; Inhalativa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feststoffeigenschaften</li> <li>• Formulierung fester Arzneimittel</li> <li>• Grundoperation Zerkleinern</li> <li>• Grundoperationen Klassieren, Lagern</li> <li>• Grundoperationen Mischen, Trocknen</li> <li>• Granulieren &amp; Pelletieren</li> <li>• Komprimieren</li> <li>• Überziehen</li> <li>• Makrokapseln</li> <li>• Aerosole, Vernebler</li> </ul> <p>Teil B: Parenteralia &amp; Topika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung und Herstellung von Arzneilösungen</li> <li>• Proteinarzneistoffe</li> <li>• Pulver &amp; Gefriertrocknung</li> <li>• Löslichkeit, Stabilität</li> <li>• Kolloide</li> <li>• Liposomen &amp; Nanopartikel</li> <li>• Suspensionen &amp; Emulsionen</li> <li>• Implantate &amp; Mikropartikel</li> <li>• Topische Systeme</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Vorgehensweise und Ziele der Entwicklung neuer Arzneimittel</li> <li>• kennen die erforderlichen Eigenschaften der betroffenen Arzneiformen bezogen auf Herstellung, Stabilität und Anwendung</li> <li>• können die Formulierungen der Arzneiformen inklusive der unterschiedlichen Gruppen der Hilfsstoffe nachvollziehen</li> <li>• kennen die entsprechenden Grundoperationen und Prozesse der Arzneimittelherstellung bezogen auf die entsprechenden Arzneiformen</li> <li>• entwickeln kritisches Verständnis der Arbeitsweise in der pharmazeutischen Industrie</li> <li>• können die Zusammenhänge zwischen Arzneiform, Zusammensetzung, Herstellung und Prüfung nachvollziehen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungskripte (StudON)</li> <li>• Lehrbuch der Pharmazeutischen Technologie, Bauer, Frömmling, Führer, WVG Stuttgart</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45231	<b>Rheologie / Rheometrie</b> (Rheology/Rheometry)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Markus Neuner Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Wierschem	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.).</p> <p>Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt.</p> <p>Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen</li> <li>• verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene</li> <li>• entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene</li> <li>• können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen</li> <li>• können geeignete Messmethoden auswählen, lernen typische Messfehler erkennen und beheben bzw. vermeiden.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluidynamik der Biotechnologie.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994)</li> <li>• F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001)</li> <li>• J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996)</li> <li>• T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016)</li> <li>• H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989)</li> <li>• R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999)</li> <li>• T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010)</li> <li>• T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004)</li> <li>• P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005)</li> <li>• M. Pahl, W. Gleißle, H.-M. Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995)</li> <li>• D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993)</li> <li>• M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer</li> <li>• J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008)</li> <li>• D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)</li> </ul>

- G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46100	<b>Scannen und Drucken in 3D</b> (Scanning and printing in 3D)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Scannen und Drucken in 3D (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Scannen und Drucken in 3D (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Michael Blank Olfa D'Angelo Olfa D'Angelo Dr. Patric Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Patric Müller
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stereo-Imaging</li> <li>- Scannen dreidimensionaler Objekte</li> <li>- Computer-Tomographie und verwandte Techniken</li> <li>- 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze</li> <li>- 3D Bildverarbeitung</li> <li>- 3D Druck-Verfahren</li> <li>- 3D Projektion und Darstellung</li> <li>- Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie.</li> <li>- können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen.</li> <li>- gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug.</li> <li>- setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing - Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology - Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	<b>Modulbezeichnung</b> 42936	<b>Self-organisation processes</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Self-organization Processes (2 SWS) Übung: Self-organization Processes (Exercise) (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Prof. Dr. Nicolas Vogel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Engel
