



Modulhandbuch

Bachelor of Science (B.Sc.)

Chemie- und Bioingenieurwesen

Kohorte: Wintersemester 2025

Stand: 15. September 2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	5
Modul M0883: Allgemeine und Anorganische Chemie	5
Modul M0850: Mathematik I	8
Modul M0577: Nichttechnische Angebote im Bachelor	10
Modul M1760: Einführung in das Chemie- und Bioingenieurwesen	12
Modul M1761: Biologische und Biochemische Grundlagen	13
Modul M1802: Technische Mechanik I (Stereostatik)	15
Modul M0671: Technische Thermodynamik I	18
Modul M0888: Organische Chemie	20
Modul M0851: Mathematik II	22
Modul M1276: Grundlagen des Technischen Zeichnens	24
Modul M1803: Technische Mechanik II (Elastostatik)	26
Modul M0688: Technische Thermodynamik II	29
Modul M0892: Chemische Reaktionstechnik	31
Modul M0853: Mathematik III	35
Modul M1497: Messtechnik für Chemie- und Bioingenieurwesen	38
Modul M1764: Bioprozesstechnik I	41
Modul M0544: Phasengleichgewichtsthermodynamik	44
Modul M0536: Grundlagen der Strömungsmechanik	47
Modul M1693: Informatik für Ingenieure - Programmierkonzepte, Data Handling & Kommunikation	50
Modul M0538: Wärme- und Stoffübertragung	52
Modul M0833: Grundlagen der Regelungstechnik	54
Modul M1775: Ökonomische und ökologische Projektbewertung	56
Modul M2183: Thermische Grundoperationen	59
Modul M0670: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik I	64
Modul M1969: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse	67
Fachmodule der Vertiefung Bioingenieurwesen	69
Modul M0877: Molekularbiologische Grundlagen	69
Modul M1765: Bioprozesstechnik II	72
Modul M1766: Vertiefungspraktikum Bioingenieurwesen	74
Modul M1762: Werkstofftechnik	76
Modul M0608: Grundlagen der Elektrotechnik	78
Modul M1498: Praxis in der Verfahrenstechnik	80
Modul M1770: Bioinformatik	82
Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	84
Modul M1769: Regulatorische Aspekte bei biologischen Arbeitsstoffen	88
Fachmodule der Vertiefung Chemieingenieurwesen	89
Modul M1715: Regenerative Energien	89
Modul M0729: Konstruktion und Apparatebau	92
Modul M1762: Werkstofftechnik	95
Modul M0608: Grundlagen der Elektrotechnik	97
Modul M1498: Praxis in der Verfahrenstechnik	99
Modul M1768: Grundlagen der Chemischen Kinetik	101
Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	103
Thesis	107
Modul M-001: Bachelorarbeit	107

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Bio- und Chemieingenieur*innen nutzen die Eigenschaften von Rohstoffen und entwickeln (Bio-)Katalysatoren und Prozesse, um zu neuen Produkten zu gelangen oder nachhaltigere, energiesparende Wege zu bestehenden Produkten zu realisieren. Damit können wichtige Ziele im Klima- und Naturschutz erreicht werden, in dem Prozesse energiesparender ausgelegt werden oder Kohlendioxid als Substrat für neue Prozesse genutzt wird. Zu den neuen Produkten können aber auch Lebensmittel gehören, die es erlauben den Bedarf einer steigenden Weltbevölkerung zu decken und dabei den Planeten nicht mehr auszubeuten. Auch neue Arzneimittel werden von Chemie- und Bioingenieur*innen mitentwickelt und Prozesse gestaltet, um sie in großen Mengen produzieren zu können. Die Grundbedürfnisse des Menschen nach sauberem Trinkwasser, Nahrung, Energie und Gesundheit können nur mit Hilfe der Chemietechnik und Biotechnologie befriedigt werden. Chemie- und Bioingenieur*innen machen Biologie, Chemie und Physik für die Gesellschaft nutzbar, indem sie die Produktion von Lebensmitteln, Chemikalien, Pharmazeutika, Treibstoffen, Baustoffen, Metallen und Kunststoffen in großem Maßstab ermöglichen. Das Chemie- und Bioingenieurwesen trägt also eine große Verantwortung für eine ressourcenschonende und klimafreundliche Gesellschaft. Denn nur durch effiziente Stoffumwandlungsverfahren mit weitreichenden Recyclingmöglichkeiten ist eine Kreislaufwirtschaft mit minimalem ökologischen Fußabdruck zu erreichen.

Im Studium werden naturwissenschaftliche (Chemie, Biologie, Physik), mathematische, ingenieurwissenschaftliche (Mechanik, Messtechnik, Konstruktion) und prozesstechnische Grundlagen (Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung) vermittelt. Dabei gehen die Dozent*innen der Verfahrenstechnik davon aus, dass in Zukunft hybride Prozesse bestehend aus biologischen und chemischen Teilprozessen in Zukunft immer wichtiger werden und daher biologische und chemische Grundlagen für zukünftige Ingenieur*innen im Bereich der Verfahrenstechnik gelegt werden müssen. Im Studium werden während verschiedener Praktika schon früh erste Eindrücke von der wissenschaftlichen Forschung an (bio-)verfahrenstechnischen Anlagen und Apparaten in Labor und Technikum ermöglicht. Dabei lernen die Studierenden neben den naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen viel über die verschiedenen Methoden und Anlagen, um Herstellungsprozesse und (bio-)chemische Reaktionen zu verstehen und zu berechnen. Nach der Vermittlung der Grundlagen können sich die Studierenden dann im vierten Semester für ein Schwerpunktthema entscheiden und vertiefen sich im Chemieingenieurwesen oder im Bioingenieurwesen.

Die Vertiefung Bioingenieurwesen fokussiert sich auf die Bereiche der Technischen Mikrobiologie, Biokatalyse und Bioverfahrenstechnik und vermittelt Konzepte und Methoden der Biochemie, der Genetik sowie der Mikro-, Molekular- und Zellbiologie. Dabei ist das Ziel, verständlich zu machen wie Biokatalysatoren und skalierbare biotechnologische Prozesse entworfen werden können, um neue nachhaltige biotechnologische Prozesse zu entwerfen. Die Vertiefung Chemieingenieurwesen befähigt dazu, Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und zu formulieren, mit denen Apparate, Maschinen und ganze Produktionsanlagen für umweltverträgliche Verfahren geplant, berechnet, konstruiert, gebaut und betrieben werden können.

Unabhängig von der gewählten Vertiefungsrichtung können die folgenden Masterstudiengänge an der TUHH nach einem Bachelor in Chemie- und Bioingenieurwesen gewählt werden:

- Verfahrenstechnik
- Bioverfahrenstechnik
- Chemical and Bioprocess Engineering

Berufliche Perspektiven

Allen Absolvent*innen der verfahrenstechnischen Studiengänge stehen die folgenden Tätigkeitsfelder offen:

Tätigkeitsfelder in der Industrie:

- Entwicklung und Verbesserung von chemischen, biotechnischen oder umwelttechnischen Verfahren
- Projektierung, Anlagenbau und Betrieb entsprechender Anlagen
- Erarbeitung von Grundlagen und Entwicklung neuer Apparate und Prozesse
- Werkstoff-Forschung und -Entwicklung
- Management in Produktionsbetrieben
- Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
- Dokumentation und Patentbearbeitung
- Marketing und Vertrieb

Tätigkeitsfelder im öffentlichen Dienst:

- Forschung und Lehre an wissenschaftlichen Hochschulen oder Instituten
- Technische Administration und Überwachung
- Mitarbeit in Bundes- und Landesämtern, z. B. Patentamt, Gewerbeaufsichtsamt, Materialprüfungsamt, Umweltbundesamt

Freiberufliche Perspektiven:

- Ingenieurbüros
- Patentanwaltskanzleien
- Gutachter*innen, Industrieberater*innen
- Eigene Firmengründung

Lernziele

Lernziele Wissen

- Die Absolvent*innen sind in der Lage, Grundlagenwissen auf den Gebieten Mathematik, Physik, Biologie, Chemie und Mechanik wiederzugeben.
- Sie können die im Chemie- und Bioingenieurwesen und angrenzenden Disziplinen auftretenden Phänomene erklären.
- Sie können die grundlegenden Prinzipien des Chemie- und Bioingenieurwesens zur Auslegung, Modellierung und Simulation biologischer und verfahrenstechnischer Prozesse sowie chemischer Reaktionen, von Energie-, Stoff- und Impulstransportprozessen, von Trennprozessen auf der Mikro-, Meso- und Makroskala sowie zum Betrieb entsprechender Anlagen erläutern.
- Sie sind in der Lage, die Grundzüge der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik zu beschreiben.
- Sie können rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit (bio)verfahrenstechnischen Prozessen und Produktionsanlagen berücksichtigen.

Vertiefung Chemieingenieurwesen:

- Die Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung Chemieingenieurwesen sind in der Lage, grundlegende Zusammenhänge in chemischen Prozessen zu verstehen und diese unter Nutzung von zusätzlichen Kenntnissen der Werkstofftechnik sowie des Anlagen- und Apparatebaus insbesondere mit einem Fokus auf die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zur Realisierung möglichst nachhaltiger Produktionsverfahren umzusetzen.

- Darüber hinaus können die Absolvent*innen Nutzungsmöglichkeiten von regenerativen Energien für die Gestaltung von energieeffizienten und klimaschonenden Produktionsprozessen beschreiben.

Vertiefung Bioingenieurwesen:

- Die Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung Bioingenieurwesen sind in der Lage, grundlegende molekularbiologische Techniken anzuwenden, um Mikroorganismen gezielt für die Produktion von Chemikalien und Proteinen zu verändern.
- Darüber hinaus können sie die mikrobiellen, energetischen und verfahrenstechnischen Grundlagen von fermentativen Bioprozessen erklären und anwenden.
- Sie sind in der Lage, verschiedene kinetische Ansätze für das Wachstum und die Produktbildung verschiedener Mikroorganismen zu erklären und für die Bioprozessentwicklung einzusetzen und Transportprozesse im Bioreaktor zu quantifizieren und diese zum Scale-up von Bioprozessen heranzuziehen.

Lernziele Fertigkeiten

- Die Absolvent*innen können ihr Wissen über mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen und Methoden der Ingenieurwissenschaften auf einfache Probleme anwenden und Lösungen erarbeiten.
- Sie können typische, detaillierte Problemstellungen aus dem Chemie- und Bioingenieurwesen (z. B. Auslegung von Anlagen, Berechnung von Wärme- und Stofftransportprozessen) auf ihr Grundlagenwissen abbilden, geeignete Lösungsmethoden finden und umsetzen. Sie können den eingeschlagenen Lösungsweg geeignet schriftlich dokumentieren.
- Sie können praktische, eher allgemeine Problemstellungen aus dem Chemie- und Bioingenieurwesen (z. B. Entwurf eines Prozesses) auf Teilprobleme des eigenen Faches oder anderer relevanter Fachgebiete abbilden, geeignete Methoden zur Problemlösung finden und diese umsetzen. Sie können ihre Lösung einer Zuhörerschaft klar strukturiert präsentieren.
- Sie können vorgegebene Fragestellungen aus der Forschung unter Verwendung geeigneter Methoden eigenverantwortlich bearbeiten, ihren eingeschlagenen Lösungsweg dokumentieren und vor einem fachkundigen Publikum präsentieren.
- Sie sind in der Lage, Entwürfe für (bio)verfahrenstechnische Prozesse nach spezifizierten Anforderungen zu erarbeiten.
- Sie können selbstständig Experimente planen, durchführen und die Ergebnisse interpretieren.

Vertiefung Chemieingenieurwesen:

- Die Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung Chemieingenieurwesen sind in der Lage, chemische Stoffumwandlungsprozesse in technischen Gasen und Flüssigkeiten von der molekularen Skala bis zur Apparateskala zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten.
- Sie können Entwürfe für chemische Prozesse nach spezifizierten Anforderungen erarbeiten; passende Analyse-, Modellierungs-, und Optimierungsmethoden auswählen und anwenden, Techniken und Methoden der Verfahrenstechnik einsetzen und deren Grenzen einschätzen.

Vertiefung Bioingenieurwesen:

- Die Absolvent*innen der Vertiefungsrichtung Bioingenieurwesen sind in der Lage, biologische Stoffumwandlungsprozesse mit Biokatalysatoren (Zellen und Enzymen) auf molekularer und Prozessebene zu durchdringen, zu analysieren und zu bewerten.
- Sie können Entwürfe für Bioprozesse nach spezifizierten Anforderungen erarbeiten; passende Analyse-, Modellierungs-, und Optimierungsmethoden auswählen und anwenden, Techniken und Methoden der Bioverfahrenstechnik einsetzen und deren Grenzen einschätzen.

Lernziele Sozialkompetenz

- Die Absolvent*innen sind qualifiziert, mit Fachleuten anderer Disziplinen zusammenzuarbeiten und die Ergebnisse ihrer Arbeit schriftlich und mündlich verständlich zu präsentieren.
- Sie können über Inhalte und Probleme des Chemie- und Bioingenieurwesens mit Fachleuten und Laien in deutscher und englischer Sprache kommunizieren.
- Sie können auf Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare geeignet reagieren. Sie können sowohl einzeln als auch in (internationalen) Gruppen selbstständig arbeiten.
- Sie können Teilaufgaben definieren, verteilen und integrieren. Sie können zeitliche Vereinbarungen treffen und sozial interagieren.

Lernziele Selbstständigkeit

- Die Absolvent*innen haben die Fähigkeit, ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, ökologischer und wirtschaftlicher Erfordernisse verantwortungsbewusst anzuwenden und eigenverantwortlich zu vertiefen.
- Sie haben die Fähigkeit, Literaturrecherchen durchzuführen sowie Datenbanken und andere Informationsquellen für ihre Arbeit zu nutzen.
- Sie können ihre vorhandenen Kompetenzen realistisch einschätzen und Defizite selbstständig aufarbeiten. Sie können die nicht-technischen Auswirkungen der Ingenieurtätigkeit einschätzen.
- Sie sind in der Lage, Projekte zu organisieren und durchzuführen.

Studiengangsstruktur

Das Studium gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Kernqualifikation,
- Vertiefung und
- Abschlussarbeit.

Die Kernqualifikation umfasst insgesamt 150 LP. Alle Module der Kernqualifikation sind verpflichtend zu besuchen. In der Kernqualifikation ist auch das überfachliche Modul „Nichttechnische Angebote im Bachelor“ verankert.

Ab dem vierten Semester belegen die Studierenden Module in der von ihnen gewählten Vertiefungsrichtung. Als Vertiefungsrichtung stehen „Chemieingenieurwesen“ und „Bioingenieurwesen“ zur Auswahl. Die Vertiefungsrichtung umfasst 15 LP. Zwei Module à 6 LP sind verpflichtend zu belegen. Ein Modul à 3 LP kann aus verschiedenen Modulen ausgewählt werden.

Die Bachelorarbeit wird im sechsten Semester angefertigt und hat einen Umfang von 12 LP.

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0883: Allgemeine und Anorganische Chemie							
Lehrveranstaltungen							
Titel		Typ	SWS	LP			
Allgemeine und Anorganische Chemie (L0824)		Vorlesung	3	3			
Allgemeine und Anorganische Chemie (L0996)		Laborpraktikum	3	2			
Allgemeine und anorganische Chemie (L1941)		Gruppenübung	1	1			
Modulverantwortlicher	Prof. Gerrit A. Luinstra						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	Gymnasiale Kurse in Chemie/Physik/Mathematik, insbesondere Aufbau des Atoms, Elektronenhülle, Gibbsenergie, pH-Konzept, Redoxreaktionen, Stromkreise (Spannung und Widerstand), Rechnen mit Logarithmen.						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz	Wissen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, den Aufbau von Molekülen (Orbitaltheorie, VSPER, Oktaedrisches Ligandfeld) sowie deren Interaktionen in der Gashypothese, in Flüssigkeiten und Festkörpern zu beschreiben. Sie können chemische Reaktionen im Sinne von Massen- und Energiebilanzierung unter Berücksichtigung von Enthalpie und Entropiekonzepten, dem Massenwirkungsgesetz aufstellen. Sie können das Konzept von Aktivierungsbarrieren in Kombination mit Kinetik erläutern. Sie haben vertiefte Kenntnisse in den Bereichen des Konzeptes von Säuren und Basen, der Beschreibung von Säure-Base-Reaktionen in Wasser, pH-Wertberechnungen, der quantitativen Analyse mittels Titration, von Redoxprozessen in Wasser, Redoxpotentialen, Beschreibung der Konzentrationsabhängigkeiten entlang dem Gesetz von Nernst von Redoxpotentialen (Batterie, Accu, Brennstoffzellen), Überspannung als Aktivierungsenergie, Korrosion als Lokalelement.					
	Fertigkeiten	Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können Sie Massen- und Energiebilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse zu optimieren. Sie können einfache pH-Wertberechnungen hinsichtlich des Einsatzes von Säuren und Basen bzw. einfache Betrachtungen über Redoxpotentialen durchführen. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen. Die Studierenden können ihre wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse vor dem Plenum präsentieren und verteidigen. Die Studierenden sind in der Lage, Versuchsergebnisse wissenschaftlich zu dokumentieren. Sie sind in der Lage, Quellen in ihren Protokollen wissenschaftlich korrekt zu zitieren.					
Personale Kompetenzen	Sozialkompetenz	Die Studierenden können vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.					
		Die Studierenden können in Kleingruppen unter Anleitung Experimente an labortechnischen Anlagen durchführen und dabei die einzelnen Aufgaben innerhalb der Gruppe selbstständig verteilen.					
	Selbstständigkeit	Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen. Die Studierenden können selbstständig Experimente planen, vorbereiten und durchführen. Sie können ihren Wissensstand selbstständig einschätzen und sich Quellen beschaffen, um fehlendes Wissen zur Erfüllung ihrer Aufgaben zu ergänzen.					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 82, Präsenzstudium 98						
Leistungspunkte	6						
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Ja	Art der Studienleistung Keiner	Beschreibung Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung				
Prüfung	Klausur						
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht						

Lehrveranstaltung L0824: Allgemeine und Anorganische Chemie	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerrit A. Luinstra, Prof. Franziska Lissel
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Dieser Kurs setzt sich aus 4 Themenbereichen zusammen, i) Beschreibung von Molekülen entlang der Orbitaltheorie für s-,p-,d-Blockelementen (Oktaedrisches Feld), Beschreibung von Interaktionen in der Gasphase, in Flüssigkeiten und Festkörpern, (Halb)Leitung ii) chemische Reaktionen im Sinne von Massen und Energiebilanzierung, Enthalpie und Entropiekonzepte, Massewirkungsgesetz, Konzept von Aktivierungsbarrieren in Kombination mit Kinetik, iii) Konzept von Säuren und Basen, Beschreibung von Säure-Base-Reaktionen in Wasser, pH-Wertberechnungen, Quantitative Analyse mittels Titration, iv) Redoxprozessen in Wasser, Redoxpotentialen, Beschreibung der Konzentrationsabhängigkeiten entlang dem Gesetz von Nernst von Redoxpotentialen (Batterie, Accu, Brennstoffzellen), Überspannung als Aktivierungsgesnergie, Korrosion als Lokalelement.
Literatur	Chemie für Ingenieure, Guido Kickelbick, ISBN 978-3-8273-7267-3 Chemie, Charles Mortimer (Deutsch und Englisch verfügbar) http://www.chemgapedia.de

Lehrveranstaltung L0996: Allgemeine und Anorganische Chemie	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerrit A. Luinstra, Prof. Franziska Lissel
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Das Erlernen von Arbeitstechniken und der Umgang mit chemischen Substanzen sind Gegenstand des Laborpraktikums. Die Versuche setzen sich aus 4 Themenbereichen zusammen, i) Atomaufbau durch spektroskopische Methoden, Einblick in Teile der analytischen Chemie ii) Chemische Reaktionen via Nachweisreaktionen, Bindungsarten und Reaktionstypen, beinhaltet die Aufstellung von Reaktionsgleichungen iii) Konzept von Säuren und Basen, Beschreibung von Säure-Base-Reaktionen in Wasser, Pufferlösungen, Quantitative Analyse mittels Titration iv) Redoxprozesse in Wasser, Redoxpotentiale, Beschreibung der Konzentrationsabhängigkeiten entlang dem Gesetz von Nernst von Redoxpotentialen, Funktionsweise von galvanischen Elementen und Elektrolysezellen. Es wird in kleinen Gruppen (12-15 Studierende) vor jedem Versuch ein Seminar abgehalten, in dem sich die Studenten mündlich beteiligen. Teamarbeit und Kooperation werden gefördert, da die Versuche im Labor sowie das Schreiben der Protokolle in 3er/4er Gruppen durchgeführt werden. Zudem wird wissenschaftliches Arbeiten vermittelt (Dokumentation der Versuchsergebnisse im Laborjournal, Zitieren von Literatur im Protokoll).
Literatur	Chemie für Ingenieure, Guido Kickelbick, ISBN 978-3-8273-7267-3 Chemie, Charles Mortimer (Deutsch und Englisch verfügbar) Analytische und anorganische Chemie, Jander/Blasius Maßanalyse, Jander/Jahr

Lehrveranstaltung L1941: Allgemeine und anorganische Chemie	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Gerrit A. Luinstra, Prof. Franziska Lissel
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Dieser Kurs setzt sich aus 4 Themenbereichen zusammen, i) Beschreibung von Molekülen entlang der Orbitaltheorie für s-,p-,d-Blockelementen (Oktaedrisches Feld), Beschreibung von Interaktionen in der Gasphase, in Flüssigkeiten und Festkörpern, (Halb)Leitung ii) chemische Reaktionen im Sinne von Massen und Energiebilanzierung, Enthalpie und Entropiekonzepte, Massewirkungsgesetz, Konzept von Aktivierungsbarrieren in Kombination mit Kinetik, iii) Konzept von Säuren und Basen, Beschreibung von Säure-Base-Reaktionen in Wasser, pH-Wertberechnungen, Quantitative Analyse mittels Titration, iv) Redoxprozessen in Wasser, Redoxpotentialen, Beschreibung der Konzentrationsabhängigkeiten entlang dem Gesetz von Nernst von Redoxpotentialen (Batterie, Accu, Brennstoffzellen), Überspannung als Aktivierungsgesnergie, Korrosion als Lokalelement.
Literatur	Chemie für Ingenieure, Guido Kickelbick, ISBN 978-3-8273-7267-3 Chemie, Charles Mortimer (Deutsch und Englisch verfügbar) http://www.chemgapedia.de

Modul M0850: Mathematik I							
Lehrveranstaltungen							
Titel		Typ	SWS	LP			
Mathematik I (L2970)		Vorlesung	4	4			
Mathematik I (L2971)		Hörsaalübung	2	2			
Mathematik I (L2972)		Gruppenübung	2	2			
Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulmathematik						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die grundlegenden Begriffe der Analysis und Linearen Algebra benennen und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 					
	<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus der Analysis und Linearen Algebra mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 					
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 					
	<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 128, Präsenzstudium 112						
Leistungspunkte	8						
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung				
	Ja	10 %	Übungsaufgaben				
Prüfung	Klausur						
Prüfungsdauer und -umfang	120 min						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht						

Lehrveranstaltung L2970: Mathematik I	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Mathematische Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengen, Aussagen, vollständige Induktion, Abbildungen, trigonometrische Funktionen <p>Analysis: Grundzüge der Differential- und Integralrechnung einer Variablen</p> <ul style="list-style-type: none"> • natürliche und reelle Zahlen • Konvergenz von Folgen und Reihen • Stetigkeit und Differenzierbarkeit • Mittelwertsätze • Satz von Taylor • Kurvendiskussion • Fehlerrechnung • Fixpunkt-Iterationen <p>Lineare Algebra: Grundzüge der Linearen Algebra im \mathbb{R}^n</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektoren im Anschauungsraum: Rechenregeln, Linearkombinationen, inneres Produkt, Kreuzprodukt, Geraden und Ebenen • Lineare Gleichungssysteme: Gaußelimination, lineare Abbildungen, Matrizenprodukt, inverse Matrizen, Determinanten • Orthogonale Projektion im \mathbb{R}^n, Gram-Schmidt-Orthonormalisierung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • T. Arens u.a.: Mathematik, Springer Spektrum, Heidelberg 2015 • W. Mackens, H. Voß: Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • W. Mackens, H. Voß: Aufgaben und Lösungen zur Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • G. Strang: Lineare Algebra, Springer-Verlag, 2003 • G. und S. Teschl: Mathematik für Informatiker, Band 1, Springer-Verlag, 2013

Lehrveranstaltung L2971: Mathematik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Christian Seifert, Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2972: Mathematik I	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Christian Seifert, Dr. Jens-Peter Zemke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0577: Nichttechnische Angebote im Bachelor	
Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	<p>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</p> <p>vermitteln die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leistungsbefähigung der zukünftigen Ingenieur*innen. Sie setzt diese Ausbildungsziele in ihrer Lehrarchitektur, den Lehr-Lern-Arrangements, den Lehrbereichen und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für spezifische Kompetenzen und ein Kompetenzniveau auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p>Die Lehrarchitektur</p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im Nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.</p> <p>Die Lehr-Lern-Arrangements</p> <p>sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.</p> <p>Die Lehrbereiche</p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.</p> <p>Fachkompetenz (Wissen)</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> ausgewählte Spezialgebiete innerhalb der jeweiligen nichttechnischen Mutterdisziplinen verorten, in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren, diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen, in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen, können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im nichttechnischen Bereich ist). <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> grundlegende Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. einfache Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten, bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.

Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind fähig , <ul style="list-style-type: none">• in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen• eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren,• nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen• sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist) .
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage, <ul style="list-style-type: none">• die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren,• sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren,• Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden,• sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken.• sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen
Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M1760: Einführung in das Chemie- und Bioingenieurwesen				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Einführung in das Chemie- und Bioingenieurwesen (L2892)		Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Johannes Gescher			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Es sind keine Vorkenntnisse erforderlich.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: - einen Überblick über die wichtigsten Themenfelder des Chemie und Bioingenieurwesens zu geben - einige Arbeitsmethoden für verschiedene Teilgebiete der Verfahrenstechnik zu erklären. - eigenständig wissenschaftliche Literaturrecherchen zu betreiben - einfach wissenschaftliche Texte zu formulieren und hier korrekt zu zitieren			
<i>Fertigkeiten</i>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: - Publikationsdatenbanken eigenständig zu nutzen - korrekt zu zitieren - mit Hilfe von Hinweisen eigenständig typische verfahrenstechnische und biotechnologische Prozesse grob zu beschreiben.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können: - in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihren Lernstand selbstständig einzuschätzen und ihre Schwächen und Stärken auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik zu reflektieren.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung	
	Ja	20 %	Schriftliche Ausarbeitung	Die Studierenden schreiben in Gruppen kurze Übersichtsartikel zu den Themen der Veranstaltung unter Anwendung der vermittelten Regeln für die Literaturrecherche und -zitation.
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	60 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2892: Einführung in das Chemie- und Bioingenieurwesen				
Typ	Vorlesung			
SWS	2			
LP	3			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Dozenten	Dozenten des SD V			
Sprachen	DE			
Zeitraum	WiSe			
Inhalt	Die Veranstaltung verfolgt drei wichtige Ziele für die Ausbildung von Chemie- und Bioingenieur*innen. Die Dozent*innen der Verfahrenstechnik stellen anhand von Beispielen wie der Produktion von Penicillin oder dem Haber-Bosch-Prozess vor, wie mit Hilfe von verfahrenstechnischen Herangehensweisen und Methoden grüntechnische Prozesse entwickelt werden können und welche Entwicklungsstufen dabei durchschritten werden. Dabei stellen die Dozent*innen auch dar, wie mit Hilfe neuer Forschungsrichtungen und -ergebnisse solche Prozesse immer nachhaltiger gestaltet werden können. Darüber hinaus erlernen die Studierenden die Grundlage der wissenschaftlichen Literaturrecherche und wie damit ein neues Themengebiet erschlossen werden kann. Dabei wird auch vermittelt wie zwischen wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Quellen unterschieden werden kann. Schlussendlich erstellen die Studierenden eigene kurze wissenschaftliche Texte und lernen wie korrekt und sicher zitiert werden kann.			
Literatur	Literatur und zusätzliche Informationsquellen werden während der Veranstaltung über StudIP zur Verfügung gestellt.			

Modul M1761: Biologische und Biochemische Grundlagen				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Biologische und Biochemische Grundlagen (L2900)		Vorlesung	2	2
Biologisches und Biochemisches Grundlagenpraktikum (L2901)		Laborpraktikum	3	3
Einführung in das Biologische und Biochemische Praktikum (L2902)		Vorlesung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Johannes Gescher			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Das Modul gliedert sich in zwei Teile. Im Wintersemester wird eine Vorlesung mit 2 Semesterwochenstunden angeboten. Für diese Vorlesung sind keine Vorkenntnisse notwendig. Im darauf folgenden Sommersemester wird der zweite Teil des Moduls angeboten. Dieser gliedert sich in ein Praktikum und eine dazu einführende Vorlesung. Für diese beiden Modulteile wird dringend der Besuch der Vorlesung im Wintersemester empfohlen.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	<p>Das Modul hat zum Ziel Ihnen die Grundprinzipien von biologischen Systemen und Biokatalysatoren zu vermitteln. Sie werden erfahren wie Organismen aufgebaut sind und über welche Grundcharakteristika Organismen aus den drei Reichen des Lebens unterscheiden werden können. Sie werden erfahren auf welche Weise biologische Systeme Energie gewinnen können und werden die Prinzipien der biologischen Thermodynamik anwenden. Darüber hinaus werden sie lernen wie Enzyme aufgebaut sind und beispielhaft an einigen Enzymklassen erlernen wie Enzyme ihre Wirkung entfalten.</p> <p>Am Ende des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> - können Sie Grundprinzipien lebender Systeme beschreiben und durch deren Anwendung den Stoffwechsel von Organismen erklären - können Sie Organismen anhand einiger Grundcharakteristika den drei Reichen des Lebens zuordnen - können Sie anhand einiger Beispielreaktionen die Aufgaben von Enzymen generisch beschreiben - können Sie aus den Grundbeschaffenheiten von Organismen und Enzymen ableiten, welche biotechnologischen Anwendungen mit diesen Systemen möglich sind. - können Sie das Fachvokabular zu biologische Systemen und Prozessen verstehen und anwenden - können Sie einfache bioinformatische Operationen vornehmen, um DNA-Sequenzen einer Funktion zuzuordnen - können Sie die Grundprinzipien der Anwendung von Primärliteratur sicher anwenden 			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden beherrschen die Grundtechniken des sterilen Arbeitens und der molekularen Diagnostik. Sie können selbstständig Medien zubereiten und Mikroorganismen in Kultur halten. Darüber hinaus können sie aus Anreicherungskulturen und Umweltproben Organismen isolieren und charakterisieren.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> - in Teams von zwischen 2 und 10 Studierenden gemeinsam Wissen zu erarbeiten, - im Team ihr eigenes Wissen einzubringen und in Diskussionen zu vertreten, - eine komplexe Aufgabe im Team in Teilaufgaben zu zerlegen, zu lösen und die Ergebnisse zusammenzufassen. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, sich selbstständig ihre Praktikumstage zu strukturieren und Aufgaben zu priorisieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage über eine Literaturrecherche grundlegende Informationen zu Mikroorganismen zu sammeln und zu verarbeiten.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Referat	Zusammenstellung der Ergebnisse des Praktikums
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2900: Biologische und Biochemische Grundlagen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In der Vorlesung lernen wir die Grundmerkmale von Organismen aller Reiche des Lebens kennen. Dazu gehört die Zellbiologie wie auch die Zellphysiologie. Wir verstehen die energetischen Grundlagen lebender Systeme und die Vielfalt an möglichen metabolischen Lebenskonzepten. Aus diesen Grundgesetzmäßigkeiten heraus soll verständlich werden, wie und welchem Umfang eine Anwendung und genetische Umprogrammierung von Organismen für die Anwendung erfolgen kann.
Literatur	Fuchs: Allgemeine Mikrobiologie, 11. vollständig überarbeitete Auflage 2022; ISBN: 9783132434776 Brock: Biology of Microorganisms, ISBN-13: 9780134626109

Lehrveranstaltung L2901: Biologisches und Biochemisches Grundlagenpraktikum	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Ziel des Praktikums ist die Vermittlung von grundlegenden mikrobiologischen und molekularbiologischen Techniken anhand von individuellen Forschungsaufträgen sowie Kontrollexperimenten. Dabei sollen in diesem Praktikum Organismen isoliert werden, die von Studierenden des 4. und 6. Semesters in zwei unabhängigen Modulen weiterbearbeitet werden.
Literatur	Steinbüchel: Mikrobiologisches Praktikum, ISBN: 978-3-662-63234-5

Lehrveranstaltung L2902: Einführung in das Biologische und Biochemische Praktikum	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Das Ziel der einführenden Vorlesung ist es, unterschiedliche benutzte Methoden zu erläutern und deren Anwendungsspektrum zu verdeutlichen. Darüber hinaus werden wir in der Vorlesung spez. physiologische Merkmale der zu isolierenden Mikroorganismen verdeutlichen.
Literatur	Steinbüchel: Mikrobiologisches Praktikum, ISBN: 978-3-662-63234-5

Modul M1802: Technische Mechanik I (Stereostatik)				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Technische Mechanik I (Stereostatik) (L1001)		Vorlesung	2	2
Technische Mechanik I (Stereostatik) (L1003)		Hörsaalübung	2	2
Technische Mechanik I (Stereostatik) (L1002)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Benedikt Kriegesmann			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Gefestigte und tiefgehende Schulkenntnisse in Mathematik und Physik. Als gute Auffrischung der Mathematikkenntnisse ist der Mathematikvorkurs empfehlenswert. Parallel zum Modul Mechanik I sollte das Modul Mathematik I besucht werden.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> die axiomatische Vorgehensweise bei der Erarbeitung der mechanischen Zusammenhänge beschreiben; wesentliche Schritte der Modellbildung erläutern; Fachwissen aus dem Bereich der Stereostatik präsentieren. 			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> die wesentlichen Elemente der mathematischen / mechanischen Analyse und Modellbildung anwenden und im Kontext eigener Fragestellung umsetzen; grundlegende Methoden der Statik auf Probleme des Ingenieurwesens anwenden; Tragweite und Grenzen der eingeführten Methoden der Statik abschätzen, beurteilen und sich weiterführende Ansätze erarbeiten. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihre eigenen Stärken und Schwächen einzuschätzen und darauf basierend ihr Zeit- und Lernmanagement zu organisieren.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L1001: Technische Mechanik I (Stereostatik)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben der Mechanik • Modelbildung und Modelelemente • Kraftwinder, Vektorrechnung • Räumliche Kräftesysteme und Gleichgewicht • Lagerung von Körpern, Charakterisierung der Lagerung gebundener Systeme • Ebene und räumliche Fachwerke • Schnittkräfte am Balken und in Rahmentragwerken, Streckenlasten, Klammerfunktion • Gewichtskraft und Schwerpunkt, Volumen-, Flächen- und Linienmittelpunkte • Mittelpunktsberechnung über Integrale, Zusammengesetzte Körper • Haft- und Gleitreibung • Seilreibung <p>In der Mechanik I wird eine e-Learning Plattform mit interaktiven Videos von Experimenten entwickelt. Hierdurch wird eine Verbindung von Theorie und Anwendung erzeugt. Außerdem wurde eine enge Verzahnung mit der Mathematik I vorgenommen und die Inhalte der beiden Lehrveranstaltungen aufeinander abgestimmt.</p>
Literatur	K. Magnus, H.H. Müller-Slany: Grundlagen der Technischen Mechanik. 7. Auflage, Teubner (2009). D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. Wall: Technische Mechanik 1. 11. Auflage, Springer (2011).

Lehrveranstaltung L1003: Technische Mechanik I (Stereostatik)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Kräftesysteme und Gleichgewicht Lagerung von Körpern Fachwerke Gewichtskraft und Schwerpunkt Reibung Innere Kräfte und Momente am Balken</p> <p>In der Mechanik I wird eine e-Learning Plattform mit interaktiven Videos von Experimenten entwickelt. Hierdurch wird eine Verbindung von Theorie und Anwendung erzeugt. Außerdem wurde eine enge Verzahnung mit der Mathematik I vorgenommen und die Inhalte der beiden Lehrveranstaltungen aufeinander abgestimmt.</p>
Literatur	K. Magnus, H.H. Müller-Slany: Grundlagen der Technischen Mechanik. 7. Auflage, Teubner (2009). D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. Wall: Technische Mechanik 1. 11. Auflage, Springer (2011).

Lehrveranstaltung L1002: Technische Mechanik I (Stereostatik)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Benedikt Kriegesmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Kräftesysteme und Gleichgewicht Lagerung von Körpern Fachwerke Gewichtskraft und Schwerpunkt Reibung Innere Kräfte und Momente am Balken</p> <p>In der Mechanik I wird eine e-Learning Plattform mit interaktiven Videos von Experimenten entwickelt. Hierdurch wird eine Verbindung von Theorie und Anwendung erzeugt. Außerdem wurde eine enge Verzahnung mit der Mathematik I vorgenommen und die Inhalte der beiden Lehrveranstaltungen aufeinander abgestimmt.</p>
Literatur	<p>K. Magnus, H.H. Müller-Slany: Grundlagen der Technischen Mechanik. 7. Auflage, Teubner (2009).</p> <p>D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. Wall: Technische Mechanik 1. 11. Auflage, Springer (2011).</p>

Modul M0671: Technische Thermodynamik I					
Lehrveranstaltungen					
Titel		Typ	SWS	LP	
Technische Thermodynamik I (L0437)		Vorlesung	2	4	
Technische Thermodynamik I (L0439)		Hörsaalübung	1	1	
Technische Thermodynamik I (L0441)		Gruppenübung	2	1	
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Speerforck				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Mathematik und Mechanik				
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht				
Fachkompetenz	Wissen	Studierende sind mit den Hauptsätzen der Thermodynamik vertraut. Sie wissen über die gegenseitige Verknüpfung der einzelnen Energieformen untereinander entsprechend dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik und kennen die Grenzen einer Wandlung der verschiedenen Energieformen bei natürlichen und technischen Vorgängen entsprechend dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Sie sind in der Lage, Zustandsgrößen von Prozessgrößen zu unterscheiden und kennen die Bedeutung der einzelnen Zustandsgrößen wie z. B. Temperatur, Enthalpie oder Entropie sowie der damit verbundenen Begriffe Exergie und Anergie. Sie können den Carnotprozess in den in der Technischen Thermodynamik üblichen Diagrammen darstellen. Sie können den Unterschied zwischen einem idealen und einem realen Gas physikalisch beschreiben und kennen die entsprechenden thermischen Zustandsgleichungen. Sie wissen, was eine Fundamentalgleichung ist und sind mit grundlegenden Zusammenhängen der Zweiphasenthermodynamik vertraut.			
	Fertigkeiten	Studierende sind in der Lage, die innere Energie, die Enthalpie, die kinetische und potenzielle Energie sowie Arbeit und Wärme für Zustandsänderungen zu berechnen und diese Berechnungsmöglichkeiten auch auf den Carnotprozess anzuwenden. Darüber hinaus können sie Zustandsgrößen für ideale und reale Gase aus messbaren thermischen Zustandsgrößen berechnen.			
Personale Kompetenzen	Sozialkompetenz	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten. Sie können Verständnisfragen zum Inhalt, die mit dem ClickerOnline Tool "TurningPoint" in der Vorlesung bereit gestellt werden, nach Diskussionen mit anderen Studierenden beantworten.			
	Selbstständigkeit	Studierende können die in Aufgaben gestellten Problemstellungen physikalisch verstehen. Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung und Übung vermittelten Methoden zur Lösung von Problemstellungen geeignet auszuwählen und eigenständig auf unterschiedliche Aufgabentypen anzuwenden.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70				
Leistungspunkte	6				
Studienleistung	Keine				
Prüfung	Klausur				
Prüfungsdauer und -umfang	90 min				
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht				

Lehrveranstaltung L0437: Technische Thermodynamik I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung 2. Grundbegriffe 3. Thermisches Gleichgewicht und Temperatur <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Thermische Zustandsgleichung 4. Der erste Hauptsatz <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Arbeit und Wärme 4.2 erster Hauptsatz für geschlossene Systeme 4.3 erster Hauptsatz für offene Systeme 4.4 Anwendungsbeispiele 5. Zustandsgleichungen & Zustandsänderungen <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Zustandsänderungen 5.2 Kreisprozess 6. Der zweite Hauptsatz <ol style="list-style-type: none"> 6.1 Verallgemeinerung des Carnotprozesses 6.2 Entropie 6.3 Anwendungsbeispiele zum 2. Hauptsatz 6.4 Entropie- und Energiebilanzen; Exergie 7. Thermodynamische Eigenschaften reiner Fluide <ol style="list-style-type: none"> 7.1 Hauptgleichungen der Thermodynamik 7.2 Thermodynamische Potentiale 7.3 Kalorische Zustandsgrößen für beliebige Stoffe 7.4 Zustandsgleichungen (van der Waals u.a.) <p>In der Vorlesung werden Funk-Abstimmungsgeräte („Clicker“) eingesetzt. Die Studierenden können hierdurch das Verständnis des Vorlesungsstoffes direkt überprüfen und dadurch gezielte Fragen an den Dozenten richten. Außerdem erhält der Dozent ein unmittelbares Feedback zum Kenntnisstand der Studierenden und zu Schwächen der eigenen Darstellung des Vorlesungsstoffes.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmitz, G.: Technische Thermodynamik, TuTech Verlag, Hamburg, 2009 • Baehr, H.D.; Kabelac, S.: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012 • Potter, M.; Somerton, C.: Thermodynamics for Engineers, Mc GrawHill, 1993

Lehrveranstaltung L0439: Technische Thermodynamik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0441: Technische Thermodynamik I	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0888: Organische Chemie				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Organische Chemie (L0831)		Vorlesung	2	2
Organische Chemie (L0832)		Laborpraktikum	2	2
Organische Chemie (L3184)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Robert Meyer			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Gymnasiale Kurse in Chemie und/oder Vorlesung "Allgemeine und Anorganische Chemie"			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i>: Studierende sind mit den Grundkenntnissen der organischen Chemie vertraut. Sie können verschiedene organische Moleküle zuordnen und funktionelle Gruppen identifizieren und die jeweiligen grundlegenden Syntheserouten beschreiben. Grundlegende Reaktionsmechanismen der nucleophile Substitution, Eliminierungsreaktionen, Additionsreaktionen und aromatischen Substitution können Sie detailliert erläutern. Die Studierenden sind in der Lage, moderne Reaktionsmechanismen allgemein zu beschreiben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i>: Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Organischen Chemie auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können sie grundlegende Syntheserouten zu kleinen organischen Molekülen aufstellen, um damit technische Prozesse der Verfahrenstechnik und Umwelttechnik zu optimieren. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ihre Versuchsdurchführung und ihre Ergebnisse auf wissenschaftliche Art und Weise zu protokollieren und zu interpretieren.</p>			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i>: Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg für vorgegebene Aufgaben erarbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i>: Studierende sind in der Lage Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L0831: Organische Chemie				
Typ	Vorlesung			
SWS	2			
LP	2			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28			
Dozenten	Prof. Franziska Lissel, Robert Meyer			
Sprachen	DE			
Zeitraum	SoSe			
Inhalt	Die Veranstaltung vermittelt die Grundkenntnisse der organischen Chemie. Dies umfasst einfache Verbindungen des Kohlenstoffs, Alkane, Alkene, Aromatische Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Phenole, Ether, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Amine, Amide sowie Aminosäuren. Weiterhin werden grundlegende Reaktionsmechanismen der nucleophile Substitution, Eliminierungsreaktionen, Additionsreaktionen und aromatischen Substitution vermittelt. Weitere moderne Reaktionsmechanismen werden ebenso besprochen.			
Literatur	gängige einführende Werke zur Organischen Chemie. Z.B. „Organische Chemie“ von K.P.C.Vollhart & N.E.Schore, Wiley VCH			

Lehrveranstaltung L0832: Organische Chemie	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Franziska Lissel, Robert Meyer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Veranstaltung vermittelt die Grundkennisse der organischen Chemie. Dies umfasst einfache Verbindungen des Kohlenstoffs, Alkane, Alkene, Aromatische Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Phenole, Ether, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Amine, Amide sowie Aminosäuren. Weiterhin werden grundlegende Reaktionsmechanismen der nucleophile Substitution, Eliminierungsreaktionen, Additionsreaktionen und aromatischen Substitution vermittelt. Weitere moderne Reaktionsmechanismen werden ebenso besprochen.</p> <p>Vor der praktischen Durchführung der Versuche gibt es jeweils ein mündliches Kolloquium in Kleingruppen. Darin werden sicherheitsrelevante Aspekte besprochen, inhaltliche Fragen diskutiert und Lösungswege für vorgegebene Aufgaben diskutiert. In den Vorkolloquia erwerben die Studierenden die Möglichkeit sich wissenschaftlich korrekt mündlich ausdrücken und theoretische Grundlagen zu beschreiben.</p> <p>Die Studierenden verfassen zu jedem Versuch ein Protokoll. Sie erhalten Feedback zur Wissenschaftlichkeit ihrer Texte sowie wissenschaftlichen Standards (Zitierweise, Bildbeschriftung, etc.), sodass sie ihre Fertigkeiten diesbezüglich über den Verlauf des Praktikums kontinuierlich verbessern können.</p>
Literatur	gängige einführende Werke zur Organischen Chemie. Z.B. „Organische Chemie“ von K.P.C.Vollhart & N.E.Schore, Wiley VCH