5	<b>Inhalt</b>	<p>Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theory 1 (introduction): the idea of building blocks, thermodynamic principles</li> <li>• Theory 2 (continuum): spinodal decomposition, reaction diffusion, phase field model, feedback</li> <li>• Theory 3 (particles): entropy maximization, interface minimization</li> <li>• Molecules 1 (basics): molecular interactions, role of shape</li> <li>• Molecules 2 (liquid crystals): topological order, defects</li> <li>• Molecules 3 (interfaces): surfactants, micelles, emulsions, foams, vesicles</li> <li>• Molecules 4 (beyond): block copolymers, membranes, proteins, metal organic frameworks</li> <li>• Colloids 1: Methods for the synthesis of colloidal building blocks for self-organization</li> <li>• Colloids 2: Bulk crystallization, assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals</li> <li>• Colloids 3: Assembly at planar and curved fluid-fluid interfaces, pickering emulsions</li> <li>• Colloids 4: Convective assembly, film formation techniques and defects, coffee ring effect, templating</li> <li>• Bioinspired 1 (dynamic self-assembly): active matter, bacteria, swarms, robots</li> <li>• Bioinspired 2 (design): programmable assembly, DNA nanotechnology, inverse problems</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Successful completion of this module confirms students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe complex self-organization processes with the help of simple model systems</li> <li>• apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems</li> <li>• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids</li> <li>• understand processes to direct and influence self-organization processes</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials</li> <li>• gain insight into current research in the field of the lecture</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ian W. Hamley, "Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials", Wiley, 2007.</li> <li>• Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems“, Wiley, 2011.</li> <li>• Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003.</li> <li>• John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007.</li> <li>• Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces“, Academic Press, 2011.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92890	<b>Technische Chromatographie</b> (Technical chromatography)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Chromatographie (2 SWS) Übung: Übung zu Technische Chromatographie (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit Malvina Supper Malvina Supper Peter Leicht Peter Leicht	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die technische Chromatographie ist ein sehr leistungsfähiges Trennverfahren, das insbesondere für schwierige Trennaufgaben genutzt wird. Sie hat große Bedeutung bei der Produktion von z.B. Feinchemikalien, Pharmazeutika und biotechnologischen Produkten. Chromatographische Prozesse werden periodisch betrieben, was ihre Entwicklung und Auslegung anspruchsvoll macht. Andererseits bieten sie viele Freiheitsgrade, was besonders innovative Verfahrenskonzepte ermöglicht.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt eine ingenieurwissenschaftliche Sicht auf die Chromatographie. Behandelt werden die wesentlichen Grundprinzipien und Prozesskonzepte. Der Einfluss physiko-chemischer Vorgänge auf Prozessdynamik und -Performance wird im Rahmen der modellbasierten Auslegung entsprechender Verfahren diskutiert. Wichtige apparative und anwendungsbezogene Aspekte werden anhand relevanter Beispiele erläutert.</p> <p>Gliederung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einleitung</li> <li>2 Grundlegende Prinzipien</li> <li>3 Prozessdynamik unter idealen Bedingungen</li> <li>4 Prozessdynamik unter realen Bedingungen</li> <li>5 Modellierung chromatographischer Prozesse</li> <li>6 Auslegung und Optimierung chromatographischer Verfahren</li> <li>7 Innovative Verfahrenskonzepte</li> <li>8 Anwendungsbereiche der Chromatographie</li> </ol>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verstehen die technisch relevanten chromatographischen Verfahren und ihre Anwendungsgebiete,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen, Chromatogrammen und Prozess-Performance,</li> <li>• verstehen grundlegend die nichtlineare Dynamik chromatographischer Prozesse,</li> <li>• kennen gebräuchliche Prozessmodelle und können sie problemabhängig auswählen,</li> <li>• kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen,</li> <li>• können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen,</li> <li>• sind in der Lage, chromatographische Verfahren konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und zu bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Vertiefend neben dem angebotenen vorlesungsbegleitenden Material bspw.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmidt-Traub, Schulte, Seidel-Morgenstern (Eds.), Preparative Chromatography of Fine Chemicals and Pharmaceutical Agents (2nd ed), Wiley-VCH, 2012</li> <li>• Guiochon, Shirazi, Felinger, Katti, Fundamentals of Preparative and Nonlinear Chromatography Academic Press, 2006</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94477	<b>Technology of Tissue Engineering (TechTE)</b> (Technology of Tissue Engineering (TechTE))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technology of Tissue Engineering (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dominik Schneidereit Michael Haug Dr. Martin Vielreicher Prof.Dr.Dr. Oliver Friedrich Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr. Julia Will Katja Steinbach Vincent Steinbach Daniela Dunst	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Martin Vielreicher
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomaterials for scaffolds</li> <li>• Biodegradable polymers, composites and bioactive ceramics/ glasses</li> <li>• Technologies for the processing of tissue scaffolds</li> <li>• 3D Bioprinting and electrospinning methods</li> <li>• High-resolution deep scaffold imaging: 2-photon imaging, Second Harmonic Generation imaging, light sheet imaging, examples from TE using biomaterials</li> <li>• Top-down TE, decellularization/recellularization common concepts, challenges, different protocols and chemical processing, optical clearing of bio-scaffolds for 2-photon imaging</li> <li>• Selected decell-/recell systems: lung, heart, kidney and required bio-reactor technologies</li> <li>• Challenges in skeletal muscle TE and MyoBio bioreactor technology (related to prac class)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the importance of different concepts in tissue engineering (TE)</li> <li>• know the materials most commonly used in biomaterials, as well as their production and characterization</li> <li>• are familiar with the processing and use of different types of materials such as metals, ceramics and polymers as scaffold structures in TE</li> <li>• conceive the relevance of biomaterials in Tissue Engineering and Regenerative Medicine</li> <li>• are competent to distinguish between the advantages of named biomaterials over others in tissue reconstruction according to the physico-chemical requirements and the cellular seeding prerequisites</li> <li>• apply the different approaches of bottom-up and top-down TE according to respective research questions and applications in Medicine and Industry</li> <li>• are able to choose appropriate optical readout and sensor technologies to monitor the maturation and remodelling of scaffolds by seeded/printed cells</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to conceptualise bioreactors for tissue maturation according to the target tissue biophysical, physico-chemical and physiological needs</li> <li>• are able to critically evaluate scientific publications on the lecture topics in the accompanying exercise classes ("Übung) and present study contents and analyses in an oral presentation to the class</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boccaccini, et al. (eds.): Tissue engineering using ceramics and polymers; Elsevier Woodhead, Cambridge, 2014</li> <li>• Polak, Mantalaris, Harding (eds.): Advances in Tissue Engineering; Oxford u.a., 2010</li> <li>• Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs and tissue engineering; Oxford, 2005</li> <li>• Reviews on organ decell-/recell, e.g. Scarritt et al. (2015) A review of cellularization strategies for tissue engineering of whole organs. Front Bioeng Biotechnol 3:43</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45335	<b>Trocknungstechnik</b> (Drying technology)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Trocknungstechnik (0 SWS) Vorlesung: Trocknungstechnik/Drying Technology (0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik</li> <li>• Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften</li> <li>• Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation)</li> <li>• Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren</li> <li>• Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen</li> <li>• Sprühtrocknung</li> <li>• Wirbelschichttrocknung</li> <li>• Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut;</li> <li>• können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten;</li> <li>• können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen;</li> <li>• sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen;</li> <li>• können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen;</li> <li>• können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>1. O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014</p> <p>2. A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013</p> <p>Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009.</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45160	<b>Umweltbioverfahrenstechnik</b> (Biological and environmental process engineering)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umweltbioverfahrenstechnik (2 SWS) Übung: Übungen zu Umweltbioverfahrenstechnik (1 SWS) Tutorium: Tutorium zu Umweltbioverfahrenstechnik (1 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr. Roman Breiter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roman Breiter	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffströme in biotechnologischen Prozessen der Reinigung von Wasser, Boden und Luft.