Lehrveranstaltung L3184: Organische Chemie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Franziska Lissel, Robert Meyer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0851: Mathematik II				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Mathematik II (L2976)		Vorlesung	4	4
Mathematik II (L2977)		Hörsaalübung	2	2
Mathematik II (L2978)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik I			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können weitere Begriffe der Analysis und Linearen Algebra benennen und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus der Analysis und Linearen Algebra mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen formulieren und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 128, Präsenzstudium 112			
Leistungspunkte	8			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	10 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2976: Mathematik II	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Analysis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenzreihen und elementare Funktionen • Interpolation • Integration (bestimmte Integrale, Hauptsatz, Integrationsregeln, uneigentliche Integrale, parameterabhängige Integrale) • Anwendungen der Integralrechnung (Volumen und Mantelfläche von Rotationskörpern, Kurven und Bogenlänge, Kurvenintegrale) • numerische Quadratur • periodische Funktionen und Fourier-Reihen <p>Lineare Algebra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Vektorräume: Teilräume, Euklidische Vektorräume • Lineare Abbildungen: Basiswechsel, orthogonale Projektion, orthogonale Matrizen, Householder Matrizen • Lineare Ausgleichsprobleme: Normalgleichungen, lineare diskrete Approximation • Eigenwertaufgaben: Diagonalisierbarkeit von Matrizen, normale Matrizen, symmetrische und hermitische Matrizen • Systeme linearer Differentialgleichungen • Matrix-Faktorisierungen: LR-Zerlegung, QR-Zerlegung, Schur-Zerlegung, Jordansche Normalform, Singulärwertzerlegung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • T. Arens u.a. : Mathematik, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2009 • W. Mackens, H. Voß: Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • W. Mackens, H. Voß: Aufgaben und Lösungen zur Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • G. Strang: Lineare Algebra, Springer-Verlag, 2003 • G. und S. Teschl: Mathematik für Informatiker, Band 1, Springer-Verlag, 2013

Lehrveranstaltung L2977: Mathematik II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Christian Seifert, Dr. Jens-Peter Zemke, Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2978: Mathematik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Christian Seifert, Dr. Jens-Peter Zemke, Prof. Marko Lindner
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1276: Grundlagen des Technischen Zeichnens				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Grundlagen des Technischen Zeichnens (L1741)		Vorlesung	1	1
Grundlagen des Technischen Zeichnens (L1742)		Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Dr. Marko Hoffmann			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Grundpraktikum 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Erlernen der Regeln für das normgerechte Erstellen von technischen Zeichnungen Erlernen der verschiedenen Darstellungsarten (z.B. Projektionsmethoden, Ansichten, Schnittdarstellungen) Erlernen der normgerechten Maßeintragung in technischen Zeichnungen Erlernen von normgerechten Angaben in Fertigungszeichnungen (z.B. Toleranzen, Passungen und Oberflächenangaben) 			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, einfache technische Zeichnungen zu erstellen, unter Berücksichtigung von Toleranzen und Passungen Studierende sind in der Lage, das räumliche Vorstellungsvermögen auszubauen. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können in Basisgruppen fachspezifische Aufgaben und kleine Konstruktionsübungen gemeinsam bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Sie bearbeiten Ihre Hausaufgaben selbstständig, zu denen sie in ihren jeweiligen Basisgruppen Rückmeldung bekommen, um ihren Lernstand einschätzen zu können. Studierende sind in der Lage, selbstständig Informationen von fachspezifischen Publikationen herauszusuchen und diese in den Kontext der Veranstaltung zuzuordnen, z.B. beim Anfertigen von technischen Zeichnungen oder beim Auswählen eines Werkstoffs für einen verfahrenstechnischen Apparat. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Nein	Art der Studienleistung 5 %	Beschreibung Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L1741: Grundlagen des Technischen Zeichnens	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Marko Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Grundlagen des technischen Zeichnens (Zeichnungsinhalte, -arten und -erstellung unter Berücksichtigung der entsprechenden Normen) Projektionslehre (Grundlagen, Normalprojektionen, isometrische Projektionen, Schnitte, Abwicklungen, Durchdringungen)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Hoischen, Hans; Fritz, Andreas (Hrsg.): "Hoischen/Technisches Zeichnen: Grundlagen, Normen, Beispiele, Darstellende Geometrie", 35. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Cornelsen Verlag, Berlin, 2016. Fritz, Andreas; Hoischen, Hans; Rund, Wolfgang (Hrsg.): "Praxis des Technischen Zeichnens Metall / Erklärungen, Übungen, Tests", 17. überarbeitete Auflage; Cornelsen Verlag, Berlin, 2016. Labisch, Susanna; Weber, Christian: "Technisches Zeichnen : Selbstständig lernen und effektiv üben", 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2013. Kurz, Ulrich; Wittel, Herbert: "Böttcher/Forberg Technisches Zeichnen : Grundlagen, Normung, Übungen und Projektaufgaben", 26. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2014. Klein, Martin; Alex, Dieter u.a.; DIN: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): "Einführung in die DIN-Normen"; 14. neubearbeitete Auflage, Teubner u.a., Stuttgart u.a., 2008.

Lehrveranstaltung L1742: Grundlagen des Technischen Zeichnens	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Marko Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1803: Technische Mechanik II (Elastostatik)											
Lehrveranstaltungen											
Titel		Typ	SWS	LP							
Technische Mechanik II (Gruppenübung) (L0494)		Gruppenübung	2	2							
Technische Mechanik II (Hörsaalübung) (L1691)		Hörsaalübung	2	2							
Technische Mechanik II (Vorlesung) (L0493)		Vorlesung	2	2							
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron										
Zulassungsvoraussetzungen	Keine										
Empfohlene Vorkenntnisse	Mechanik I, Mathematik I (Grundkenntnisse der Starrkörpermechanik wie Kräfte- und Momentengleichgewicht, Grundkenntnisse der linearen Algebra wie Vektor-Matrix-Rechnung, Grundkenntnisse der Integral- und Differentialrechnung)										
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht										
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>	Nach erfolgreichen Absolvieren des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik und Elastostatik, insbesondere Spannung, Verzerrung, Materialgesetze, Dehnung, Biegung, Torsion, Festigkeitsrechnung, Energiemethoden und Stabilitätsversagen.									
	<i>Fertigkeiten</i>	Nach erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die wesentlichen Konzepte mathematischer und mechanischer Analyse und Modellbildung im Kontext eigener Fragestellungen umzusetzen - grundlegende Methoden der Elastostatik auf Probleme des Ingenieurwesens anzuwenden, insbesondere im Bereich der Auslegung von Bauteilen - sich eigenständig in weiterführende Aspekte der Elastostatik einzuarbeiten									
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>	Fähigkeit, komplexe Probleme in der Elastostatik zu kommunizieren, dafür gemeinsam mit anderen Lösungen zu erarbeiten, sowie auch diese Lösungen zu kommunizieren.									
	<i>Selbstständigkeit</i>	Selbstdisziplin und Durchhaltevermögen bei der eigenständigen Bewältigung komplexer Herausforderungen im Bereich der Elastostatik; Fähigkeit, sich auch sehr abstrakte Kenntnisse anzueignen.									
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84										
Leistungspunkte	6										
Studienleistung	Keine										
Prüfung	Klausur										
Prüfungsduer und -umfang	90 min										
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht										
	Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht										
Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht											
Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht											
Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht											
Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht											
Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht											
Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht											
Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht											
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht											
Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht											
Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht											
Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht											
Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht											

Lehrveranstaltung L0494: Technische Mechanik II (Gruppenübung)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron, Dr. Kevin Linka
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung Technische Mechanik II führt die Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik ein und lehrt, wie diese im Rahmen der sogenannten Elastostatik dazu genutzt werden können, um die elastische Verformung mechanischer Körper unter Belastung zu beschreiben. Schwerpunkte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik: Spannungen, Verzerrungen, Materialgesetze • Dehnstab • Torsionsstab • Balken: Biegung, Querschnittskennwerte, Querkraftschub • Energiemethoden: Satz von Betti, Satz von Maxwell, 2. Satz von Castigliano, Satz von Menabrea • Festigkeitsrechnung: Normalspannungshypothese, Schubspannungshypothese, Hypothese der Gestaltänderungsenergie • Stabilität mechanischer Strukturen: Eulerscher Knickstab
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 1, Springer • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 2 Elastostatik, Springer

Lehrveranstaltung L1691: Technische Mechanik II (Hörsaalübung)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron, Martin Legeland
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung Technische Mechanik II führt die Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik ein und lehrt, wie diese im Rahmen der sogenannten Elastostatik dazu genutzt werden können, um die elastische Verformung mechanischer Körper unter Belastung zu beschreiben. Schwerpunkte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik: Spannungen, Verzerrungen, Materialgesetze • Dehnstab • Torsionsstab • Balken: Biegung, Querschnittskennwerte, Querkraftschub • Energiemethoden: Satz von Betti, Satz von Maxwell, 2. Satz von Castigliano, Satz von Menabrea • Festigkeitsrechnung: Normalspannungshypothese, Schubspannungshypothese, Hypothese der Gestaltänderungsenergie • Stabilität mechanischer Strukturen: Eulerscher Knickstab
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 1, Springer • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 2 Elastostatik, Springer

Lehrveranstaltung L0493: Technische Mechanik II (Vorlesung)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Vorlesung Technische Mechanik II führt die Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik ein und lehrt, wie diese im Rahmen der sogenannten Elastostatik dazu genutzt werden können, um die elastische Verformung mechanischer Körper unter Belastung zu beschreiben. Schwerpunkte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik: Spannungen, Verzerrungen, Materialgesetze • Dehnstab • Torsionsstab • Balken: Biegung, Querschnittskennwerte, Querkraftschub • Energiemethoden: Satz von Betti, Satz von Maxwell, 2. Satz von Castigliano, Satz von Menabrea • Festigkeitsrechnung: Normalspannungshypothese, Schubspannungshypothese, Hypothese der Gestaltänderungsenergie • Stabilität mechanischer Strukturen: Eulerscher Knickstab
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 1, Springer • Gross, D., Hauger, W., Schröder, J., Wall, W.A.: Technische Mechanik 2 Elastostatik, Springer

Modul M0688: Technische Thermodynamik II				
Lehrveranstaltungen				
Titel	Technische Thermodynamik II (L0449) Technische Thermodynamik II (L0450) Technische Thermodynamik II (L0451)	Typ	SWS	LP
Vorlesung	2	4		
Hörsaalübung	1	1		
Gruppenübung	2	1		
Modulverantwortlicher	Prof. Arne Speerforck			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik und Technische Thermodynamik I			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Studierende sind mit verschiedenen Kreisprozessen wie Joule, Otto, Diesel, Stirling, Seiliger und Clausius-Rankine vertraut. Sie können die jeweiligen energetischen und exergetischen Wirkungsgrade herleiten und kennen damit den Einfluss verschiedener Faktoren auf den Wirkungsgrad. Sie können linkslaufende und rechtslaufende Kreisprozesse den jeweiligen Anwendungen (Wärmekraftprozess, Kälteprozess) zuordnen. Sie haben vertiefte Kenntnisse von Dampfkreisprozessen und können die Kreisprozesse in den in der Technischen Thermodynamik üblichen Diagrammen darstellen. Sie beherrschen die Gesetzmäßigkeiten bei der Mischung idealer Gase, insbesondere bei Feuchte-Luft-Prozessen und können für einfache Brenngase eine Verbrennungsrechnung durchführen. Sie verfügen über das Basiswissen auf dem Gebiet der Gasdynamik und wissen damit, wie die Schallgeschwindigkeit definiert ist und was eine Lavaldüse ist.			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Thermodynamik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können Sie Energie-, Energie- und Entropiebilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse zu optimieren. Sie können einfache sicherheitstechnische Rechnungen hinsichtlich des Ausströmens von Gasen aus einem Behälter durchführen. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten. Sie können Verständnisfragen zum Inhalt, die mit dem ClickerOnline Tool "TurningPoint" in der Vorlesung bereit gestellt werden, nach Diskussionen mit anderen Studierenden beantworten.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können die in Aufgaben gestellten komplexen Problemstellungen (Kreisprozesse, Klimatisierungsprozesse, Verbrennungsprozesse) physikalisch verstehen und erläutern. Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung und Übung vermittelten Methoden zur Lösung von komplexen Problemstellungen geeignet auszuwählen und eigenständig auf unterschiedliche Aufgabentypen anzuwenden.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsduer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L0449: Technische Thermodynamik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>8. Kreisprozesse</p> <p>9. Gas-Dampf-Gemische</p> <p>10. Stationäre Fließprozesse</p> <p>11. Verbrennungsprozesse</p> <p>12. Sondergebiete</p> <p>In der Vorlesung werden Funk-Abstimmungsgeräte („Clicker“) eingesetzt. Die Studierenden können hierdurch das Verständnis des Vorlesungsstoffes direkt überprüfen und dadurch gezielte Fragen an den Dozenten richten. Außerdem erhält der Dozent ein unmittelbares Feedback zum Kenntnisstand der Studierenden und zu Schwächen der eigenen Darstellung des Vorlesungsstoffes.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmitz, G.: Technische Thermodynamik, TuTech Verlag, Hamburg, 2009 • Baehr, H.D.; Kabelac, S.: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012 • Potter, M.; Somerton, C.: Thermodynamics for Engineers, Mc GrawHill, 1993

Lehrveranstaltung L0450: Technische Thermodynamik II	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0451: Technische Thermodynamik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Arne Speerforck
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0892: Chemische Reaktionstechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Chemische Reaktionstechnik (Grundlagen) (L0204)		Vorlesung	2	2
Chemische Reaktionstechnik (Grundlagen) (L0244)		Hörsaalübung	2	2
Praktikum Chemische Reaktionstechnik (Grundlagen) (L0221)		Laborpraktikum	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Raimund Horn			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorlesungsinhalte der Module Mathematik I-III, Physikalische Chemie und technische Thermodynamik I+II sowie Informatik für Verfahrensingenieur*innen.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können die Grundbegriffe der chemischen Reaktionstechnik erläutern. Sie können den Unterschied zwischen thermodynamischen und kinetischen Vorgängen diskutieren. Sie sind in der Lage, Teile von isothermen und nicht-isothermen Idealreaktoren zu bezeichnen, deren Eigenschaften zu beschreiben.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind nach Abschluß des Modules in der Lage, - verschiedene Berechnungsverfahren einzusetzen, um isotherme und nichtisotherme Idealreaktoren auszulegen. - stabile Betriebspunkte für diese Reaktoren festzulegen und zu berechnen. - reaktionstechnische Experimente an einer Versuchsanlage durchzuführen und nach wissenschaftlichen Richtlinien zu dokumentieren.</p>			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können sich nach Absolvieren des Praktikums in Kleingruppen organisieren, um eine reaktionstechnische Fragestellung zu bearbeiten. Die Studierenden können ihr fachspezifisches Wissen mündlich reflektieren und mit Mitstudierenden und Lehrpersonal diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, weiterführende Informationen selbstständig zu beschaffen und ihre Relevanz zu bewerten. Die Studierenden können eigenständig Experimente planen und vorbereiten.</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L0204: Chemische Reaktionstechnik (Grundlagen)				
Typ	Vorlesung			
SWS	2			
LP	2			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28			
Dozenten	Prof. Raimund Horn			
Sprachen	DE			

Zeitraum Inhalt	<p>wise Größbegiffe der Reaktionstechnik, Definitionen, Konzentrationsberechnungen (Reaktor, Reaktionsgemisch, Reaktanten, Produkte, Begleitstoffe, Reaktionsvolumen, Reaktorvolumen, Chemische Reaktion, Masse, Stoffmenge, Molenbruch, Volumen, Dichte, molare Konzentration, Massen-Konzentration, Molalität, Partialdruck, Hydrodynamische Verweilzeit, Raumzeit, Reaktionslaufzahl, Durchsatz eines Reaktors, Belastung eines Reaktors, Umsatz, Selektivität, Ausbeute, Konzentrationsberechnungen in ruhenden und strömenden Multikomponenten-Mischungen)</p> <p>Stöchiometrie und stöchiometrische Berechnungen (Einfache Reaktionen, Komplexe Reaktionen, Schlüsselreaktionen, Schlüsselspezies, Matrix der stöchiometrischen Koeffizienten, linear abhängige und unabhängige Reaktionen, Element-Spezies-Matrix, reduzierte Stufenform einer Matrix, Rang einer Matrix, Gauss Jordan Eliminierung, Zusammenhang Stöchiometrie und Kinetik, Berechnung der Reaktionslaufzahlen bei multiplen Reaktionen aus Stoffmengenänderungen)</p> <p>Thermodynamik (Was ist Thermodynamik?, Bedeutung der Thermodynamik in der Reaktionstechnik, Nulltet Hauptsatz, Temperaturskalen, Temperaturmessung in der Praxis, 1. Hauptsatz, Innere Energie, Enthalpie, Kalorimeter, Reaktionsenthalpie, Standardbildungsenthalpie, Satz von Hess, Wärmekapazität, Kirchhoff'scher Satz, Standardreaktionsenthalpie, Druckabhängigkeit der Reaktionsenthalpie, 2. Hauptsatz, Reversible und Irreversible Zustandsänderungen, Entropie, Clausius'sche Gleichung, Freie Energie, Freie Enthalpie, Chemisches Potential, Chemisches Gleichgewicht, Aktivität, Van't Hoff'sche Reaktionsisobare, Gleichgewichtsberechnungen an ausgewählten Beispielen, Prinzip von Le Chatelier und Braun, Gleichgewichtsberechnung bei multiplen Reaktionen, Lagrange'sche Multiplikatoren)</p> <p>Chemische Kinetik (Reversible und Irreversible Reaktionen, Homogene und Heterogene Reaktionen, Elementarschritt, Reaktionsmechanismus, Mikrokinetik, Makrokinetik, Formalkinetik, Reaktionsgeschwindigkeit, Stoffmengenänderungsgeschwindigkeit, Arrhenius-Gleichung, Aktivierungsenergie und Vorfaktor bei komplexen Reaktionen, Reaktion 0., 1., 2. Ordnung, Integration der Geschwindigkeitsgesetze, Damköhler-Zahl, Differentielle und Integrale Methode der Kinetischen Analyse, Grundtypen von Laborreaktoren zum Messen von Kinetiken, Halbwertszeiten, Kinetik komplexer Reaktionen, Parallelreaktionen, Reversible Reaktionen, Folgereaktionen, Reaktion mit vorgelagertem Gleichgewicht, Reduktion von Reaktionsmechanismen, Quasistationarität nach Bodenstein, Geschwindigkeitsbestimmender Schritt, Michaelis-Menten Kinetik, Analytische Integration von Differentialgleichungen 1. Ordnung - integrierender Faktor, Numerische Integration Komplexer Kinetiken)</p> <p>Typen Chemischer Reaktionsapparate (Chemische Reaktoren in Industrie und Labor, Ideale vs. Reale Reaktoren, Diskontinuierliche-, Halbkontinuierliche-, Kontinuierliche Reaktoren, Einphasig- Zweiphasig- Mehrphasige Reaktoren, Batch-Reaktor, Semi-Batch Reaktor, CSTR, Plug Flow Reaktor, Festbettreaktoren, Hordenreaktor, Drehrohröfen, Wirbelschichten, Gas-Flüssig-Reaktoren, Dreiphasen-Reaktoren)</p> <p>Isotherme Idealreaktoren (Molbilanz eines chemischen Reaktors, Molbilanz des Batch-Reaktors, Integration der Molbilanz des Batch-Reaktors für verschiedene Kinetiken, Partialbruchzerlegung, Molbilanz des Semibatch-Reaktors, Molbilanz des Plug Flow Reaktors, Analogie Batch Reaktor - PFR, Auslegung von PFR's bei Reaktionen mit Volumenänderung, komplexen Reaktionen, Molbilanz eines katalytischen Festbett-Reaktors, Auslegung eines Membranreaktors, Molbilanz des CSTR, Vergleich von CSTR und PFR hinsichtlich Umsatz und Selektivität, Molbilanz der Rührkesselkaskade, Numerisch-Iterative Berechnung von Rührkesselkaskaden, Newton-Raphson Verfahren, Graphische Auslegung von Rührkesselkaskaden)</p> <p>Nichtisotherme Idealreaktoren (Energiebilanz chemischer Reaktoren, adiabate Reaktoren, adiabatische Temperaturerhöhung, Hordenreaktor für adiabate exotherme Gleichgewichtsreaktionen, Auslegung eines adiabaten Strömungsrohres, Levenspiel-Plots, Wärmedurchgang durch eine Reaktorwand, Wärmeübergang, Wärmedurchgang durch eine gekrümmte Wand, Auslegung eines PFR im Gleichstrom und Gegenstrom, Wärmebilanz des Kühlmediums, CSTR mit Wärmeaustausch, Multiple Stationäre Zustände, Zünd-Löscher Verhalten, Stabilität eines CSTR, Komplexe Reaktionen in nicht-isothermen Reaktoren, optimales Temperaturprofil eines Reaktors)</p>
Literatur	<p>lecture notes Raimund Horn</p> <p>skript Frerich Keil</p> <p>Books:</p> <p>M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH</p> <p>G. Emig, E. Klemm, Technische Chemie, Springer</p> <p>A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie</p> <p>E. Müller-Erlwein, Chemische Reaktionstechnik 2012, 2. Auflage, Teubner Verlag</p> <p>J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, 2004, Wiley-VCH</p> <p>H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall B</p> <p>H. S. Fogler, Essentials of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall</p> <p>O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1998</p> <p>L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, Oxford Univ. Press, 2009</p> <p>J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, 2000, Marcel Dekker</p> <p>R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Pubn. Inc., 2000</p> <p>M. E. Davis, R. J. Davis, Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, McGraw Hill</p> <p>G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010</p>