</li> <li>• Substratabbau und Wachstum (Trophieebenen, Energieproduktion, Zellsynthese, Schlammalter, endogener Abbau, Massenbilanzen)</li> <li>• Zusammensetzung von Abwasser (Chemische Zusammensetzung von Partikeln und gelösten Stoffen, Kenngrößen für die Abwasserreinigung)</li> <li>• Legislativer Hintergrund (Wasserhaushaltsgesetz, Abwassersatzungen, Direkt- und Indirekteinleitung, Grenzwerte)</li> <li>• Mechanische Vorbehandlung von Abwasser (Siebe, Sandfang, Klärer)</li> <li>• Vorgänge in natürlichen und belüfteten Teichsystemen (physikalische und biologische Belüftung, natürliche biologische Prozesse in Wasser und Sediment)</li> <li>• Land treatment und Land application (Rieselfelder, Infiltrationen, Melioration)</li> <li>• Pflanzenkläranlagen, Free Wetland Systems FWS, Vertical Submerged Beds VSB (Design, Reinigungsprinzipien)</li> <li>• Abwasserbehandlung mit suspendierter Biomasse (Turmbiologie, Biohochreaktor, Belebtschlammverfahren, Verweilzeiten)</li> <li>• Abwasserbehandlung mit sessiler Biomasse (Rotating Biological Contactor RBC, Membranbiologische Verfahren, Tropfkörper)</li> <li>• Stickstoffeliminierung, Nitrifikation, Denitrifikation, N-Spezies und Belüftung)</li> <li>• Phosphateliminierung (Chemische Verfahren, enhanced biological phosphate removal processes EBPR, A/O-Verfahren und Phostrip-Prozess)</li> <li>• Hygienisierung (Legislative Anforderungen, humanpathogene Organismen und Viren, CT-Konzept, Ozonierung und UV-Behandlung)</li> <li>• Anaerobe Verfahren der Schlamm- und Abwasserbehandlung</li> <li>• Boden- und Grundwassersanierung (Gesetzeslage, Natural Attenuation, pump-and-treat-Verfahren)</li> </ul>	

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Identifikation von Stoffströmen im Umweltschutz aus dem Grundprinzip der Dekontamination und Reinigung, nachdem neben den gereinigten Umweltmedien Boden, Wasser und Luft nur untoxische Produkte und inerte, untoxische Rückstände entstehen dürfen.</li> <li>• kennen den Zusammenhang zwischen der Weiterentwicklung umwelttechnischer Anlagen und gesetzlichen Regelungen.</li> <li>• wenden Grundlagen des Substratabbaus, Biomassenwachstums und der Verfügbarkeit von terminalen Elektronenakzeptoren auf biologische Prozesse in natürlichen, aquatischen Systemen an und</li> <li>• können diese natürlichen Prozesse ingenieurstechnisch für die Abwasserreinigung und Grundwassersanierung optimieren und intensivieren.</li> <li>• kennen Grundlagen der C-, N- und P-Eliminierung und wenden diese auf komplexere Systeme mit mineralischen und organischen Feststoffen sowie gelöste Substanzen in aquatischen Systemen an.</li> <li>• leiten Verfahrensvarianten bei geänderten Randbedingungen (Frachten, Konzentrationen, Zusammensetzung, Belüftung) ab.</li> <li>• übertragen Kenntnisse von Prozessen im Biofilm (Diffusion, Substratabbau, Limitierungen) auf Prozesse mit den für die Abwasserreinigung typischen, natürlichen Randbedingungen (Mischpopulationen, Zonen verschiedener Elektronenakzeptoren, Makrofauna).</li> <li>• kennen die Grundlagen anaeroben Schadstoffabbaus in Biozönosen und verknüpfen diese mit dem Design von anaeroben Behandlungsanlagen für Schlamm und Abwasser.</li> <li>• kennen aktuelle Entwicklungen der Sanierung von Boden und Grundwasser anhand von am Lehrstuhl durchgeführten Projekten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse der aquatischen Chemie</li> <li>• Grundkenntnisse der Mikrobiologie</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Ergänzungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die englischsprachigen, teilweise durch deutsche Texte ergänzten Unterlagen stehen auf der Studon-Plattform zur Verfügung.</li><li>• Umfangreiche englischsprachige Tafelanschriften</li></ul>
----	--------------------------	--

# Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät

1	<b>Modulbezeichnung</b> 82570	<b>BWL für Ingenieure</b> (Business studies for engineers)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: BWL für Ingenieure II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Lars Friedrich Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	<b>Inhalt</b>	<p>BW 1 (konstitutive Grundlagen):</p> <p>Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl</p> <p>BW 2 (operative Leistungsprozesse):</p> <p>Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb</p> <p>BW 3 (Unternehmensgründung):</p> <p>Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements</p> <p>BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung):</p> <p>Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre</li> <li>• verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen</li> <li>• erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb.</li> <li>• können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwendung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen</li> <li>• wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Ergänzungsmodule Master of Science Life Science Engineering 20152 Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45340	<b>Fluid-Feststoff-Strömungen</b> (Solid-liquid two phase flow)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück	
5	<b>Inhalt</b>	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorzuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen</li> <li>• stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar</li> <li>• bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung</li> <li>• berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus</li> <li>• vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation</li> <li>• führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Life Science Engineering 20192 Wahlpflichtmodule Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92130	<b>Genetic Engineering (Gentechnik)</b> (Genetic engineering)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Genetic Engineering (Gentechnik) (nur LSE) (2 SWS) Praktikum: Praktikum zu Genetic Engineering (Gentechnik) (nur LSE) (1 SWS) Übung: Übung zu Genetic Engineering (Gentechnik) (nur LSE) (1 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr. Daniel Gilbert Prof. Dr. Bärbel Kappes	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bärbel Kappes
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte des Genetic Engineering</li> <li>• Molekularbiologische Grundlagen gentechnologischer Verfahren</li> <li>• Methoden des Genetic Engineering</li> <li>• Das Humane Genomprojekt als erstes Großprojekt im Bereich Genetic Engineering</li> <li>• Epigenetik und ihre Konsequenzen für das Genetic Engineering</li> <li>• Stammzelltechnologien</li> <li>• Transgene Pflanzen und Tiere Anwendungen und Restriktionen"</li> <li>• Ausblick in die Synthetische Biologie</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen und beschreiben grundlegende gentechnologische Techniken und können deren molekularen oder biochemischen Grundlagen erklären</li> <li>• sind mit verschiedenen Vektorsystemen vertraut und können diese hinsichtlich ihre Verwendbarkeit für die jeweiligen Klonierungsstrategien beurteilen</li> <li>• kennen grundlegende Klonierungsabläufe und können selbständig Klonierungsstrategien entwickeln</li> <li>• sind mit den Verfahren zur Herstellung transgener pflanzlicher und tierischer Organismen vertraut</li> <li>• erlangen die Kompetenz wissenschaftliche Ergebnisse und Technologien im Bereich Genetic Engineering zu analysieren und zu bewerten</li> <li>• erweitern ihre soft skills, in dem sie selbständig einen Vortrag zu einem spezifischen Thema im Bereich Genetic Engineering ausarbeiten, im Plenum präsentieren, die Diskussion leiten und ein Handout erstellen (optional)</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• An Introduction to Genetic Engineering Third Edition, Dr Desmond S. T. Nicholl</li> <li>• Biotechnologie für Einsteiger - Reinhard Renneberg, Darja Süßbier</li> <li>• Molekulare Biotechnologie: Konzepte, Methode und Anwendungen Michael Wink</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96833	<b>Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften</b> (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jens Kirchner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Lehrveranstaltung wendet sich an Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die kurz vor Beginn einer Abschlussarbeit stehen, das erste Mal ein Seminar belegen und/oder eine erste Publikation erstellen wollen. Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Vorarbeiten</li> <li>• Einführung ins Projektmanagement</li> <li>• Wissenschaftliche Methodik</li> <li>• Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen</li> <li>• Organisation von Informationen</li> <li>• Aufbereiten von Informationen</li> <li>• Wissenschaftliches Publizieren</li> <li>• Gliedern: Roter Faden und Balance</li> <li>• Wissenschaftlicher Stil</li> <li>• Einführung in LaTeX</li> <li>• Literaturverwaltung mit BibTeX &amp; Co.</li> <li>• Erstellen und Halten von Präsentationen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren.</li> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren.</li> <li>• Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen.</li> <li>• Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodul aus dem Angebot der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1995	<b>Industriepraktikum (M.Sc. Life Science Engineering 20192)</b> (Internship / practical training on industry)	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>		