Lehrveranstaltung L0244: Chemische Reaktionstechnik (Grundlagen)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Raimund Horn, Dr. Oliver Korup
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundbegriffe der Reaktionstechnik, Definitionen, Konzentrationsberechnungen (Reaktor, Reaktionsgemisch, Reaktanten, Produkte, Begleitstoffe, Reaktionsvolumen, Reaktorvolumen, Chemische Reaktion, Masse, Stoffmenge, Molenbruch, Volumen, Dichte, molare Konzentration, Massen-Konzentration, Molalität, Partialdruck, Hydrodynamische Verweilzeit, Raumzeit, Reaktionslaufzahl, Durchsatz eines Reaktors, Belastung eines Reaktors, Umsatz, Selektivität, Ausbeute, Konzentrationsberechnungen in ruhenden und strömenden Multikomponenten-Mischungen)</p> <p>Stöchiometrie und stöchiometrische Berechnungen (Einfache Reaktionen, Komplexe Reaktionen, Schlüsselreaktionen, Schlüsselspezies, Matrix der stöchiometrischen Koeffizienten, linear abhängige und unabhängige Reaktionen, Element-Spezies-Matrix, reduzierte Stufenform einer Matrix, Rang einer Matrix, Gauss Jordan Eliminierung, Zusammenhang Stöchiometrie und Kinetik, Berechnung der Reaktionslaufzahlen bei multiplen Reaktionen aus Stoffmengenänderungen)</p> <p>Thermodynamik (Was ist Thermodynamik?, Bedeutung der Thermodynamik in der Reaktionstechnik, Nulltet Hauptsatz, Temperaturskalen, Temperaturmessung in der Praxis, 1. Hauptsatz, Innere Energie, Enthalpie, Kalorimeter, Reaktionsenthalpie, Standardbildungsenthalpie, Satz von Hess, Wärmekapazität, Kirchhoff'scher Satz, Standardreaktionsenthalpie, Druckabhängigkeit der Reaktionsenthalpie, 2. Hauptsatz, Reversible und Irreversible Zustandsänderungen, Entropie, Clausius'sche Ungleichung, Freie Energie, Freie Enthalpie, Chemisches Potential, Chemisches Gleichgewicht, Aktivität, Van't Hoff'sche Reaktionsisobare, Gleichgewichtsberechnungen an ausgewählten Beispielen, Prinzip von Le Chatelier und Braun, Gleichgewichtsberechnung bei multiplen Reaktionen, Lagrange'sche Multiplikatoren)</p> <p>Chemische Kinetik (Reversible und Irreversible Reaktionen, Homogene und Heterogene Reaktionen, Elementarschritt, Reaktionsmechanismus, Mikrokinetik, Makrokinetik, Formalkinetik, Reaktionsgeschwindigkeit, Stoffmengenänderungsgeschwindigkeit, Arrhenius-Gleichung, Aktivierungsenergie und Vorfaktor bei komplexen Reaktionen, Reaktion 0., 1., 2. Ordnung, Integration der Geschwindigkeitsgesetze, Damköhler-Zahl, Differentielle und Integrale Methode der Kinetischen Analyse, Grundtypen von Laborreaktoren zum Messen von Kinetiken, Halbwertszeiten, Kinetik komplexer Reaktionen, Parallelreaktionen, Reversible Reaktionen, Folgereaktionen, Reaktion mit vorgelagertem Gleichgewicht, Reduktion von Reaktionsmechanismen, Quasistationarität nach Bodenstein, Geschwindigkeitsbestimmender Schritt, Michaelis-Menten Kinetik, Analytische Integration von Differentialgleichungen 1. Ordnung - integrierender Faktor, Numerische Integration Komplexer Kinetiken)</p> <p>Typen Chemischer Reaktionsapparate (Chemische Reaktoren in Industrie und Labor, Ideale vs. Reale Reaktoren, Diskontinuierliche-, Halbkontinuierliche-, Kontinuierliche Reaktoren, Einphasig- Zweiphasig- Mehrphasige Reaktoren, Batch-Reaktor, Semi-Batch Reaktor, CSTR, Plug Flow Reaktor, Festbettreaktoren, Hordenreaktor, Drehrohröfen, Wirbelschichten, Gas-Flüssig-Reaktoren, Dreiphasen-Reaktoren)</p> <p>Isotherme Idealreaktoren (Molbilanz eines chemischen Reaktors, Molbilanz des Batch-Reaktors, Integration der Molbilanz des Batch-Reaktors für verschiedene Kinetiken, Partialbruchzerlegung, Molbilanz des Semibatch-Reaktors, Molbilanz des Plug Flow Reaktors, Analogie Batch Reaktor - PFR, Auslegung von PFR's bei Reaktionen mit Volumenänderung, komplexen Reaktionen, Molbilanz eines katalytischen Festbett-Reaktors, Auslegung eines Membranreaktors, Molbilanz des CSTR, Vergleich von CSTR und PFR hinsichtlich Umsatz und Selektivität, Molbilanz der Rührkesselkaskade, Numerisch-Iterative Berechnung von Rührkesselkaskaden, Newton-Raphson Verfahren, Graphische Auslegung von Rührkesselkaskaden)</p> <p>Nichtisotherme Idealreaktoren (Energiebilanz chemischer Reaktoren, adiabate Reaktoren, adiabatische Temperaturerhöhung, Hordenreaktor für adiabate exotherme Gleichgewichtsreaktionen, Auslegung eines adiabaten Strömungsrohres, Levenspiel-Plots, Wärmedurchgang durch eine Reaktorwand, Wärmeübergang, Wärmeleitung, Wärmedurchgang durch eine gekrümmte Wand, Auslegung eines PFR im Gleichstrom und Gegenstrom, Wärmebilanz des Kühlmediums, CSTR mit Wärmeaustausch, Multiple Stationäre Zustände, Zünd-Löscher Verhalten, Stabilität eines CSTR, Komplexe Reaktionen in nicht-isothermen Reaktoren, optimales Temperaturprofil eines Reaktors)</p>
Literatur	<p>lecture notes Raimund Horn</p> <p>skript Frerich Keil</p> <p>Books:</p> <p>M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH</p> <p>G. Emig, E. Klemm, Technische Chemie, Springer</p> <p>A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie</p>

- E. Müller-Erlwein, Chemische Reaktionstechnik 2012, 2. Auflage, Teubner Verlag
- J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, 2004, Wiley-VCH
- H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall B
- H. S. Fogler, Essentials of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall
- O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1998
- L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, Oxford Univ. Press, 2009
- J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, 2000, Marcel Dekker
- R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Pubn. Inc., 2000
- M. E. Davis, R. J. Davis, Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, McGraw Hill
- G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010
- A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology An Integrated Textbook, WILEY-VCH

Lehrveranstaltung L0221: Praktikum Chemische Reaktionstechnik (Grundlagen)	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Raimund Horn
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Durchführung und Auswertung mehrerer Versuche aus dem Gebiet der Chemischen Reaktionstechnik. Schwerpunkt: Idealreaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> * Satzreaktoren-Schätzung kinetischer Parameter für die Verseifung von Ethylacetat * Kontinuierlicher Rührkessel, Verweilzeitverteilung, Reaktion * Rührkesselkaskade, Verweilzeitspektrum * Rohrreaktor, Verweilzeitspektrum, Reaktion <p>Vor der praktischen Durchführung der Versuche findet ein Kolloquium statt, in dem die Studierenden die theoretischen Grundlagen der Versuche sowie deren Umsetzung in die Praxis erläutern, reflektieren und diskutieren.</p> <p>Die Studierenden verfassen zu jedem Versuch ein Protokoll. Sie erhalten Feedback zur Wissenschaftlichkeit ihrer Texte sowie wissenschaftlichen Standards (Zitierweise, Bildbeschriftung, etc.), sodass sie ihre Fertigkeiten diesbezüglich über den Verlauf des Praktikums kontinuierlich verbessern können</p>
Literatur	<p>Levenspiel, O.: Chemical reaction engineering; John Wiley & Sons, New York, 3. Ed., 1999 VTM 309(LB)</p> <p>Praktikumsskript</p> <p>Skript Chemische Verfahrenstechnik 1 (F.Keil)</p>

Modul M0853: Mathematik III				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Analysis III (L1028)		Vorlesung	2	2
Analysis III (L1029)		Gruppenübung	1	1
Analysis III (L1030)		Hörsaalübung	1	1
Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen) (L1031)		Vorlesung	2	2
Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen) (L1032)		Gruppenübung	1	1
Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen) (L1033)		Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik I + II			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die grundlegenden Begriffe aus dem Gebiet der Analysis und Differentialgleichungen benennen und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben. 			
	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können Aufgabenstellungen aus dem Gebiet der Analysis und Differentialgleichungen mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbstständig zu erschließen und können diese verifizieren. Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten. 			
	Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen. 			
	<i>Selbstständigkeit</i> <ul style="list-style-type: none"> Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 128, Präsenzstudium 112			
Leistungspunkte	8			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsduer und -umfang	60 min (Analysis III) + 60 min (Differentialgleichungen 1)			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Pflicht			

Lehrveranstaltung L1028: Analysis III	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundzüge der Differential- und Integralrechnung mehrerer Variablen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Differentialrechnung mehrerer Veränderlichen • Mittelwertsätze und Taylorscher Satz • Extremwertbestimmung • Implizit definierte Funktionen • Extremwertbestimmung bei Gleichungsnebenbedingungen • Newton-Verfahren für mehrere Variablen • Fourierreihen • Bereichsintegrale • Kurven- und Flächenintegrale • Integralsätze von Gauß und Stokes
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L1029: Analysis III	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1030: Analysis III	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1031: Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Grundzüge der Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und elementare Methoden • Existenz und Eindeutigkeit bei Anfangswertaufgaben • Lineare Differentialgleichungen • Stabilität und qualitatives Lösungsverhalten • Randwertaufgaben und Grundbegriffe der Variationsrechnung • Eigenwertaufgaben • Numerische Verfahren zur Integration von Anfangs- und Randwertaufgaben • Grundtypen bei partiellen Differentialgleichungen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L1032: Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1033: Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1497: Messtechnik für Chemie- und Bioingenieurwesen				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Laborpraktikum Messtechnik (L2270)		Laborpraktikum	2	2
Messtechnik (L2268)		Vorlesung	2	2
Physikalische Grundlagen der Messtechnik (L2269)		Vorlesung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Penn			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Technisches Interesse, logische Begabung, Integral- und Differenzialrechnung, grundlegende physikalische Konzepte wie Temperatur, Masse, Geschwindigkeit, etc..			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Physikalische Grundlagen: Kinematik und Dynamik (Bewegungslehre), Rotation starrer Körper, Energie und Impuls, Elektrizität, Magnetismus, Grundlagen der Hydrodynamik, Temperatur und Wärme, Ideales Gas. Messtechnik: SI-Einheiten, Messen und Messunsicherheit, Grundlagen der Sensorik, physikalische Prinzipien, Temperaturmessung, Druckmessung, Füllstandsmessung, Durchflussmessung. Praktikum: Druckabfall an Leitungen, Kalorimetrie, Bilddatenaufnahme, Strömungsmessung, Konzentrationsmessung und Stoffübergang, kapazitive Messungen von Feststoffkonzentrationen, Spektroskopie, Fehlerrechnung, Chromatographie			
<i>Fertigkeiten</i>	Literaturrecherche, Einordnung der Thematiken, Analyse eines experimentellen Versuchstands, Erstellung eines Versuchsprotokolls, erste Programmierungen mit Matlab, Benutzung relevanter Labormesstechnik, Ausarbeitung eines Versuchsprotokolls. Durchführung von Berechnungen			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Absprache und Arbeitsteilung in Praktikums- und Lerngruppen, Einschätzung des eigenen Wissenstandes, Arbeiten am Versuchstand in Gruppen, Rücksprache mit Lehrverantwortlichen, Präsentation der Versuchsvorbereitung, Frustrationstoleranz			
<i>Selbstständigkeit</i>	Zeitliche Einteilung der Arbeitslast, selbständiges erarbeiten der thematischen Grundlagen, Eigenverantwortung bei Ausstattung mit Schutzausrüstung und Arbeitskleidung, Übung von Präsentation vor Gruppe, aktive Beteiligung an den Vorlesungen, Formulierung von Rückfragen/Detailfragen durch Einsatz von Clicker.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja	Keiner	Testate	Testate Messtechnikpraktikum
	Nein	20 %	Übungsaufgaben	Popup-Quizzes während der Vorlesung
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2270: Laborpraktikum Messtechnik	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Penn
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Im Messtechnikpraktikum findet die Theorie aus den Vorlesungen „Physikalische Grundlagen der Messtechnik“ und „Messtechnik“ praktische Anwendung. In kleinen Gruppen lernen Studierende den Umgang mit verschiedenen Messtechniken aus der Industrie und Forschung kennen. Im Rahmen des Praktikums wird ein breites Spektrum an unterschiedlichen Messmethoden vermittelt, hierzu zählt unter anderem der Einsatz von HPLC-Säulen zur qualitativen Stoffanalyse, die Bestimmung von Stoffübergangskoeffizienten mithilfe von optischen Sauerstoffsensoren oder die Auswertung von Bilddaten zur Gewinnung von Prozessparametern. In dem Praktikum wird ebenfalls erlernt, wie Messdaten statistisch ausgewertet und Versuche korrekt dokumentiert werden.
Literatur	<p>Hug, H.: Instrumentelle Analytik. Theorie und Praxis. Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten, 2015.</p> <p>Kamke, W.: Der Umgang mit experimentellen Daten, insbesondere Fehleranalyse, im physikalischen Anfänger-Praktikum. Eine elementare Einführung. W. Kamke, Kirchzarten [Kettenring 197], 2010.</p> <p>Strohrmann, G.: Messtechnik im Chemiebetrieb. Einführung in das Messen verfahrenstechnischer Größen. Oldenbourg, München, 2004.</p>

Lehrveranstaltung L2268: Messtechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Penn
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Grundlegende Einführung in die Messtechnik für Verfahrensingenieur*innen. Beinhaltet Fehlerrechnung, Maßeinheiten, Kalibrierung, Messdatenanalyse, Messtechniken und Sensoren. Speziell liegt der Augenmerk auf der Messung von Temperatur, Druck, Durchfluss und Füllstand. Die Vorlesung gibt Einblicke in die neuesten Entwicklungen der Sensorik in der Messtechnik und Verfahrenstechnik.
Literatur	<p>Fraden, Jacob (2016): Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs, and Applications. 5th ed. 2016. Cham, New York: Springer. Online verfügbar unter http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1081958.</p> <p>Hering, Ekbert; Schönfelder, Gert (2018): Sensoren in Wissenschaft und Technik. Funktionsweise und Einsatzgebiete. 2. Aufl. 2018. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-12562-2.</p> <p>Strohrmann, Günther (2004): Messtechnik im Chemiebetrieb. Einführung in das Messen verfahrenstechnischer Größen. 10., durchges. Aufl. München: Oldenbourg.</p> <p>Tränkler, Hans-Rolf; Reindl, Leonhard M. (2014): Sensortechnik. Handbuch für Praxis und Wissenschaft. 2., völlig neu bearb. Aufl. Berlin: Springer Vieweg (VDI-Buch). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-29942-1.</p> <p>Webster, John G.; Eren, Halit B. (2014): Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook, Second Edition. Electromagnetic, Optical, Radiation, Chemical, and Biomedical Measurement. 2nd ed. Hoboken: Taylor and Francis. Online verfügbar unter http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1407945.</p>

Lehrveranstaltung L2269: Physikalische Grundlagen der Messtechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Schroer
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Klassische Mechanik — Kinematik, Dynamik, Energie, Impuls und Erhaltungssätze, Starre Körper, Translation und Rotation, Drehimpuls Mechanik von Gasen und Flüssigkeiten — Hydrostatik und Hydrodynamik Wärmelehre — Temperatur, Wärme, Wärmetransport, Ideales Gas, Zustandsänderungen, Kreisprozesse, Hauptsätze der Thermodynamik Elektrizitätslehre — Elektrostatik, elektrische Leitung, Magnetismus, Lorentzkraft, Maxwellsche Gleichungen (Integralform)
Literatur	Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, Spektrum Verlag D. Meschede (Hrsg.): Gerthsen Physik, Springer-Verlag Jay Orear: Physik, Hanser Verlag D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Physik, Wiley VCH

Modul M1764: Bioprozesstechnik I				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Bioprozesstechnik I (L2906)		Vorlesung	2	3
Bioprozesstechnik I (L2907)		Hörsaalübung	2	1
Bioprozesstechnik I - Grundlagenpraktikum (L2908)		Laborpraktikum	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Liese			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse		<ul style="list-style-type: none"> • Inhalt des Moduls "Biologische und biochemische Grundlagen" • Inhalt des Moduls "Organische Chemie" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse		Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>		Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,		
		<ul style="list-style-type: none"> • Grundprozesse der Bioverfahrenstechnik zu beschreiben, • verschiedene Typen von Kinetik Enzymen und Mikroorganismen zuzuordnen sowie Inhibierungstypen unterscheiden, • die Parameter der Stöchiometrie und der Rheologie zu benennen und zu beschreiben, • die Stofftransportprozesse in Bioreaktoren grundlegend zu erläutern, • die Grundlagen der Bioprozessführung (absatzweise und kontinuierlich betriebene Reaktortypen, Berechnung der Batchreaktionszeit,...) in großer Detailtiefe zu verstehen und zu beschreiben. • Verfahren zur Retention von Enzymen und Mikroorganismen durch Immobilisierung in Bioreaktoren zu erläutern. 		
<i>Fertigkeiten</i>		Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,		
		<ul style="list-style-type: none"> • mit Hilfe verschiedener kinetischer Ansätze den Substratumsatz durch Enzyme sowie deren kinetische Parameter zu ermitteln, • mit Hilfe verschiedener kinetischer Ansätze das Wachstum von ganzen Zellen zu beschreiben sowie deren kinetische Parameter zu ermitteln, • die Auswirkungen der Enzyminhibition auf das Verhalten von Enzymen und auf den Gesamtprozess qualitativ vorherzusagen, • Bioprozesse auf Basis der Stoichiometrie des Reaktionssystems zu analysieren und zu bestimmen, • die verschiedenen Grundreaktortypen in biotechnologischen Verfahren zu differenzieren und für die jeweilige Anwendung gezielt auszuwählen, • Stoffbilanz- und Differentialgleichungen zur mathematischen Beschreibung von Fermentationsprozessen aufzustellen und zu lösen, • verschiedene Methoden der Bestimmung von Stofftransportparametern für Gase in Lösung anzuwenden und die entsprechenden Stofftransportkoeffizienten zu berechnen 		
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>		Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, in fachlich gemischten Teams wissenschaftliche Fragestellungen unter sich und mit Industrievertreter*innen zu diskutieren, ihre Ansichten dazu zu vertreten und gemeinsam an gegebenen ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu arbeiten.		
<i>Selbstständigkeit</i>		Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, sich selbst Wissensquellen zu erschließen und ihre Kenntnisse auf bisher unbekannte Fragestellungen anzuwenden und dies zu präsentieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden		Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Ja	Art der Studienleistung 5 % Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Beschreibung	
Prüfung		Klausur		
Prüfungsduer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula		Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2906: Bioprozesstechnik I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Enzymkinetik • Immobilisierung von Enzymen und ganzen Zellen • Stoichiometrie des Zellwachstums und der Produktbildung • Mikrobielle Wachstumskinetik und Wachstumsmodelle • Erhaltungsstoffwechsel • Grundlegende Reaktortypen der Bioverfahrenstechnik • Fermentation in Batch, Fed-Batch, Chemostat und Turbidostat • Berechnung von Hauptparametern fermentativer Prozesse • Rheologie und mechanischer Energieeintrag • Begasung von Bioprozessen (aerobe und mikroaerobe) • Diskussion mit Bioverfahrenstechnikern großer und kleiner Unternehmen, anteilig Alumni der TUHH • Repetitorium
Literatur	<p>A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2nd ed. 2006</p> <p>H.W. Blanch, D. Clark: Biochemical Engineering, Taylor & Francis, 1997</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2nd. edition, Academic Press, 2013</p> <p>H. Chmiel, R. Takors, D. Weuster-Botz (Herausgeber): Bioprozeßtechnik, Springer Spektrum, 2018</p> <p>K.-E. Jaeger, A. Liese, C. Syldatk: Einführung in die Enzymtechnologie, Springer, 2018</p>

Lehrveranstaltung L2907: Bioprozesstechnik I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2908: Bioprozesstechnik I - Grundlagenpraktikum	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In diesem Praktikum werden die Kultivierungs- und Aufarbeitungstechniken am Beispiel der Produktion eines Enzyms mit einem rekombinanten Mikroorganismus aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Charakterisierung und Simulation der Enzymkinetik sowie die Anwendung des Enzyms in einem Enzymreaktor durchgeführt.</p> <p>Die Studierenden verfassen zu jedem Versuch ein Protokoll.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> · Praktikumsskript bereitgestellt über StudIP · Bioprozesstechnik-Vorlesung & -Vorlesungsskript · Jaeger, K.-E., Liese, A., Syldatk, C. (2018). Einführung in die Enzymtechnologie. Springer Spektrum. · Hilterhaus, L., Liese, A., Kettling, U., Antranikian, G. (2016). Applied Biocatalysis. Wiley-VCH. · Hass, V. C., Pörtner, R. (2011). Praxis der Bioprozesstechnik mit virtuellem Praktikum. Spektrum Akademischer Verlag. · Chmiel, H. (2018). Bioprozesstechnik. Springer Spektrum. · Liese, A., Seelbach, K., Wandrey, C. (2006). Industrial Biotransformations. Wiley-VCH. · Bommarius, S., Riebel, B. (2004). Biocatalysis: Fundamentals and Applications. Wiley-Blackwell. · Schmid, R. D. (2003). Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering. Wiley-Blackwell.

Modul M0544: Phasengleichgewichtsthermodynamik				
Lehrveranstaltungen				
Titel	Phasengleichgewichtsthermodynamik (L0114)	Typ	SWS	LP
Phasengleichgewichtsthermodynamik (L0140)	Vorlesung	2	2	
Phasengleichgewichtsthermodynamik (L0142)	Gruppenübung	1	2	
	Hörsaalübung	1	2	
Modulverantwortlicher	Prof. Irina Smirnova			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik, Physikalische Chemie, Thermodynamik I und II			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erlernen beginnend von den Grundlagen der Thermodynamik die mathematischen Werkzeuge um thermodynamische Gleichgewichtszustände zu beschreiben. Sie erfahren, wie sich thermodynamische Eigenschaften durch die Mischung von Stoffen verändern und erlernen Konzepte, durch die sich diese Eigenschaften auch in Mischungen beschreiben lassen. Sie lernen anschließend, wie Phasengleichgewichtszustände beschrieben werden können und welche Phänomene im Gleichgewicht zwischen verschiedenen Phasen (Dampf, Flüssig, Fest) auftreten können. Weiterhin erlernen sie die Grundlagen zur Beschreibung von Reaktionsgleichgewichten. Das Phasengleichgewicht wird hierbei jeweils anhand einer Reihe praxisrelevanter Systeme erläutert und die notwendigen Kenntnisse zur Darstellung und Interpretation der auftretenden Gleichgewichtszustände vermittelt. 			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können unter Anwendung des erlangten Wissens geeignete Beziehungen zur Beschreibung verschiedener Gleichgewichtszustände auswählen und wissen diese sinnvoll zu vereinfachen. Sie kennen geeignete Modelle zur Beschreibung des Gleichgewichtes und können die mathematischen Beziehungen lösen. Sie sind dabei in der Lage die benötigten Stoffdaten sowie benötigte Modellparameter für bestimmte Anwendungsfälle selbstständig aus geeigneten Quellen zu beschaffen. Insbesondere sind sie in der Lage, neben Reinstoffen auch die Eigenschaften von Stoffmischungen sinnvoll zu beschreiben. Sie können auftretende Phasengleichgewichtszustände graphisch darzustellen und die zugrundeliegenden Phänomene interpretieren. Die Studierenden sind durch das erlangte Wissen in der Lage grundlegende Phänomene in verfahrenstechnischen Apparaten aus der Trenn- und der Reaktionstechnik zu interpretieren und quantitativ zu beschreiben. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifischen Aufgaben bearbeiten und die gemeinsamen Ergebnisse in den Tutorien mündlich präsentieren			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und deren Qualität zu beurteilen. Die Studierenden können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender, klausurnaher Aufgaben kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsduer und -umfang	120 minuten; Theorie und Rechenaufgaben (schriftlich)			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies, Schwerpunkt Regenerative Energien: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energiesysteme / Regenerative Energien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L0114: Phasengleichgewichtsthermodynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Anwendungen der Mischphasenthermodynamik 2. Thermodynamische Beziehungen in Mehrkomponentensystemen: Fundamentalgleichungen, chemisches Potential, Fugazität 3. Phasengleichgewichte von Reinstoffen: Thermodynamisches Gleichgewicht, Dampfdruck, Gibbs'sche Phasenregel 4. Zustandsgleichungen: Virialgleichungen, van-der-Waals Gleichung, generalisierte Zustandsgleichungen 5. Mischungsgrößen: Ideale und reale Mischungen, Exzessgrößen, partiell molare Größen 6. Dampf-Flüssig-Gleichgewichte: binäre Systeme, Azeotrope, Phasengleichgewichtsbeziehung 7. Gas-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingungen, Henry-Koeffizient 8. G^E-Modelle: Hildebrand-Modell, Flory-Huggins-Modell, Wilson-Modell, UNIQUAC, UNIFAC 9. Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingung, Phasengleichgewichte in binären und ternären Systemen 10. Fest-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingung, binäre Systeme 11. Chemische Reaktionen: Reaktionslaufzahl, Massenwirkungsgesetz, Druck- und Temperatureinfluss 12. Osmotischer Druck
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Jürgen Gmehling, Bärbel Kolbe: Thermodynamik. VCH 1992 • J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. de Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, 3rd ed. Prentice Hall, 1999. • J.W. Tester, M. Modell: Thermodynamics and its Applications. 3rd ed. Prentice Hall, 1997. J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics. Cambridge University Press, 2005.

Lehrveranstaltung L0140: Phasengleichgewichtsthermodynamik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Anwendungen der Mischphasenthermodynamik 2. Thermodynamische Beziehungen in Mehrkomponentensystemen: Fundamentalgleichungen, chemisches Potential, Fugazität 3. Phasengleichgewichte von Reinstoffen: Thermodynamisches Gleichgewicht, Dampfdruck, Gibbs'sche Phasenregel 4. Zustandsgleichungen: Virialgleichungen, van-der-Waals Gleichung, generalisierte Zustandsgleichungen 5. Mischungsgrößen: Ideale und reale Mischungen, Exzessgrößen, partiell molare Größen 6. Dampf-Flüssig-Gleichgewichte: binäre Systeme, Azeotrope, Phasengleichgewichtsbeziehung 7. Gas-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingungen, Henry-Koeffizient 8. G^E-Modelle: Hildebrand-Modell, Flory-Huggins-Modell, Wilson-Modell, UNIQUAC, UNIFAC 9. Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingung, Phasengleichgewichte in binären und ternären Systemen 10. Fest-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingung, binäre Systeme 11. Chemische Reaktionen: Reaktionslaufzahl, Massenwirkungsgesetz, Druck- und Temperatureinfluss 12. Osmotischer Druck <p>Die Studierenden bearbeiten Aufgaben in Kleingruppen und stellen die Ergebnisse in der Übungsgruppe vor.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Jürgen Gmehling, Bärbel Kolbe: Thermodynamik. VCH 1992 • J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. de Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, 3rd ed. Prentice Hall, 1999. • J.W. Tester, M. Modell: Thermodynamics and its Applications. 3rd ed. Prentice Hall, 1997. J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics. Cambridge University Press, 2005.

Lehrveranstaltung L0142: Phasengleichgewichtsthermodynamik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Anwendungen der Mischphasenthermodynamik 2. Thermodynamische Beziehungen in Mehrkomponentensystemen: Fundamentalgleichungen, chemisches Potential, Fugazität 3. Phasengleichgewichte von Reinstoffen: Thermodynamisches Gleichgewicht, Dampfdruck, Gibbs'sche Phasenregel 4. Zustandsgleichungen: Virialgleichungen, van-der-Waals Gleichung, generalisierte Zustandsgleichungen 5. Mischungsgrößen: Ideale und reale Mischungen, Exzessgrößen, partiell molare Größen 6. Dampf-Flüssig-Gleichgewichte: binäre Systeme, Azeotrope, Phasengleichgewichtsbeziehung 7. Gas-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingungen, Henry-Koeffizient 8. G^E-Modelle: Hildebrand-Modell, Flory-Huggins-Modell, Wilson-Modell, UNIQUAC, UNIFAC 9. Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingung, Phasengleichgewichte in binären und ternären Systemen 10. Fest-Flüssig-Gleichgewichte: Gleichgewichtsbedingung, binäre Systeme 11. Chemische Reaktionen: Reaktionslaufzahl, Massenwirkungsgesetz, Druck- und Temperatureinfluss 12. Osmotischer Druck
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Jürgen Gmehling, Bärbel Kolbe: Thermodynamik. VCH 1992 • J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. de Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, 3rd ed. Prentice Hall, 1999. • J.W. Tester, M. Modell: Thermodynamics and its Applications. 3rd ed. Prentice Hall, 1997. J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics. Cambridge University Press, 2005.

Modul M0536: Grundlagen der Strömungsmechanik							
Lehrveranstaltungen							
Titel		Typ	SWS	LP			
Grundlagen der Strömungsmechanik (L0091)		Vorlesung	2	2			
Grundlagen der Strömungsmechanik (L2933)		Gruppenübung	2	2			
Strömungsmechanik für die Verfahrenstechnik (L0092)		Hörsaalübung	2	2			
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Schlüter						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik I+II+III • Technische Mechanik I+II • Technische Thermodynamik I+II • Arbeiten mit Kräftebilanzen • Vereinfachen und Lösen von partiellen Differentialgleichungen • Integralrechnung 						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Unterschiede verschiedener Strömungsformen erklären, • einen Überblick über die verschiedenen Anwendungen des Reynold'schen Transporttheorems in der Verfahrenstechnik geben, • die Vereinfachungen der Kontinuitäts- und Navier-Stokes-Gleichungen unter Einbeziehung der physikalischen Randbedingungen erläutern. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inkompressible Strömungen physikalisch zu beschreiben und mathematisch zu modellieren • Unter Nutzung von Vereinfachungen die Grundgleichungen der Strömungsmechanik so weit zu reduzieren, dass eine quantitative Lösung z.B. durch Integration möglich ist. • In einer technischen Aufgabenstellung zu beurteilen, welche theoretischen Modelle zur Beschreibung der auftretenden Strömungsphänomene anzuwenden sind. • Das erlernte Wissen auf verschiedene ingenieurwissenschaftlich relevante Strömungsformen anzuwenden 						
Personale Kompetenzen							
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig in einer interdisziplinären Kleingruppe Lösungsansätze und Probleme im Bereich der Strömungsmechanik zu diskutieren und • können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse innerhalb der Gruppe in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während Kleintruppenübungen) sowie • sind in der Lage, Lösungen zu Übungsaufgaben, die sie eigenständig erarbeitet haben, mündlich zu erläutern und zu präsentieren und auch selbst weitergehende Fragen zu entwickeln und zu stellen. 					
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig weitführende Literatur zum Thema zu beschaffen sich Wissen daraus zu erschließen, • sind in der Lage, selbstständig Aufgaben zum Thema zu lösen und anhand des gegebenen Feedbacks ihren Lernstand einzuschätzen. 					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84						
Leistungspunkte	6						
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Nein	Art der Studienleistung 5 %	Beschreibung Midterm				
Prüfung	Klausur						
Prüfungsdauer und -umfang	3 Stunden						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht						

Lehrveranstaltung L0091: Grundlagen der Strömungsmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffgrößen und physikalische Eigenschaften • Hydrostatik • Integrale Bilanzen - Stromfadentheorie • Integrale Bilanzen - Erhaltungssätze • Differentielle Bilanzen - Navier Stokes Gleichungen • Wirbelfreie Strömungen - Potenzialströmungen • Umströmung von Körpern - Ähnlichkeitstheorie • Turbulente Strömungen • Kompressible Strömungen • Rohrhydraulik • Turbomaschinen
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009. 2. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006. 3. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994 4. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006 5. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008 6. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007 7. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009 8. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007 9. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008 10. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006 11. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. 12. White, F.: Fluid Mechanics, McGraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011

Lehrveranstaltung L2933: Grundlagen der Strömungsmechanik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In der Gruppenübung werden die Inhalte der Vorlesung aufgegriffen und anhand von Übungsaufgaben vertieft. Die Übungsaufgaben entsprechen in Qualität und Umfang den Aufgaben der Klausur. Themen: Reynoldssches Transporttheorem, Rohrdurchströmung, Freistrahl, Drehimpuls, Navier-Stokes-Gleichungen, Potentialtheorie, Probeklausur, Rohrhydraulik, Pumpenauslegung.
Literatur	<p>Heinz Herwig: Strömungsmechanik, Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen, Springer Verlag, Berlin, 978-3-540-32441-6 (ISBN)</p> <p>Herbert Oertl, Martin Böhle, Thomas Reviol: Strömungsmechanik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 978-3-658-07786-0</p> <p>Joseph Spurk, Nuri Aksel: Strömungslehre, Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer Verlag, Berlin, ISBN: 978-3-642-13143-1.</p>

Lehrveranstaltung L0092: Strömungsmechanik für die Verfahrenstechnik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Schlüter
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In der Hörsaalübung werden die Inhalte der Vorlesung weiter vertieft und in die praktische Anwendung überführt. Dies geschieht anhand von Beispielaufgaben aus der Praxis, die den Studierenden nach der Vorlesung zum Download bereitgestellt werden. Die Studierenden sollen diese Aufgaben mit Hilfe des Vorlesungsstoffes eigenständig oder in Gruppen lösen. Die Lösung wird dann mit Studierenden unter wissenschaftlicher Anleitung diskutiert, wobei Aufgabenteile an der Tafel präsentiert werden. Am Ende der Hörsaalübung wird die Aufgabe an der Tafel korrekt vorgerechnet. Parallel zur Hörsaalübung finden Tutorien statt, bei denen die Studierenden in Kleingruppen Klausuraufgaben unter Zeitvorgabe rechnen und die Lösung anschließend diskutieren
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009. 2. Durst, F: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006. 3. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994 4. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006 5. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008 6. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007 7. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009 8. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007 9. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008 10. Schlichting, H.: Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006 11. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. 12. White, F.: Fluid Mechanics, McGraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011

Modul M1693: Informatik für Ingenieure - Programmierkonzepte, Data Handling & Kommunikation				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Informatik für Ingenieur*innen - Programmierkonzepte, Data Handling & Kommunikation (L2689)		Integrierte Vorlesung	3	3
Informatik für Ingenieur*innen - Programmierkonzepte, Data Handling & Kommunikation (L2690)		Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Fröschle			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse				
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Studierende verfügen über Grundkenntnisse in folgenden Bereichen <ul style="list-style-type: none"> • Programmiersprache Python • Datenverarbeitung • Werkzeuge für Machine-Learning • Netzwerke und Kommunikation 			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende verfügen über grundlegende Fertigkeiten in folgenden Bereichen <ul style="list-style-type: none"> • Programmieren in Python • Verarbeitung von Daten • Einsatz von Werkzeugen für Machine-Learning • Nutzung einfacher Programmierschnittstellen für Netzwerke und Kommunikation 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können grundlegende Werkzeuge zur Datenverarbeitung beschreiben und charakterisieren. Sie können einen grundlegenden Ablauf zur Verarbeitung experimenteller Daten beschreiben.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können selbstständig zwischen grundlegenden Werkzeugen zur Datenverarbeitung wählen und deren Fähigkeiten einschätzen.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	10 %	Testate	Testate finden semesterbegleitend statt.
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2689: Informatik für Ingenieur*innen - Programmierkonzepte, Data Handling & Kommunikation	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Sibylle Fröschle
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Python und allgemeine Programmierkonzepte <ul style="list-style-type: none"> ◦ Grundkenntnisse ◦ Modularisierung und Namensräume ◦ Datenstrukturen wie Arrays, Listen, Bäume, Dictionaries ◦ Einfache Algorithmen und Laufzeiten ◦ Jenseits genauer Berechenbarkeit: Nutzung von Zufall und Annäherung ◦ Random walks und Simulation ◦ Stochastische Programme, Wahrscheinlichkeit, Verteilungen ◦ Monte-Carlo-Simulation und approximative Berechnung ◦ Sampling, zentraler Grenzwertsatz, Konfidenzintervalle • Data-Handling: experimentelle Daten aufbereiten und verstehen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daten aus Files extrahieren ◦ Daten visualisieren: Plotting, Diagramme, Heatmaps ◦ Modellerstellung: Curve Fitting, Linear Regression, ... • Machine Learning Tools: Struktur und Muster in Daten finden <ul style="list-style-type: none"> ◦ Feature vectors und distance metrics ◦ Clustering ◦ Classification methods • Netzwerke und Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> ◦ Internet und Security Basics (z.B. TLS) ◦ Einfache Client Server Programmierung mit TCP und TLS ◦ Internet of Things (z.B. auch mit Bezug zu Daten) • Weitere Computer-Fertigkeiten wie z.B. Umgang mit Dateiformaten und User Interface Programmierung werden im Sinne von "Learning by doing" in die Beispiele bzw. Übungen integriert. Ähnliches gilt für fortgeschrittene Programmietechniken.
Literatur	John V. Guttag: Introduction to Computation and Programming Using Python. With Application to Understanding Data. 2nd Edition. The MIT Press, 2016.

Lehrveranstaltung L2690: Informatik für Ingenieur*innen - Programmierkonzepte, Data Handling & Kommunikation	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Fröschle
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0538: Wärme- und Stoffübertragung				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Wärme- und Stoffübertragung (L0101)		Vorlesung	2	2
Wärme- und Stoffübertragung (L0102)		Gruppenübung	2	2
Wärme- und Stoffübertragung (L1868)		Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Irina Smirnova			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse: Technische Thermodynamik			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können die Energieübertragung in Form von Wärme in verfahrenstechnischen Apparaten (z.B. Wärmeübertrager oder chemische Reaktoren) und alltäglichen Problemstellungen erklären sowie qualitativ und quantitativ bestimmen. Dabei können sie verschiedene Arten der Wärmeübertragung unterscheiden und beschreiben, nämlich Wärmeleitung, Wärmeübergang, Wärmedurchgang und Wärmestrahlung. Die Studierenden können die physikalischen Grundlagen des Stofftransports detailliert erklären und mit Hilfe geeigneter Theorien qualitativ und quantitativ beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, die Analogien zwischen Wärme- und Stoffübertragungsprozessen darzustellen und auch komplexe gekoppelte Prozesse detailliert zu beschreiben. 			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Unter Anwendung des erlangten Wissens können die Studierenden den Bilanzraum für ein gegebenes Transportproblem sinnvoll auswählen und die dazugehörigen Energie- und Stoffströme entsprechend bilanzieren. Sie können die spezifischen Wärmeübergangsprobleme (z.B. Beheizung chemischer Reaktoren oder Temperaturveränderungen in strömenden Fluiden) lösen und die dazugehörigen Wärmeströme berechnen. Die Studierenden können die Skalierung der technischen Prozesse und Apparate mit Hilfe dimensionsloser Kennzahlen bewerkstelligen. Sie können Stoffübergang in Form von Konvektion und Diffusion sowie Stoffdurchgang unterscheiden und zur Beschreibung und Auslegung von Stoffübertragern (z.B. Extraktions- oder Rektifikationskolonnen) nutzen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden Grundtypen von Wärme- und Stoffübertragern anhand ihrer Vor- und Nachteile für einen spezifischen Anwendungsfall auswählen und auslegen. Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Stoffdaten und Korrelationen zwischen dimensionslosen Kennzahlen für spezielle Anwendungsfälle selbstständig aus geeigneten Quellen zu beschaffen. Darüber hinaus können sie sowohl stationäre als auch instationäre Vorgänge in verfahrenstechnischen Apparaten berechnen. <p>Die Studierenden sind in der Lage, ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen und dieses gebündelt zur Lösung konkreter technischer Probleme einzusetzen. Hierzu zählen insbesondere die Lehrveranstaltungen Strömungsmechanik, Chemische Verfahrenstechnik und Thermodynamik.</p>			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifischen Aufgaben bearbeiten und die gemeinsamen Ergebnisse in den Tutorien mündlich präsentieren 			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und deren Qualität zu beurteilen. Die Studierenden können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (Clicker-System, Klausurnahe Aufgaben) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsduer und -umfang	120 minuten; Theorie und Rechenaufgaben (schriftlich)			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Energietechnik: Pflicht			

Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Medizingenieurwesen: Pflicht
 Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
 Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
 Energietechnik: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht
 Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht
 Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Pflicht
 Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht
 Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0101: Wärme- und Stoffübertragung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wärmeübertragung <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung, Eindimensionale Wärmeleitung 2. Konvektiver Wärmeübergang, Wärmedurchgang 3. Wärmeübertrager 4. Mehrdimensionale Wärmeleitung 5. Instationäre Wärmeleitung 6. Wärmestrahlung 2. Stoffübertragung <ol style="list-style-type: none"> 1. Einseitige Diffusion, Äquimolare Gegenstromdiffusion 2. Grenzschichttheorie, Instationäre Stoffübertragung 3. Wärme- und Stoffübertragung Einzelpartikel/Festbett 4. Kopplung Stoffübertragung mit chemischen Reaktionen <p>Für die Verbesserung der Anschaulichkeit in der Vorlesung wurden für die Studierenden Videos ausgesucht, die in die Vorlesungen eingebunden waren. Zur Gestaltung der Selbstlernzeit wurden semesterbegleitenden Aufgaben entwickelt, mit denen die Studierenden sich während des Semesters vertieft auf den Lehrinhalt vorbereiten.</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. H.D. Baehr und K. Stephan: Wärme- und Stoffübertragung, Springer 2. VDI-Wärmeatlas

Lehrveranstaltung L0102: Wärme- und Stoffübertragung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1868: Wärme- und Stoffübertragung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0833: Grundlagen der Regelungstechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Grundlagen der Regelungstechnik (L0654)		Vorlesung	2	4
Grundlagen der Regelungstechnik (L0655)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Timm Faulwasser			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Behandlung von Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich und der Laplace-Transformation.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können das Verhalten dynamischer Systeme in Zeit- und Frequenzbereich darstellen und interpretieren, und insbesondere die Eigenschaften Systeme 1. und 2. Ordnung erläutern. • Sie können die Dynamik einfacher Regelkreise erklären und anhand von Frequenzgang und Wurzelortskurve interpretieren. • Sie können das Nyquist-Stabilitätskriterium sowie die daraus abgeleiteten Stabilitätsreserven erklären. • Sie können erklären, welche Rolle die Phasenreserve in der Analyse und Synthese von Regelkreisen spielt. • Sie können die Wirkungsweise eines PID-Reglers anhand des Frequenzgangs interpretieren. • Sie können erklären, welche Aspekte bei der digitalen Implementierung zeitkontinuierlich entworfener Regelkreise berücksichtigt werden müssen. • Sie SISO System im Zustandsraum darstellen und analysieren • Stabilitätsanalyse mit dem Hurwitz Kriterium kann angewandt werden • Polvorgabe für SISO Systeme im Zustandsraum und Untersuchung der Steuerbarkeit von LTI Systeme. <p><i>Fertigkeiten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Modelle linearer dynamischer Systeme vom Zeitbereich in den Frequenzbereich transformieren und umgekehrt. • Sie können das Verhalten von Systemen und Regelkreisen simulieren und bewerten. • Sie können PID-Regler mithilfe heuristischer Einstellregeln (Ziegler-Nichols) entwerfen. • Sie können anhand von Wurzelortskurve und Frequenzgang einfache Regelkreise entwerfen und analysieren. • Sie können zeitkontinuierliche Modelle dynamischer Regler für die digitale Implementierung zeitdiskret approximieren. • Sie beherrschen die einschlägigen Software-Werkzeuge (Matlab Control Toolbox, Simulink) für die Durchführung all dieser Aufgaben. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können in kleinen Gruppen fachspezifische Fragen gemeinsam bearbeiten und ihre Reglerentwürfe experimentell testen und bewerten			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können sich Informationen aus bereit gestellten Quellen (Skript, Software-Dokumentation, Versuchsunterlagen) beschaffen und für die Lösung gegebener Probleme verwenden. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe wöchentlicher On-Line Tests kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs Kernfächer: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0654: Grundlagen der Regelungstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Timm Faulwasser
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Signale und Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Systeme, Differentialgleichungen und Übertragungsfunktionen • Systeme 1. und 2. Ordnung, Pole und Nullstellen, Impulsantwort und Sprungantwort • Stabilität <p>Regelkreise</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Rückkopplung: Steuerung oder Regelung • Folgeregelung und Störunterdrückung • Arten der Rückführung, PID-Regelung • System-Typ und bleibende Regelabweichung • Inneres-Modell-Prinzip <p>Wurzelortskurven</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion und Interpretation von Wurzelortskurven • Wurzelortskurven von PID-Regelkreisen <p>Frequenzgang-Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frequenzgang, Bode-Diagramm • Minimalphasige und nichtminimalphasige Systeme • Nyquist-Diagramm, Nyquist-Stabilitätskriterium, Phasenreserve und Amplitudenreserve • Loop shaping, Lead-Lag-Kompensatoren • Frequenzgang von PID-Regelkreisen <p>Totzeitsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wurzelortskurve und Frequenzgang von Totzeitsystemen • Smith-Prädiktor <p>Digitale Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abtastsysteme, Differenzengleichungen • Tustin-Approximation, digitale PID-Regler <p>Software-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Matlab, Simulink, Control Toolbox • Rechnergestützte Aufgaben zu allen Themen der Vorlesung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Werner, H., Lecture Notes „Introduction to Control Systems“ • G.F. Franklin, J.D. Powell and A. Emami-Naeini "Feedback Control of Dynamic Systems", Addison Wesley, Reading, MA, 2009 • K. Ogata "Modern Control Engineering", Fourth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2010 • R.C. Dorf and R.H. Bishop, "Modern Control Systems", Addison Wesley, Reading, MA 2010