5	<b>Inhalt</b>	Bei der Durchführung des Industriepraktikums soll ein Überblick über die verschiedenen Tätigkeiten in einer Firma durch Mitarbeit in Arbeits- bzw. Projektgruppen verschafft werden. Darüber hinaus sollen spezielle Fertigkeiten von Ingenieuren, ausgehend vom bereits im Studium erworbenen Wissen, erworben werden. Als Basis hierzu sollen die im Bachelorstudium erworbenen Fach- und Methodenkompetenzen umgesetzt werden. Wünschenswerte Tätigkeitsbereiche sind z.B. Chemische Produktion, Umweltschutz, Kontroll-Labor, Mess- und Regelungstechnik, Anlagenplanung, Konstruktion, Apparatefertigung, Instandsetzung, Kostenrechnung, Marktanalyse.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen typische Aufgabenstellungen in der chemischen, (bio)verfahrenstechnischen oder verwandten Industrie</li> <li>• kennen und nachvollziehen die Organisation und die soziale Struktur eines Industriebetriebes</li> <li>• erkennen die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bereichen eines Unternehmens</li> <li>• setzen das bisher im Studium vermittelte Fachwissen in der industriellen Praxis um</li> <li>• reflektieren die Auswirkung ihres Handelns auf das Ergebnis der ihnen anvertrauten Aufgaben</li> <li>• analysieren die in der Industrie notwendigen Kenntnisse im Vergleich zu den Inhalten des eigenen Studiums</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Prüfung: Studienleistung/Praktikumsleistung: Praktikumszeugnis (1 bis 2 Seiten)</p> <p>Alle Informationen finden Sie hier: <a href="https://www.cbi.tf.fau.de/studium/industriepraktikum/">https://www.cbi.tf.fau.de/studium/industriepraktikum/</a></p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1999	<b>Masterarbeit (M.Sc. Life Science Engineering 20192)</b> (Master's thesis)	<b>30 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>		
5	<b>Inhalt</b>	<p>Selbständige Bearbeitung einer wissenschaftlichen Aufgabestellung am Department Chemie- und Bioingenieurwesen, zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotechnologie</li> <li>• Bioverfahrenstechnik</li> <li>• Modellierung und Simulation</li> <li>• Partikeltechnik</li> <li>• Technische Chemie</li> <li>• Thermofluiddynamik</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können eine wissenschaftliche Fragestellung aus einem ausgewählten Bereich des Life Science Engineerings innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig bearbeiten</li> <li>• entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme</li> <li>• gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches um und reflektieren diese</li> <li>• können geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anwenden und weiterentwickeln – auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten – sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darstellen</li> <li>• können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten</li> <li>• erweitern ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	s. FPO LSE § 42 (1)	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 0	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Life Science Engineering 20192
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (6 Monate) mündlich (30 Minuten) Sprache: Deutsch oder Englisch nach Wahl der Studierenden
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (90%) mündlich (10%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
15	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
17	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94060	<b>Projektierungskurs</b> (Project development course)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Projektierungskurs (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück PD Dr. Marco Haumann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Marco Haumann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektierung einer Produktionsanlage</li> <li>• Aufteilung der Aufgabenstellung auf einzelne Gruppen</li> <li>• Eigenständige Bearbeitung eines Teilprojekts in einer Gruppe</li> <li>• Koordination innerhalb der Gruppe und mit anderen Gruppen</li> <li>• Vorstellung der Ergebnisse.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Aufgaben und Probleme bei der Projektierung einer Produktionsanlage analysieren</li> <li>• können verschiedene Lösungswege im Team entwickeln, miteinander vergleichen und evaluieren</li> <li>• können eigenständig Lösungen für die Anlage erschaffen und ausarbeiten</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1750	<b>Wahlmodul (FAU-weit)</b> (Elective module (FAU module catalog))	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>		
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die individuell in den gewählten Modulen erworbenen Kompetenzen können den Modulbeschreibungen der gewählten Module entnommen werden.</p> <p>Vom individuellen Modul unabhängige Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden erwerben zusätzliche Kenntnisse und Kompetenzen in einem neuen Fachgebiet oder vertiefen vorhandenes Wissen in einem bereits im LSE-Curriculum enthaltenen Themenfeld. Die Studierenden erwerben Selbst- und Sozialkompetenz durch eine breite, fachrichtungsübergreifende Qualifizierung innerhalb der individuell gewählten Module. Die Studierenden schärfen durch die Wahlfreiheit ihr individuelles Profil im Hinblick auf ihr angestrebtes zukünftiges Berufsfeld.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Life Science Engineering 20192	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	keine Literaturhinweise hinterlegt!	