Lehrveranstaltung L0655: Grundlagen der Regelungstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Timm Faulwasser
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1775: Ökonomische und ökologische Projektbewertung							
Lehrveranstaltungen							
Titel		Typ	SWS	LP			
Fallstudien ökonomische und ökologische Projektbewertung (L1054)		Gruppenübung	1	1			
Grundlagen der ökologischen Projektbewertung (L0860)		Vorlesung	2	2			
Grundlagen der ökonomischen Projektbewertung (L2918)		Vorlesung	2	3			
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	keine						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>	Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden Projekte / Projektideen aus ökonomischer und ökologischer Sicht analysieren und bewerten; d.h. sie können angedachte / geplante Projekte anhand bestimmter Kriterien systematisieren / analysieren und dann mithilfe ökonomischer und ökologischer Instrumente diese geplanten Projekte bewerten (u.a. anhand der spezifischen Produktgestehungskosten und ausgewählter Umweltkenngrößen wie z.B. THG-Äquivalente). Ein solches Vorgehen inkludiert ein Basiswissen im Bereich der Wirtschaftlichkeitsrechnung (z. B. statische und dynamische Kostenrechnungsverfahren) einerseits und ein Grundverständnis in Bezug auf die Erstellung einer Ökobilanz andererseits. Hinzu kommt das Wissen, diese Instrumente für entsprechende konkrete Anwendungsfälle durch eigenständig von den Studierenden zu ziehende Bilanzgrenzen umzusetzen und die Ergebnisse entsprechend zu interpretieren.					
	<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die Methodiken zur ökonomischen / wirtschaftlichen Bewertung (z. B. Annuitätenmethode) und zur ökologischen Bewertung (z. B. Ökobilanzierung) auf verschiedene Arten von Projekten - und das unter verschiedenen Rand- und Rahmenbedingungen - anzuwenden. Sie können dann entsprechende Projekte (u.a. Energieprojekte, Chemieprojekte) ökologisch und ökonomisch - und ausgehend davon - systemisch bewerten und Aussagen zu den entsprechenden ökonomischen und ökologischen / umweltlichen Begrenzungen treffen. Die Studierenden sind auch in der Lage, Fragestellungen aus dem Fachgebiet und Ansätze zu dessen Bearbeitung mündlich zu erläutern und in den jeweiligen Zusammenhang einzuordnen.					
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, geeignete technische Projekte zu untersuchen und letztlich anhand ökonomischer und ökologischer Bewertungskriterien - und damit letztlich unter vielfältigen Nachhaltigkeitsgesichtspunkten - zu bewerten.					
	<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über das Fachgebiet erschließen, Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren.					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70						
Leistungspunkte	6						
Studienleistung	Keine						
Prüfung	Klausur						
Prüfungsduer und -umfang	180 min						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht						

Lehrveranstaltung L1054: Fallstudien ökonomische und ökologische Projektbewertung	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt, Weitere Mitarbeiter
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ökonomische und ökologische Bewertung von Fallstudien einschließlich der Erstellung von den entsprechenden Bilanzgrenzen für die unterschiedlichen Fälle. Für die einzelnen Fälle gelten die folgenden Aspekte.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Berechnung der spezifischen Kosten mithilfe statischer und dynamischer Verfahren; dies inkludiert eine Abschätzung der zugrunde zu legenden Kostenbasis und entsprechende Sensitivitätsanalysen. 2. Erstellen einer Ökobilanz inklusive Zieldefinition, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung / Interpretation. 3. Für die unterschiedlichen Fälle / Veränderungen Ermittlung des Einfluss auf die ökonomische und ökologische Prozessbewertung; dies gilt u. a. für <ul style="list-style-type: none"> - Allokation/Koppel- bzw. Nebenpunkte - Lernkurven- und andere Ansätze für zukünftige Zeitpunkte - Setzung des administrativen Rahmens / der politischen Zielvorgaben - Analyse der Unsicherheit von Daten und Annahmen <p>Innerhalb des Seminars werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt. Die Bearbeitung erfolgt sowohl einzeln als auch in kleineren Gruppen.</p>
Literatur	Skripte der Vorlesungen

Lehrveranstaltung L0860: Grundlagen der ökologischen Projektbewertung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Christoph Hagen Balzer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Notwendigkeit einer Umweltbewertung unter Berücksichtigung der vor- und nachgelagerten Prozesse • Anthropogene Umweltwirkungen • Übersicht Umweltbewertungsmethoden und -verfahren • Elemente von Umweltbewertungsmethoden und -verfahren • Ziel-, Objekt- und Rahmendefinition • Analyse und Bewertung • Mess- und Analyseverfahren • Geoinformationssysteme für raumbezogene Umweltanalysen • Systeme und Modelle • Ökologische Bewertungsansätze • Ökonomische und soziale Bewertungsansätze • Grundsätze von Umweltpolitik und Umweltrecht • Lebenszyklusanalysen • „Klassische“ Ökobilanzen (Zieldefinition, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Auswertung / Interpretation) • Spezialformen (Carbon Footprint, Water Footprint, KEA) • Social LCA • Weitergehende Ansätze • Weitere Umweltbewertungsinstrumente • Globale Aspekte der Umweltbewertung
Literatur	Skript der Vorlesung

Lehrveranstaltung L2918: Grundlagen der ökonomischen Projektbewertung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Wiese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung; Definitionen; Bedeutung der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Projekte; Preise und Kosten; Kosten von Produktionssystemen versus Kosten von einzelnen Projekten • Kostenschätzungen und Kostenberechnungen; Definitionen; Kostenberechnung; Kostenschätzung; Berechnung von Kosten für Bereitstellung von Arbeit und Leistung • Wirtschaftlichkeitsrechnung; Definitionen; Methoden: statische Verfahren, dynamische Verfahren; betriebswirtschaftliche versus volkswirtschaftliche Betrachtung; Leistung und Arbeit bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung • Berücksichtigung von Unsicherheiten bei Projekten; Definitionen; technische Unsicherheiten; Kostenunsicherheiten; sonstige Unsicherheiten • Kostenprojektionen; Ansätze und Methoden; Bewertung von Unsicherheiten • Projektfinanzierung; Definitionen; Projekt- versus Unternehmensfinanzierung; Finanzierungsmodelle; Eigenkapitalquote, DSCR; Behandlung von Risiken in der Projektfinanzierung
Literatur	Skript der Vorlesung

Modul M2183: Thermische Grundoperationen				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Thermische Grundoperationen (L0118)		Vorlesung	2	2
Thermische Grundoperationen (L0141)		Hörsaalübung	1	1
Thermische Grundoperationen (L0119)		Gruppenübung	2	2
Thermische Grundoperationen (L1159)		Laborpraktikum	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Irina Smirnova			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Empfohlene Vorkenntnisse: Thermodynamik III			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können verschiedene Arten von Trennprozessen flüider Gemische unterscheiden und beschreiben, zum Beispiel Rektifikation, Extraktion und Adsorption. Sie sind in der Lage den Verlauf der Konzentrationen in Trennprozessen zu beschreiben und zu erklären, den Energiebedarf von Trennprozessen abzuschätzen und Möglichkeiten zu benennen, wie bei Trennprozessen Energie eingespart werden kann. Die Studierenden kennen Methoden zur trenntechnischen Auslegung von Trennapparaten. 			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Unter Anwendung des erlangten Wissens können die Studierenden den Bilanzraum für ein gegebenes Trennverfahren sinnvoll auswählen und die dazugehörigen Energie- und Stoffströme entsprechend bilanzieren. Die Studierenden können verschiedene grafische Methoden zur Auslegung eines Trennverfahrens anwenden und mit diesen beispielsweise die benötigte Stufenanzahl des Trennprozesses bestimmen. Die Studierenden können Grundtypen von thermischen Trennverfahren anhand ihrer Vor- und Nachteile für einen spezifischen Anwendungsfall auswählen und auslegen. Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Stoffdaten selbstständig aus geeigneten Quellen (Diagrammen oder Tabellen) zu beschaffen. Darüber hinaus können sie sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Trennprozesse berechnen. Die Studierenden können ihr theoretisches Wissen im Rahmen von einem Praktikum anhand eigener Experimenten überprüfen Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen und die praktische Umsetzung der Praktikumsversuche mit dem Lehrpersonal mündlich zu diskutieren <p>Die Studierenden sind in der Lage, ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen und dieses gebündelt zur Lösung konkreter technischer Probleme einzusetzen. Hierzu zählen insbesondere die Lehrveranstaltungen Thermodynamik, Prozess und Anlagentechnik sowie auch Strömungsmechanik und Chemische Verfahrenstechnik.</p>			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifischen Aufgaben bearbeiten und die gemeinsamen Ergebnisse in den Tutorien präsentieren. Die Studierenden können in kleinen Gruppen praktische Laborarbeit verrichten und dabei selbstständig eine sinnvolle Arbeitsteilung etablieren. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse zu diskutieren und in einem Abschlussprotokoll wissenschaftlich zu dokumentieren. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbstständig zu beschaffen und deren Qualität zu beurteilen. Die Studierenden können ihren Wissensstand mit Hilfe klausurnaher Aufgaben kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Ja	Art der Studienleistung Keiner Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Beschreibung Teilnahme am Eingangskolloquium und schriftliches Protokoll	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	150 Minuten			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies, Schwerpunkt Regenerative Energien:			

Wahlpflicht
 Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
 Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
 Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht
 Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energiesysteme / Regenerative Energien: Wahlpflicht
 Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0118: Thermische Grundoperationen

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die thermische Verfahrenstechnik und Grundzüge von Trennprozessen • Einfache Gleichgewichtsprozesse, Vielstufenprozesse • Rektifikation binärer Gemische, Enthalpie-Konzentrations-Diagramm • Extraktive und Azeotrope Destillation, Wasserdampfdestillation, Absatzweise Rektifikation • Extraktion: Trennungen ternärer Systeme, Dreiecksdiagramm • Mehrkomponententrennungen einschließlich komplexer Gemische • Auslegung von Trennapparaten ohne diskrete Stufen • Trocknung • Chromatographische Trennverfahren • Membrantrennverfahren • Energiebedarf von Trennprozessen • Erweiterte Übersicht zu Trennprozessen • Auswahl von Trennprozessen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Brunner: Skriptum Thermische Verfahrenstechnik • J. King: Separation Processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980 • Sattler: Thermische Trennverfahren, VCH, Weinheim 1995 • J.D. Seader, E.J. Henley: Separation Process Principles, Wiley, New York, 1998. • Mersmann: Thermische Verfahrenstechnik, Springer, 1980 • Grassmann, Widmer, Sinn: Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997 • Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1 ; ISBN 0-387-91477-3 . • R. Goedecke (Hrsg.): Fluid-Verfahrenstechnik, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Perry's Chemical Engineers' Handbook, R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (Hrsg.), 6th ed., McGraw-Hill, New York 1984 ◦ Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie

Lehrveranstaltung L0141: Thermische Grundoperationen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die thermische Verfahrenstechnik und Grundzüge von Trennprozessen • Einfache Gleichgewichtsprozesse, Vielstufenprozesse • Rektifikation binärer Gemische, Enthalpie-Konzentrations-Diagramm • Extraktive und Azeotrope Destillation, Wasserdampfdestillation, Absatzweise Rektifikation • Extraktion: Trennungen ternärer Systeme, Dreiecksdiagramm • Mehrkomponententrennungen einschließlich komplexer Gemische • Auslegung von Trennapparaten ohne diskrete Stufen • Trocknung • Chromatographische Trennverfahren • Membrantrennverfahren • Energiebedarf von Trennprozessen • Erweiterte Übersicht zu Trennprozessen • Auswahl von Trennprozessen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Brunner: Skriptum Thermische Verfahrenstechnik • J. King: Separation Processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980 • Sattler: Thermische Trennverfahren, VCH, Weinheim 1995 • J.D. Seader, E.J. Henley: Separation Process Principles, Wiley, New York, 1998. • Mersmann: Thermische Verfahrenstechnik, Springer, 1980 • Grassmann, Widmer, Sinn: Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997 • Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1 ; ISBN 0-387-91477-3 . • R. Goedecke (Hrsg.): Fluid-Verfahrenstechnik, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006. • Perry's Chemical Engineers' Handbook, R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (Hrsg.), 6th ed., McGraw-Hill, New York 1984 • Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie

Lehrveranstaltung L0119: Thermische Grundoperationen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die thermische Verfahrenstechnik und Grundzüge von Trennprozessen • Einfache Gleichgewichtsprozesse, Vielstufenprozesse • Rektifikation binärer Gemische, Enthalpie-Konzentrations-Diagramm • Extraktive und Azeotrope Destillation, Wasserdampfdestillation, Absatzweise Rektifikation • Extraktion: Trennungen ternärer Systeme, Dreiecksdiagramm • Mehrkomponententrennungen einschließlich komplexer Gemische • Auslegung von Trennapparaten ohne diskrete Stufen • Trocknung • Chromatographische Trennverfahren • Membrantrennverfahren • Energiebedarf von Trennprozessen • Erweiterte Übersicht zu Trennprozessen • Auswahl von Trennprozessen <p>Die Studierenden bearbeiten Aufgaben in Kleingruppen und stellen die Ergebnisse in der Übungsgruppe vor</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Brunner: Skriptum Thermische Verfahrenstechnik • J. King: Separation Processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980 • Sattler: Thermische Trennverfahren, VCH, Weinheim 1995 • J.D. Seader, E.J. Henley: Separation Process Principles, Wiley, New York, 1998. • Mersmann: Thermische Verfahrenstechnik, Springer, 1980 • Grassmann, Widmer, Sinn: Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997 • Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1 ; ISBN 0-387-91477-3 . • R. Goedecke (Hrsg.): Fluid-Verfahrenstechnik, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006. • Perry's Chemical Engineers' Handbook, R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (Hrsg.), 6th ed., McGraw-Hill, New York 1984 • Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie

Lehrveranstaltung L1159: Thermische Grundoperationen	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Irina Smirnova
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Die Studierenden absolvieren in diesem Praktikum acht Versuche. Zu jedem der acht Versuche gibt es ein Kolloquium. In diesem reflektieren die Studierenden ihr Wissen und diskutieren es anschließend auf Fachebene mit dem Lehrpersonal und den Mitstudierenden.</p> <p>Die Studierenden arbeiten stark arbeitsteilig in kleinen Gruppen. Über alle Versuche wird ein Abschlussprotokoll verfasst. Die Studierenden erhalten eine Rückmeldung zu den Standards des wissenschaftlichen Schreibens, sodass sie über die Dauer des Praktikums ihre Kompetenzen in diesem Bereich ausbauen können.</p> <p>Themen des Praktikums:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die thermische Verfahrenstechnik und Grundzüge von Trennprozessen • Einfache Gleichgewichtsprozesse, Vielstufenprozesse • Rektifikation binärer Gemische, Enthalpie-Konzentrations-Diagramm • Extraktive und Azeotrope Destillation, Wasserdampfdestillation, Absatzweise Rektifikation • Extraktion: Trennungen ternärer Systeme, Dreiecksdiagramm • Mehrkomponententrennungen einschließlich komplexer Gemische • Auslegung von Trennapparaten ohne diskrete Stufen • Trocknung • Chromatographische Trennverfahren • Membrantrennverfahren • Energiebedarf von Trennprozessen • Erweiterte Übersicht zu Trennprozessen • Auswahl von Trennprozessen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Brunner: Skriptum Thermische Verfahrenstechnik • J. King: Separation Processes, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980 • Sattler: Thermische Trennverfahren, VCH, Weinheim 1995 • J.D. Seader, E.J. Henley: Separation Process Principles, Wiley, New York, 1998. • Mersmann: Thermische Verfahrenstechnik, Springer, 1980 • Grassmann, Widmer, Sinn: Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997 • Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1 ; ISBN 0-387-91477-3 . • R. Goedecke (Hrsg.): Fluid-Verfahrenstechnik, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006. • Perry's Chemical Engineers' Handbook, R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (Hrsg.), 6th ed., McGraw-Hill, New York 1984 • Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie

Modul M0670: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik I							
Lehrveranstaltungen							
Titel		Typ	SWS	LP			
Partikeltechnologie I (L0434)		Vorlesung	2	3			
Partikeltechnologie I (L0435)		Gruppenübung	1	1			
Partikeltechnologie I (L0440)		Laborpraktikum	2	2			
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Heinrich						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	keine						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, die grundlegenden Prozesse und Verfahren der Feststoffverfahrenstechnik zu benennen und im Kontext mit ihrer Anwendung in verfahrenstechnischen und umwelttechnischen Prozessen zu erklären. Außerdem sind sie in der Lage, Partikel und Partikelverteilungen zu beschreiben und ihre Schüttguteigenschaften zu erläutern.					
	<i>Fertigkeiten</i>	Studierenden sind in der Lage, Apparate und Verfahren der Feststoffverfahrenstechnik zur Erzielung von gewünschten Feststoffeigenschaften bzw. zur Emissionsminderung und zur Abscheidung aus Luft und Wasser auszuwählen und auszulegen. Insbesondere können sie diese Auswahl nicht nur für isolierte Einzelapparate treffen, sondern auch genseitige Abhängigkeiten in komplexen Prozessketten zu berücksichtigen. Außerdem sind sie befähigt, Partikel hinsichtlich der Prozessierbarkeit und ihrer umwelttechnischen Auswirkungen zu beurteilen. Die Studierenden können ihre Arbeit wissenschaftlich dokumentieren.					
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, fachliche Fragen mit Fachleuten mündlich zu diskutieren und in Gruppen gemeinsam Lösungen für technisch-wissenschaftliche Fragestellungen zu erarbeiten.					
	<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind dazu in der Lage grundlegende Fragestellungen in der Partikeltechnologie selbstständig zu analysieren und zu lösen.					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70						
Leistungspunkte	6						
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung			
	Ja	Keiner	Schriftliche Ausarbeitung	sechs Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten			
Prüfung	Klausur						
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies, Schwerpunkt Wasser- und Umweltingenieurwesen: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Wassertechnologien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht						

Lehrveranstaltung L0434: Partikeltechnologie I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Heinrich
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung und Darstellung von Partikeln und Partikelkollektiven • Kennzeichnung einer Trennung • Kennzeichnung einer Mischung • Zerkleinern • Agglomerieren/Kornvergrößerung • Lagern und Fließen von Schüttgütern • Grundlagen der Fluid-Feststoff-Strömungen • Verfahren zur Klassierung und Sortierung von Partikelkollektiven • Abtrennung von Partikeln aus Flüssigkeiten und Gasen • Strömungsmechanische Grundlagen der Wirbelschichttechnik • Hydraulische und pneumatische Förderung von Feststoffen <p>Ein Schwerpunkt bei der Vorlesung ist es, nicht nur Grundlagen und Auslegung der Verfahren und Apparate darzustellen, sondern insbesondere auch die Einbindung in Herstellungsprozesse und Verfahren zum Beispiel der Luft- und Wasserreinhaltung zu behandeln.</p>
Literatur	<p>Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.</p> <p>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.</p>

Lehrveranstaltung L0435: Partikeltechnologie I	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Stefan Heinrich
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0440: Partikeltechnologie I	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Heinrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Partikelmeßtechnik: Siebung und Laserstreuulichtanalyse • Partikelmeßtechnik: Pipettenanalyse, Sedimentometer • Mischung • Zerkleinerung • Gaszyklon • Oberflächenbestimmung mit dem Blaine-Gerät, Handfilterversuch • Bestimmung von Schüttguteigenschaften <p>Die Versuche werden in Gruppen von ca. 4 Studierenden durchgeführt. Hierbei lernen die Studierenden nicht nur die Apparate und Verfahren der Feststoffverfahrenstechnik kennen, sondern üben gleichzeitig während der Eingangskolloquia und den Endberichten zu den einzelnen Versuchen die Präsentation und Diskussion von fachlichen Fragestellungen und Ergebnissen. Sie erhalten Anleitung zur wissenschaftlichen Arbeitsweise und Feedback zu ihrer eigenen Umsetzung, sodass sie über den Verlauf des Praktikums ihre Kompetenzen in diesem Bereich ausbauen können.</p>
Literatur	<p>Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.</p> <p>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.</p>

Modul M1969: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse						
Lehrveranstaltungen						
Titel		Typ	SWS	LP		
Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse (L3217)		Vorlesung	2	3		
Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse (L3218)		Hörsaalübung	2	2		
Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse (L3219)		Gruppenübung	1	1		
Modulverantwortlicher	Prof. Mirko Skiborowski					
Zulassungsvoraussetzungen	Keine					
Empfohlene Vorkenntnisse	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, insbesondere Grundoperationen der mechanischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie chemische Reaktionstechnik					
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht					
Fachkompetenz						
<i>Wissen</i>	Studierende sind in der Lage:					
	<ul style="list-style-type: none"> - Globale Bilanzgleichungen und lineare Stoffbilanzmodell für verfahrenstechnische Systeme zu klassifizieren und zu formulieren - Systemkonzepte zu verstehen und Anzuwenden - Strategien bei der Synthese von Reaktoren bei der Synthese von Trennsystemen darzulegen und anzuwenden - PINCH-Analysen zu verstehen - Statische und dynamische Methoden der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung angeben 					
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende werden befähigt:					
	<ul style="list-style-type: none"> - Massen- und Energiebilanzen von verfahrenstechnischen Prozessen aufzustellen und die Ströme zu berechnen - Massenströme in komplexen verfahrenstechnischen Anlagen mit Hilfe linearer Stoffbilanzmodelle zu berechnen - Bilanzausgleichsprobleme zu lösen - Prozesssynthese für Reaktoren strukturiert durchzuführen - Prozesssynthese für Trennsysteme strukturierte durchzuführen - PINCH-Analysen anzuwenden - Quantitative Aussagen über Herstellkosten und über die Wirtschaftlichkeit von Produktionsverfahren zu machen 					
Personale Kompetenzen						
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende sind in der Lage in heterogenen Kleingruppen gemeinsam Lösungswege zu erarbeiten					
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende werden befähigt sich anhand weiterführender Literatur eigenständig Wissen zu erschließen					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70					
Leistungspunkte	6					
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung			
	Ja	10 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung			
	Nein	5 %	Midterm			
Prüfung	Klausur					
Prüfungsdauer und -umfang	120 min					
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht					

Lehrveranstaltung L3217: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Methoden und Werkzeuge</p> <p>- Globale Bilanzgleichungen, Grafische Abbildung von Prozessen, Bilanzausgleich und Datenvalidierung</p> <p>Prozesssynthese</p> <p>- Grobaufbau verfahrenstechnischer Prozesse, Entscheidungsebenen bei der Prozessentwicklung, Reaktorsynthese, Synthese von Trennprozessen, Alternativen und Auswahlkriterien, Energieintegration, experimentelle Validierung, Auswahl von Hilfsstoffen</p> <p>Kostenrechnung und Projektmanagement</p> <p>Herstellungskosten, Investitionskosten, Wirtschaftliche Bewertung (Ein- und Mehrperiodische Bewertung), Grundlagen des Projektmanagement</p>
Literatur	<p>E. Blass, Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, Springer, 1997</p> <p>K. Sattler, W. Kasper, Verfahrenstechnische Anlagen, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2000</p> <p>W.D. Seider et al., Product and Process Design Principles, Wiley, 2016</p> <p>R. Smith, Chemical Process Design and Integration, Wiley, 2016</p> <p>G.H. Vogel, Verfahrensentwicklung, Wiley-VCH, Weinheim, 2002</p>

Lehrveranstaltung L3218: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L3219: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Bioingenieurwesen

Modul M0877: Molekularbiologische Grundlagen				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Genetik / Molekularbiologie (L0889)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Genetik / Molekularbiologie (L0886)		Vorlesung	2	2
Molekularbiologisches Grundpraktikum (L0890)		Laborpraktikum	3	3
Modulverantwortlicher	Prof. Johannes Gescher			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorlesung Biochemie <ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Inhalte besonders zu Stoffwechselwegen und Enzymkinetik sollten verstanden sein Vorlesung Mikrobiologie <ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Inhalte zur Identifizierung, Zellaufbau und Physiologie von Mikroorganismen sollten verstanden sein 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>	Studierende können nach erfolgreichem Bestehen des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • einen Überblick über grundlegende genetische Prozesse in der Zelle geben • grundlegende molekulargenetische Methoden erklären • einen Überblick über aktuelle -omics Strategien geben • molekularbiologische Unterschiede zwischen Pro- und Eukaryonten herausarbeiten 		
	<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen der Laborsicherheit bei ihrer praktischen Arbeit zu berücksichtigen • steril zu arbeiten • Mikroorganismen aerob zu kultivieren • Enzymaktivität zu bestimmen • Mikroorganismen anhand verschiedener physiologischer Eigenschaften und ihrer 16S rRNA Gensequenz zu identifizieren • wesentliche theoretische Kenntnisse des Moduls "Biochemische und mikrobiologische Grundlagen" im Labor umzusetzen • eigenständig wissenschaftliche Poster erstellen und präsentieren 		
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende sind fähig im Team <ul style="list-style-type: none"> • Versuche durchzuführen • gemeinsam ein Versuchsprotokoll zu erstellen • zu vorgegebenen Problemen Lösungen zu entwickeln • aus vorgegebenen Problemstellungen Arbeitsaufträge abzuleiten und zu verteilen • ihr fachspezifisches Wissen mündlich zu reflektieren und mit Mitstudierenden und Lehrpersonal zu diskutieren • wissenschaftliche Poster vor Mitstudierenden und Lehrpersonal zu präsentieren und zu diskutieren 		
	<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> • selbstständig Informationen zu vorgegebenen Problemen zu recherchieren • Rechercheergebnisse für ihrer Teamkolleg*innen aufzubereiten 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Ja	Art der Studienleistung 20 % Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Beschreibung Erstellung und Präsentation eines wissenschaftlichen Posters	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	60 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0889: Genetik / Molekularbiologie	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0886: Genetik / Molekularbiologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation prokaryotischer DNA, Struktur und Funktion, DNA-Replikation - Regulation der Genexpression, Transkription und Translation - Mechanismen der Genübertragung, Rekombination, Transposition - Mutation und DNA-Reparatur - DNA-Klonierung - DNA-Sequenzierung - Polymerase-Kettenreaktion - Genomsequenzierung, (Meta)Genomics, Transcriptomics und Proteomics
Literatur	<p>Rolf Knippers, Molekulare Genetik, Georg Thieme Verlag Stuttgart</p> <p>Munk, K. (ed.), Genetik, 2010, Thieme Verlag</p> <p>John Ringo, Genetik kompakt, 2006, Elsevier GmbH, München</p> <p>T. A. Brown, Gene und Genome, 2007, 3. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag,</p> <p>Jochen Graw, Genetik, Springer Verlag, Berlin Heidelberg</p>

Lehrveranstaltung L0890: Molekularbiologisches Grundpraktikum	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Während des Praktikums werden Methoden der Mikrobiologie, Biochemie sowie der Genetik erlernt.</p> <p>Vor der praktischen Durchführung der Versuche findet ein Kolloquium statt, in dem die Studierenden die theoretischen Grundlagen der Versuche sowie deren Umsetzung in die Praxis erläutern, reflektieren und diskutieren.</p> <p>Die Studierenden verfassen zu jedem Versuch ein Protokoll. Sie erhalten Feedback zur Wissenschaftlichkeit ihrer Texte sowie wissenschaftlichen Standards (Zitierweise, Bildbeschriftung, etc.), sodass sie ihre Fertigkeiten diesbezüglich über den Verlauf des Praktikums kontinuierlich verbessern können.</p> <p>Im Praktikum behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Morphologie und Wachstumsstadien zur Unterscheidung unterschiedlicher Bakterienstämme - Wachstumsbestimmung mittels Trübungsmessverfahren und optischer Dichte - Ansetzen unterschiedlicher Nährmedien - Stammbestimmung mittels Gram-Färbung und API-Test - Genetische Stammbestimmung mittels 16S rRNA-Analyse - Lichtmikroskopische Beurteilung verschiedener Bakterienstämme - BLAST-Analysen - Enzymaktivitätsmessungen und Enzymkinetik (Michaelis-Menten -Gleichung, Lineweaver-Burk) - Enzyme als Biokatalysatoren (Nutzung von Enzymen und ihre Aktivität in Wachmitteln)
Literatur	<p>Brock Mikrobiologie / Brock Microbiology (Michael T. Madigan, John M. Martinko)</p> <p>Mikrobiologisches Grundpraktikum (Steve K. Alexander, Dennis Strete)</p>

Modul M1765: Bioprozesstechnik II				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Bioprozesstechnik II (L2896)		Vorlesung	2	4
Bioprozesstechnik II (L2897)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Anna-Lena Heins			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalt des Moduls "Biologische und biochemische Grundlagen" • Inhalt des Moduls "Bioprozesstechnik I" • Inhalt des Moduls „Molekularbiologische Grundlagen“ 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • die mikrobiellen, energetischen und verfahrenstechnischen Grundlagen von biotechnologischen Produktionsprozessen zu erklären und anzuwenden, • Stofftransporteffekte bei heterogene Prozesse mit immobilisierten Enzymen und Zellen zu bewerten • komplexe Ansätze zur mathematischen Modellierung biotechnologischer Prozesse einzuordnen und anzuwenden • die wesentlichen Merkmale typischer Bioreaktoren zu erklären und geeignete Bioreaktoren für verschiedene biotechnologische Produktionsprozesse auszuwählen, • Transportprozesse im Bioreaktor zu quantifizieren und diese zum Scale-up von Bioprozessen heranzuziehen, • Typische Aufarbeitungsprozesse für Bio-Prozesse zu erklären und auszulegen, • die Besonderheiten und Lösungsansätze für verschiedene biotechnologische Produktionsprozesse zu verstehen und zu beschreiben. • die gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Umgang mit biologischen Materialien einzuordnen. 			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • für konkrete industrielle Anwendungen (z.B. Kultivierung von Mikroorganismen und tierischen Zellen) wissenschaftliche Fragestellungen oder mögliche praktische Probleme zu identifizieren und Lösungsansätze zu formulieren, • heterogene Prozesse mit immobilisierten Enzymen und Zellen bezüglich Stofftransporteffekten zu bewerten • die Anwendung von scale-up-Kriterien für verschiedene Bioreaktoren und Prozesstypen zu bewerten und diese Kriterien auf gegebene bioverfahrenstechnische Probleme (mikrobielle und Zellkulturprozesse) anzuwenden, • Fragestellungen für die Analyse und Optimierung realer Bioproduktionsprozesse zu formulieren und entsprechende Lösungsansätze abzuleiten. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, in fachlich gemischten Teams wissenschaftliche Fragestellungen zu diskutieren, ihre Ansichten dazu zu vertreten und gemeinsam an gegebenen ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu arbeiten.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer*innen in der Lage, sich selbst Wissensquellen zu erschließen und ihre Kenntnisse auf bisher unbekannte Fragestellungen anzuwenden und dies zu präsentieren.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2896: Bioprozesstechnik II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Stand der Technik und Entwicklungstrends mikrobieller und biokatalytischer Bioprozesse, Einführung in die Vorlesung • Mediendesign und -optimierung, Sterilisation • mathematische Beschreibung von Stofftransporteffekten in heterogenen Reaktionen mit immobilisierten Enzymen, Mikroorganismen oder Zellen • Grundlegende Konzepte für mathematische Modelle für Bio-Prozesse • Bioreaktoren - Konzepte, Auslegung, Regelungstechnik, Betrieb, scale-up • Aufarbeitung in biotechnologischen Produktionsprozessen • Ausgewählte biotechnologische Produktionsprozesse (z.B. Antibiotika, Aminosäuren, therapeutische Antikörper) • Repititorium
Literatur	<p>P. F. Stanbury, A. Whitaker, S. J. Hall, Principles of Fermentation Technology, 3rd. Edition, Butterworth-Heinemann, 2016.</p> <p>H. Chmiel, R. Takors, D. Weuster-Botz (Herausgeber): Bioprozeßtechnik, Springer Spektrum, 2018</p> <p>R.H. Balz et al.: Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology, 3. edition, ASM Press, 2010</p> <p>H.W. Blanch, D. Clark: Biochemical Engineering, Taylor & Francis, 1997</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2. edition, Academic Press, 2013</p> <p>V.C. Hass, R. Pörtner: Praxis der Bioprozesstechnik, Springer Spektrum, 2011</p>

Lehrveranstaltung L2897: Bioprozesstechnik II	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Stand der Technik und Entwicklungstrends mikrobieller und biokatalytischer Bioprozesse, Einführung in die Vorlesung • Mediendesign und -optimierung, Sterilisation • Stofftransporteffekte bei immobilisierten Enzymen, Mikroorganismen und Zellen • Bioreaktoren - Auslegung, scale-up • Aufarbeitung in biotechnologischen Produktionsprozessen • Ausgewählte biotechnologische Produktionsprozesse (z.B. Antibiotika, Aminosäuren, therapeutische Antikörper) <p>Die Studierenden stellen in der Übungsgruppe Aufgaben vor und diskutieren im Anschluss mit Mitstudierenden und Lehrpersonal darüber.</p>
Literatur	<p>P. F. Stanbury, A. Whitaker, S. J. Hall, Principles of Fermentation Technology, 3rd. Edition, Butterworth-Heinemann, 2016.</p> <p>H. Chmiel, R. Takors, D. Weuster-Botz (Herausgeber): Bioprozeßtechnik, Springer Spektrum, 2018</p> <p>R.H. Balz et al.: Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology, 3. edition, ASM Press, 2010</p> <p>H.W. Blanch, D. Clark: Biochemical Engineering, Taylor & Francis, 1997</p> <p>P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, 2. edition, Academic Press, 2013</p> <p>V.C. Hass, R. Pörtner: Praxis der Bioprozesstechnik, Springer Spektrum, 2011</p>

Modul M1766: Vertiefungspraktikum Bioingenieurwesen				
Lehrveranstaltungen				
Titel Vertiefungspraktikum Bioingenieurwesen (L2898)		Typ Laborpraktikum	SWS 2	LP 3
Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Liese			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalt des Moduls "Biologische und biochemische Grundlagen" • Inhalt des Moduls „Molekularbiologische Grundlagen“ • Inhalt des Moduls "Bioprozesstechnik I" • Inhalt des Moduls „Bioprozesstechnik II“ 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Nach Abschluss des Moduls kennen die Studierenden,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Strategien zur Auslegung und zum Scale-up einer Produktionsanlage für einen mikrobiellen Prozess (up-stream), • die wesentlichen Merkmale typischer Bioreaktoren, um somit und geeignete Bioreaktoren für verschiedene biotechnologische Produktionsprozesse auszuwählen, • Prozessführungsstrategien für Fermentationsprozesse, • Strategien für die Optimierung von Prozessführungsstrategien, • die Besonderheiten und Lösungsansätze für verschiedene biotechnologische Produktionsprozesse. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Strategien zur Auslegung und zum Scale-up einer Produktionsanlage für einen mikrobiellen Prozess (up-stream) zu erklären und anzuwenden, • die wesentlichen Merkmale typischer Bioreaktoren zu erklären und geeignete Bioreaktoren für verschiedene biotechnologische Produktionsprozesse auszuwählen, • Prozessführungsstrategien für Fermentationsprozesse zu erklären und auszuwählen • Strategien für die Optimierung von Prozessführungsstrategien anzuwenden • die Besonderheiten und Lösungsansätze für verschiedene biotechnologische Produktionsprozesse zu verstehen und zu beschreiben. 			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, in fachlich gemischten Teams wissenschaftliche Fragestellungen zu diskutieren, ihre Ansichten dazu zu vertreten und gemeinsam an gegebenen ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu arbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer*innen in der Lage, sich selbst Wissensquellen zu erschließen und ihre Kenntnisse auf bisher unbekannte Fragestellungen anzuwenden und dies zu präsentieren.</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	Referat und Kolloquium			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2898: Vertiefungspraktikum Bioingenieurwesen	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Andreas Liese
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Die Studierenden planen in Gruppen eine Produktionsanlage für einen mikrobiellen Prozess (up-stream) unter Anwendung der Software „Bioprozesstrainer“ aus Hass & Pörtner „Praxis der Bioprozesstechnik“. Die Auslegung der Produktionsanlage soll dabei zwei große Themen verbinden: Anlagentechnik (Bioreaktoren, Art, Leistungseintrag, Begasung, Rührer, Scale-Up, etc) und Prozessführung (Prozessmodi, Fütterungsstrategien, etc).</p> <p>Die Ergebnisse werden in Kurzvorträgen zum aktuellen Stand der Arbeit und einen abschließenden Vortrag vorgestellt und in einer schriftlichen Ausarbeitung zusammengefasst.</p>
Literatur	<p>V.C. Hass, R. Pörtner: Praxis der Bioprozesstechnik, Springer Spektrum, 2011</p> <p>H. Chmiel, R. Takors, D. Weuster-Botz (Herausgeber): Bioprozesstechnik, Springer Spektrum, 2018</p>

Modul M1762: Werkstofftechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel Werkstofftechnik (L2894)		Typ Vorlesung	SWS 2	LP 3
Modulverantwortlicher	Dr. Marko Hoffmann			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine und Anorganische Chemie • Phasengleichgewichtsthermodynamik 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Für die Auslegung von verfahrenstechnischen Anlagen und Apparaten mit den dazugehörigen Rohrleitungen ist ein Grundwissen an werkstoffwissenschaftlichen Kenntnissen notwendig. Ein Schwerpunkt dieses Moduls sind daher Eisenwerkstoffe, wobei auch Polymerwerkstoffe und keramische Werkstoffe behandelt werden. Für die Werkstoffauswahl und für die Beurteilung von Korrosions- und Verschleißvorgängen ist unter anderem ein grundlegendes Verständnis des atomaren Aufbaus, des Gefügeaufbaus, der Phasenumwandlung, der Diffusion, der Zustandsdiagramme und der Legierungsbildung notwendig, dass die Studierenden in diesem einsemestrigen Modul erlangen sollen. Die Studierenden verfügen außerdem über grundlegende Kenntnisse im Bereich der mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen einschließlich der wesentlichen Methoden der Werkstoffprüfung und die in der Praxis sehr relevanten Korrosionsvorgänge. Außerdem erlangen die Studierenden Wissen über die wesentlichen Stahlsorten, die in der Verfahrenstechnik eingesetzt werden, und Wissen über die in der Praxis wichtigsten Wärmebehandlungsverfahren von Stählen im Zusammenhang mit Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubildern (ZTU-Diagrammen).</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende können geeignete Werkstoffe für die Auslegung von verfahrenstechnischen Anlagen und Apparaten auswählen. Hierbei werden die mechanischen Eigenschaften wie die Festigkeit, die Duktilität, die Zähigkeit und die Wechselfestigkeit berücksichtigt. Außerdem können Studierende Maßnahmen zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit festlegen. Neben der Festlegung von festigkeitssteigernden Maßnahmen können die Studierenden weitere Maßnahmen zur Veränderung der mechanischen Eigenschaften auswählen, beispielsweise in Form von Wärmebehandlungsverfahren.</p>			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren, angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, ihren Lernstand selbstständig einzuschätzen und ihre Schwächen und Stärken auf dem Gebiet der Werkstofftechnik zu reflektieren. Die Studierende sind außerdem in der Lage, selbstständig Informationen von fachspezifischen Publikationen herauszusuchen und diese in den Kontext der Veranstaltung zuzuordnen, z.B. beim Auswählen eines Werkstoffes für einen verfahrenstechnischen Apparat.</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2894: Werkstofftechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Marko Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Atomaufbau und Bindungen • Strukturen der Festkörper • Miller'sche Indizes, • Gitterbaufehler • Gefüge • Diffusion • Mechanische Eigenschaften • Versetzungen und Verfestigungen • Phasenumwandlungen • Zustandsdiagramme, Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm • Metallische Werkstoffe • Korrosion • Polymere Werkstoffe • Keramische Werkstoffe
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bargel, H.-J.; Schulze, G. (Hrsg.): Werkstoffkunde. Berlin u.a., Springer Vieweg, 2012. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 1. München u.a., Hanser, 2009. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 2. München u.a., Hanser, 2008. • Callister, W. D.; Rethwisch, D. G.: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: eine Einführung, Übersetzungshrsg.: Scheffler, M., 1. Auflage, Weinheim, Wiley-VCH, 2013. • Seidel, W. W., Hahn, F.: Werkstofftechnik. München u.a., Hanser, 2012.

Modul M0608: Grundlagen der Elektrotechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Grundlagen der Elektrotechnik (L0290)		Vorlesung	3	4
Grundlagen der Elektrotechnik (L0292)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Mathematik			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Studierende können Stromlaufpläne für elektrische und elektronische Schaltungen bestehend aus einer geringen Anzahl von Komponenten skizzieren und erläutern. Sie können die Funktion der grundlegenden elektrischen und elektronischen Bauelemente beschreiben und zugehörige Gleichungen darstellen. Sie können die üblichen Berechnungsmethoden demonstrieren.			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind fähig, elektrische und elektronische Schaltungen bestehend aus einer geringen Anzahl von Komponenten für Gleich- und Wechselstrom zu analysieren und ausgewählte Größen daraus zu berechnen. Sie wenden dabei die üblichen Methoden der Elektrotechnik an.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind durch die Veranstaltung in die Lage versetzt, in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Elektrotechnik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte addressatengerecht kommunizieren und verstehen die Schnittstellen zu benachbarten Disziplinen und Grenzen und Gemeinsamkeiten der ingenieursmäßigen Ansätze besser. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, eigenständig elektrische und elektronische Schaltungen für Gleich- und Wechselstrom zu analysieren und ausgewählte Größen daraus zu berechnen.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Nein 20 %	Art der Studienleistung Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Beschreibung Während des Semesters werden Hausarbeiten in Form von elektrischen Aufgaben vergeben, für die durch Simulation eine Lösung entwickelt und nachgewiesen werden muss.	
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	135 Minuten			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0290: Grundlagen der Elektrotechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Netze bei Gleichstrom: Strom, Spannung, Widerstand, Leistung, Kirchhoff'sche Regeln, Ersatzquellen, Netzwerkberechnung Wechselstrom: Kenngrößen, Effektivwert, Komplexe Rechnung, Zeigerbilder, Leistung Drehstrom: Kenngrößen, Stern-Dreieckschaltung, Leistung, Transfomator Elektronik: Wirkungsweise, Betriebsverhalten und Anwendung elektronischer Bauelemente wie Diode, Zener-Diode, Thyristor, Transistor, Operationsverstärker
Literatur	Alexander von Weiss, Manfred Krause: "Allgemeine Elektrotechnik"; Viweg-Verlag, Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 309 Ralf Kories, Heinz Schmitt - Walter: "Taschenbuch der Elektrotechnik"; Verlag Harri Deutsch; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 122 "Grundlagen der Elektrotechnik" - andere Autoren

Lehrveranstaltung L0292: Grundlagen der Elektrotechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern, Weitere Mitarbeiter
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Bearbeiten von Übungsaufgaben, die die Analyse von Schaltungen und die Berechnung von elektrischen Größen beinhalten zu den Themen: Netze bei Gleichstrom: Strom, Spannung, Widerstand, Leistung, Kirchhoff'sche Regeln, Ersatzquellen, Netzwerkberechnung Wechselstrom: Kenngrößen, Effektivwert, Komplexe Rechnung, Zeigerbilder, Leistung Drehstrom: Kenngrößen, Stern-Dreieckschaltung, Leistung, Transfomator Elektronik: Wirkungsweise, Betriebsverhalten und Anwendung elektronischer Bauelemente wie Diode, Zener-Diode, Thyristor, Transistor, Operationsverstärker
Literatur	Alexander von Weiss, Manfred Krause: "Allgemeine Elektrotechnik"; Viweg-Verlag, Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 309 Ralf Kories, Heinz Schmitt - Walter: "Taschenbuch der Elektrotechnik"; Verlag Harri Deutsch; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 122 "Grundlagen der Elektrotechnik" - andere Autoren

Modul M1498: Praxis in der Verfahrenstechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Praktische Tätigkeiten in der Verfahrenstechnik (L2271)		Projektseminar	2	2
Vorträge zur Praxis in der Verfahrenstechnik (L2272)		Seminar	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Irina Smirnova			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	keine			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • einen Überblick über ausgesuchte Themenfelder der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik zu geben, • einige Arbeitsmethoden für verschiedene Teilgebiete der Verfahrenstechnik zu erklären. 			
<i>Fertigkeiten</i>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • eine schriftliche Kurzzusammenfassung zu einem Verfahrenstechnischen Themenfeld anzufertigen • ein Themenfeld in einem Kurzreferat kurz vorzustellen und zu diskutieren • mit Hilfe von Hinweisen eigenständig typische verfahrenstechnische und biotechnologische Prozesse grob zu beschreiben. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> • in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren, • angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihren Lernstand selbstständig einzuschätzen und ihre Schwächen und Stärken auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik zu reflektieren.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	1 DIN A4 Seite als Bericht abzugeben beim Modulverantwortlichen + Referat am Ende des Sem.			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2271: Praktische Tätigkeiten in der Verfahrenstechnik	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD V
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Folgende Tätigkeiten können Studierenden angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> • Praktika in der Industrie (z.B. auch in den Semesterferien) • Abgeschlossene praktische Projekte mit Konstruktions- und Werkstatttätigkeit (Grundpraktikum) an Instituten der VT • Tätigkeiten an Versuchsanlagen in Instituten der VT • Eigenes Projekt in Studierendenwerkstatt • Kleine Projekte im FabLab
Literatur	

Lehrveranstaltung L2272: Vorträge zur Praxis in der Verfahrenstechnik	
Typ	Seminar
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD V
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Folgende Veranstaltungen können als Vortrag angerechnet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ringvorlesungen • VT-Kolloquien • Mastervorträge <p>Für nähere Informationen s. https://www.tuhh.de/verfahrenstechnik/lehre.html</p>
Literatur	

Modul M1770: Bioinformatik				
Lehrveranstaltungen				
Titel Bioinformatik (L2899)		Typ Seminar	SWS 2	LP 3
Modulverantwortlicher	Prof. Johannes Gescher			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<p>Studierende sollten mit den Grundlagen der Molekularbiologie und Genetik vertraut sein, und Kenntnisse zur mikrobiellen Kultivierung besitzen.</p> <p>Vorteilhaft sind darüber hinaus ein Vorwissen zu DNA Sequenziertechnologien und dem Stammbaum des Lebens. Außerdem hilfreich sind erste Erfahrungen zur Kommandozeilenbasierten Computereingabe.</p>			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p>Wissen Im Laufe des Kurses erlangen die Studierenden Kenntnisse über verschiedene Anwendungsfelder der DNA Sequenziertechnologien, welches Potenzial in bisher uncharakterisierten mikrobiellen Stoffwechselwegen liegt, wie sich die Lebensformen im Metabolismus von Mikroben unterscheiden und welche Vorteile im Wachstum mikrobieller Gemeinschaften liegen.</p> <p>Fertigkeiten Am Ende des Seminars sind die Teilnehmenden mit den Grundlagen der Kommandozeilennutzung und mit den Schwierigkeiten im Umgang mit großen Datensätzen vertraut. Konkret werden Methoden zur Auswertung von Sequenzierdaten geübt und die Interpretation zur Charakterisierung mikrobieller Systeme.</p> <p>Im Kurs behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genomsequenzierung auf einem MinION • De novo Genom Assemblierung • Metagenom Analysen • Funktionelle und taxonomische Annotation von Gensequenzen • Erstellung phylogenetischer Stammbäume • Darstellung metabolischer Stoffwechselwege • Genomemining • Proteinstrukturanalysen 			
Personale Kompetenzen	<p>Sozialkompetenz Aufgaben werden in Gruppen bearbeitet. Wobei eine übersichtliche Darstellung der verwendeten Parameter, Methoden und Zwischenergebnisse zur Kommunikation in der Gruppe gewählt werden muss.</p> <p>Selbstständigkeit Die Studierenden sind in der Lage, ihre Erkenntnisse aus den bearbeiteten Teilaufgaben in einem Bericht zusammenzufassen.</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	Referat und Kolloquium			
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht</p> <p>Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht</p>			

Lehrveranstaltung L2899: Bioinformatik	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Johannes Gescher
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Methoden zur Auswertung von DNA Sequenzierdaten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ablauf einer Genomsequenzierung auf einem MinION • De novo Genom Assemblierung • Metagenom Analysen • Funktionelle und taxonomische Annotation von Gensequenzen • Erstellung phylogenetischer Stammbäume • Darstellung metabolischer Stoffwechselwege • Genomemining • Proteinstrukturanalysen
Literatur	Relevante Literatur wird im Kurs zur Verfügung gestellt.

Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre				
Lehrveranstaltungen				
Titel	Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (L0880) Übung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (GÜ) (L0882)	Typ	SWS	LP
		Vorlesung Gruppenübung	3 2	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Lüthje			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulkenntnisse in Mathematik und Wirtschaft			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können...			
	<ul style="list-style-type: none"> grundlegende Begriffe und Kategorien aus dem Bereich Wirtschaft und Management benennen und erklären grundlegende Aspekte wettbewerblichen Unternehmertums beschreiben (Betrieb und Unternehmung, betrieblicher Zielbildungsprozess) wesentliche betriebliche Funktionen erläutern, insb. Funktionen der Wertschöpfungskette (z.B. Produktion und Beschaffung, Innovationsmanagement, Absatz und Marketing) sowie Querschnittsfunktionen (z.B. Organisation, Personalmanagement, Supply Chain Management, Informationsmanagement) und die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten benennen Grundlagen der Unternehmensplanung (Entscheidungstheorie, Planung und Kontrolle) wie auch spezielle Planungsaufgaben (z.B. Projektplanung, Investition und Finanzierung) erläutern Grundlagen des Rechnungswesens erklären (Buchführung, Bilanzierung, Kostenrechnung, Controlling) 			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können			
	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmensziele definieren und in ein Zielsystem einordnen sowie Zielsysteme strukturieren Organisations- und Personalstrukturen von Unternehmen analysieren Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko zur Lösung von entsprechenden Problemen anwenden Produktions- und Beschaffungssysteme sowie betriebliche Informationssysteme analysieren und einordnen Einfache preispolitische und weitere Instrumente des Marketing analysieren und anwenden Grundlegende Methoden der Finanzmathematik auf Investitions- und Finanzierungsprobleme anwenden Die Grundlagen der Buchhaltung, Bilanzierung, Kostenrechnung und des Controlling erläutern und Methoden aus diesen Bereichen auf einfache Problemstellungen anwenden. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage			
	<ul style="list-style-type: none"> sich im Team zu organisieren und ein Projekt aus dem Bereich Entrepreneurship gemeinsam zu bearbeiten und einen Projektbericht zu erstellen erfolgreich problemlösungsorientiert zu kommunizieren respektvoll und erfolgreich zusammenzuarbeiten 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage			
	<ul style="list-style-type: none"> Ein Projekt in einem Team zu bearbeiten und einer Lösung zuzuführen unter Anleitung einen Projektbericht zu verfassen 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	mehrere schriftliche Leistungen über das Semester verteilt plus finaler Test (90 Minuten)			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Umwelt: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Verkehr und Mobilität: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energiesysteme / Regenerative Energien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht			

Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht
Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Wassertechnologien: Wahlpflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Materialien in den Ingenieurwissenschaften: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Theoretischer Maschinenbau: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Mechatronik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht
Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht
Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0880: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Meyer, Prof. Christian Lüthje, Prof. Christian Ringle, Prof. Christian Thies, Prof. Christoph Ihl, Prof. Kathrin Fischer, Prof. Moritz Göldner, Prof. Thomas Wrona, Prof. Thorsten Blecker, Prof. Tim Schweisfurth, Prof. Wolfgang Kersten
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Abgrenzung der BWL von der VWL und die Gliederungsmöglichkeiten der BWL • Wichtige Definitionen aus dem Bereich Management und Wirtschaft • Die wichtigsten Unternehmensziele und ihre Einordnung sowie (Kern-) Funktionen der Unternehmung • Die Bereiche Produktion und Beschaffungsmanagement, der Begriff des Supply Chain Management und die Bestandteile einer Supply Chain • Die Definition des Begriffs Information, die Organisation des Informations- und Kommunikations (IuK)-Systems und Aspekte der Datensicherheit; Unternehmensstrategie und strategische Informationssysteme • Der Begriff und die Bedeutung von Innovationen, insbesondere Innovationschancen, -risiken und Prozesse • Die Bedeutung des Marketing, seine Aufgaben, die Abgrenzung von B2B- und B2C-Marketing • Aspekte der Marketingforschung (Marktportfolio, Szenario-Technik) sowie Aspekte der strategischen und der operativen Planung und Aspekte der Preispolitik • Die grundlegenden Organisationsstrukturen in Unternehmen und einige Organisationsformen • Grundzüge des Personalmanagements • Die Bedeutung der Planung in Unternehmen und die wesentlichen Schritte eines Planungsprozesses • Die wesentlichen Bestandteile einer Entscheidungssituation sowie Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko • Grundlegende Methoden der Finanzmathematik • Die Grundlagen der Buchhaltung, der Bilanzierung und der Kostenrechnung • Die Bedeutung des Controlling im Unternehmen und ausgewählte Methoden des Controlling • Die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten <p>Neben der Vorlesung, die die Fachinhalte vermittelt, erarbeiten die Studierenden selbstständig in Gruppen einen Business-Plan für ein Gründungsprojekt. Dafür wird auch das wissenschaftliche Arbeiten und Schreiben gezielt unterstützt.</p>
Literatur	<p>Bamberg, G., Coenenberg, A.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 14. Aufl., München 2008</p> <p>Eisenführ, F., Weber, M.: Rationales Entscheiden, 4. Aufl., Berlin et al. 2003</p> <p>Heinhold, M.: Buchführung in Fallbeispielen, 10. Aufl., Stuttgart 2006.</p> <p>Kruschwitz, L.: Finanzmathematik. 3. Auflage, München 2001.</p> <p>Pellens, B., Fülbier, R. U., Gassen, J., Sellhorn, T.: Internationale Rechnungslegung, 7. Aufl., Stuttgart 2008.</p> <p>Schweitzer, M.: Planung und Steuerung, in: Bea/Friedl/Schweitzer: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2: Führung, 9. Aufl., Stuttgart 2005.</p> <p>Weber, J., Schäffer, U.: Einführung in das Controlling, 12. Auflage, Stuttgart 2008.</p> <p>Weber, J./Weißenberger, B.: Einführung in das Rechnungswesen, 7. Auflage, Stuttgart 2006.</p>

Lehrveranstaltung L0882: Übung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (GÜ)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Lüthje
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>In dieser Übung entwickeln Studierende Kenntnisse und Fähigkeiten dazu, was es bedeutet, eine Idee für ein neues Produkt oder einen neuen Service in eine reale Geschäftsidee zu verwandeln und ein Start-up zu gründen. Die Studierenden arbeiten in wöchentlichen Gruppenübungen zusammen und entwickeln in Teams von bis zu fünf Personen eine Geschäftsidee. Abschließend präsentieren sie ihre ausgearbeiteten Geschäftsideen in Form einer Abschlusspräsentation und eines dazugehörigen Pitch-Decks.</p> <p>Warum dieser Kurs essenziell ist:</p> <p>Viele Studierende entwickeln im Laufe ihres Studiums Ideen für neue Produkte oder Services. Diese Übung gibt ihnen die Werkzeuge und das Basiswissen an die Hand, diese Ideen in die Realität umzusetzen. Im Zuge dessen lernen die Studierenden, kreativ, strukturiert und im Team zusammenzuarbeiten.</p> <p>Inhalt:</p> <p>In zehn wöchentlichen Gruppenübungen arbeiten die Studierenden anhand folgender Schlüsselfragen eine Geschäftsidee aus:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie generiert man eine relevante und tragfähige Geschäftsidee? 2. Wie entwickelt man aus einer Geschäftsidee ein Geschäftsmodell? 3. Wie schätzt man den Markt und potenzielle Kunden für ein bestimmtes Produkt oder einen Service ein? 4. Wie entwickelt man eine Absatz- und Distributionsstrategie? 5. Wie kann man Investoren von einer Geschäftsidee und einem Geschäftsmodell überzeugen, um Finanzierung zu erlangen? <p>Was Sie lernen werden:</p> <p>Am Ende dieser Übung haben Sie einen Überblick darüber erhalten, was es bedeutet, ein Start-up zu gründen und welche Schritte dazu notwendig sind. Darüber hinaus werden Sie gelernt haben, Ihr theoretisches Wissen in praktische Geschäftsideen und Geschäftsmodelle umzuwandeln. Im Zuge dessen werden Sie Fähigkeiten in Bezug auf Teamarbeit erlangt haben.</p>
Literatur	Relevante Literatur aus der korrespondierenden Vorlesung.

Modul M1769: Regulatorische Aspekte bei biologischen Arbeitsstoffen				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Regulatorische Aspekte bei biologischen Arbeitsstoffen (L2865)		Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Anna-Lena Heins			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	1. Fachwissen zum generellen Betrieb von industriellen Chemie- und Bioprozessen 2. Kenntnis von biologischen Zusammenhängen und Stoffgruppen 3. Erfahrung mit der Handhabung von Gefahrstoffen, welche z.B. in Laborexperimenten erworben wurden			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
Wissen	Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung "Regulatorische Aspekte bei biologischen Arbeitsstoffen" können die Studierenden - den rechtlichen Rahmen biotechnologischer und chemischer Arbeiten erklären, - Auszüge aus z.B. Arbeitsschutzgesetz, Biostoffverordnung, Infektionsschutzgesetz, Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Gentechnikgesetz, Stammzellgesetz, Embryonenschutzgesetz veranschaulichen, - gentechnische Arbeiten und Ausstattung von biotechnologischen Genlaboren gemäß Sicherheitsstufen zuordnen, - current Good Manufacturing Practice (cGMP) mit Bezug zum EU-GMP Leitfaden sowie internationale Verordnungen und Guidelines für Biopharmazeutika (ICH Guidelines) zuordnen.			
Fertigkeiten	Die Studierenden können biotechnologische Arbeiten mit natürlichen und gentechnisch veränderten Organismen anhand der rechtlichen Rahmenbedingungen umfassend bewerten.			
Personale Kompetenzen				
Sozialkompetenz	Die vermittelten Kenntnisse bereiten die Studierenden auf die selbständige und gewissenhafte Einschätzung von rechtlichen Fragestellungen, insbesondere in der biotechnologischen Arbeitswelt, vor.			
Selbstständigkeit	Die Studierenden können die eigenen Arbeiten verantwortungsbewusst ausrichten und in Kenntnis der rechtlichen Situation durchzuführen und Kolleg*innen bei der Einschätzung der rechtlichen Situation unterstützen.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2865: Regulatorische Aspekte bei biologischen Arbeitsstoffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Johannes Möller
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Diese Lehrveranstaltung behandelt die rechtlichen Rahmenbedingungen biotechnologischer und chemischer Arbeiten. Anhand von Auszügen der zu berücksichtigenden Gesetze und Verordnungen (z.B. Arbeitsschutzgesetz, Biostoffverordnung, Gentechnikgesetz u.a.) werden die rechtlichen Rahmenbedingungen eruiert. Zusätzlich werden Anforderungen an die Sicherheitseinstufungen gentechnischer Arbeiten und die Ausstattung von Laboren für gentechnische Arbeiten dargestellt. Weiterhin werden nationale und internationale Anforderungen an die Arzneimittelherstellung mit industriellem Bezug diskutiert.
Literatur	Die zum Zeitpunkt der Vorlesung gültigen Gesetze werden in der Vorlesung dargestellt und bekanntgegeben.

Fachmodule der Vertiefung Chemieingenieurwesen

Modul M1715: Regenerative Energien							
Lehrveranstaltungen							
Titel		Typ	SWS	LP			
Kraftstoffe II (L3143)		Vorlesung	1	1			
Regenerative Energien I (L2740)		Vorlesung	2	2			
Regenerative Energien I (L2742)		Hörsaalübung	1	1			
Regenerative Energien II (L2741)		Vorlesung	2	2			
Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	keine						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz	<i>Wissen</i>	Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden einen Überblick über Charakteristiken von erneuerbaren Energiesystemen geben. Dabei können sie die darin auftretenden Fragestellungen erläutern. Des Weiteren können sie Kenntnisse zur Energiebereitstellung, Energieverteilung und Energiehandel unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte in diesem Zusammenhang erläutern. Die Studierenden können diese Kenntnisse detailliert für derartige Energiesysteme erläutern und kritisch Stellung dazu beziehen. Ferner können sie die Umweltauswirkungen durch die Nutzung von regenerativen Energiesystemen erläutern und haben einen Überblick über die ökonomische Einordnung der jeweiligen Optionen.					
	<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage Methodiken zur Bestimmung von Energienachfrage oder Energiebereitstellung auf verschiedene Arten von erneuerbaren Energiesystemen anzuwenden. Des Weiteren können sie derartige Energiesysteme technisch, ökologisch und ökonomisch sowie systemisch bewerten und unter bestimmten gegebenen Voraussetzungen auch konzipieren. Die dafür nötigen Vorschriften können sie fachspezifisch, vor allem durch nicht standardisierte Lösungen eines Problems, auswählen. Die Studierenden sind in der Lage Fragestellungen aus dem Fachgebiet und Ansätze zu dessen Bearbeitung mündlich zu erläutern und in den jeweiligen Zusammenhang einzuordnen.					
Personale Kompetenzen	<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, geeignete technische Alternativen zu untersuchen und letztlich auch anhand technischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien - und damit unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu bewerten, um so einen wirksamen Beitrag zu einer nachhaltigeren und zukunftsfähigeren Energieversorgung leisten zu können.					
	<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über das Fachgebiet erschließen, Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren.					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84						
Leistungspunkte	6						
Studienleistung	Keine						
Prüfung	Klausur						
Prüfungsdauer und -umfang	180 min						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Green Technologies: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Verkehr und Mobilität: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Umwelt: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht						

Lehrveranstaltung L3143: Kraftstoffe II	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Karsten Wilbrand
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Regulatorische Vorgaben der „alternativen“ Kraftstoffe (u. a. RED) • Überblick über heutige alternative Kraftstoffe <ul style="list-style-type: none"> ◦ Biodiesel / HEFA ◦ Bioethanol ◦ Biomethan ◦ Weitere Kraftstoffe • Überblick über zukünftige alternative Kraftstoffe <ul style="list-style-type: none"> ◦ Biokraftstoffe der 2. Generation ◦ Wasserstoff und Wasserstoffderivate ◦ Strom-basierte Kraftstoffe ◦ Weitere Kraftstoffe • Elektromobilität <ul style="list-style-type: none"> ◦ mit Batterie ◦ mit Wasserstoff-Brennstoffzelle • Märkte und Marktentwicklungen • CO₂-Analysen der verschiedenen Optionen je Einsatzbereich • Globale Megatrends und zukünftige Herausforderungen • Entwicklungen bei Fahrzeug- und Antriebstechnologien • Energieszenarien bis 2050 und Bedeutung für den Mobilitätssektor
Literatur	<p>Eigene Unterlagen, Veröffentlichungen, Fachliteratur</p> <p>Literature: Own documents, publications, technical literature</p>

Lehrveranstaltung L2740: Regenerative Energien I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Dieses Modul beinhaltet die Darstellung des erneuerbaren Energieangebots sowie eine Diskussion der jeweiligen Techniken zur Bereitstellung der gewünschten End- bzw. Nutzenergie. Konkret inkludiert dies die Möglichkeiten zur Sonnenenergienutzung zur Wärme- und Stromerzeugung (d.h. passive Sonnenenergienutzung, Solarkollektoren zur Niedertemperaturwärmebereitstellung, solarthermische Stromerzeugung, photovoltaische Stromerzeugung), die Nutzung Windenergie zur Stromerzeugung (d.h. Onshore- und Offshore-Windkraftnutzung), die Wasserkraftnutzung zur Stromerzeugung (d.h. Lauf- und Speicherwasserkraft), die Nutzung der Meeressenergie zur Stromerzeugung (u.a. Gezeitenkraftwerke) und die Nutzung der Geothermie zur Wärme- und Stromerzeugung (d.h. Nutzung der oberflächennahen Nutzung mittels Wärmepumpen, Nutzung der tiefen Geothermie zur Wärme- und/oder Stromerzeugung).
Literatur	Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A. (Hrsg.): Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; Springer, Berlin, Heidelberg, 2020, 6. Auflage

Lehrveranstaltung L2742: Regenerative Energien I	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Studierenden bearbeiten Aufgaben im Bereich der erneuerbaren Energien. Ihre Lösungsansätze präsentieren sie in der Übungsgruppe und diskutieren mit den Mitstudierenden und dem Lehrpersonal im Anschluss darüber.</p> <p>Mögliche Themen der Aufgaben sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarthermische Wärmeerzeugung • Konzentration Solarthermie • Photovoltaik • Windenergie • Wasserkraft • Wärmepumpe <p>Tiefe Geothermie</p>
Literatur	Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A. (Hrsg.): Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; Springer, Berlin, Heidelberg, 2020, 6. Auflage

Lehrveranstaltung L2741: Regenerative Energien II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Diese Vorlesung beinhaltet alle Optionen zur Energiebereitstellung aus Biomasse; dies inkludiert eine Bereitstellung von Wärme, Strom und Kraftstoffen. Dazu wird zuerst auf die jeweilige Biomasseressource und dessen Entstehung eingegangen. Anschließend wird die Biomassebereitstellung adressiert, mit der die Brücke zwischen den Biomasseanfall und der Nutzung geschlagen wird. Anschließend wird auf die unterschiedlichen Konversionsoptionen eingegangen. Dabei werden nur die Optionen vertieft dargestellt, die am Markt in Deutschland und Europa eine entsprechende Bedeutung haben. Dies beinhaltet</p> <p>(a) eine Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen in Klein- und Großanlagen</p> <p>(b) eine Stromerzeugung aus fester Biomasse über die Verbrennung</p> <p>(c) eine Biogaserzeugung aus Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen,</p> <p>(d) eine Alkoholerzeugung aus Zucker und Stärke</p> <p>(e) eine Biodieselerzeugung aus pflanzlichen Ölen.</p> <p>Besonders eingegangen wird auch auf die entsprechenden Umweltaspekte. Auch erfolgt eine ökonomische Einordnung der verschiedenen Optionen.</p>
Literatur	Unterlagen der Vorlesung

Modul M0729: Konstruktion und Apparatebau				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Konstruktion und Apparatebau (L0617)		Vorlesung	2	3
Konstruktion und Apparatebau (L0619)		Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. Marko Hoffmann			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Grundlagen Technisches Zeichnen Technische Mechanik I (Stereostatik) Technische Mechanik II (Elastostatik) Messtechnik für Chemie- und Bioingenieurwesen Grundpraktikum 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Studierende können einen Überblick über die wichtigsten Werkstoffe im technischen Einsatz, mit dem Schwerpunkt des Apparate- und Anlagenbaus, wiedergeben. Studierende können Grundkenntnisse bei der Gestaltung, Festigkeitsberechnung und Werkstoffauswahl von Apparelementen wiedergeben. Studierende können Grundkenntnisse bei der Verbindung von Apparelementen zu einem verfahrenstechnischen Apparat wiedergeben. Studierende verfügen über erste Grundkenntnisse zu den folgenden Themenbereichen: Welle-Nabe-Verbindungen, Lager, Schraubenverbindungen, Schweißverbindungen und Dichtungen <p><i>Fertigkeiten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, komplexe technische Zeichnungen zu lesen und zu interpretieren. Studierende sind in der Lage, Wanddicken von einfachen Apparelementen zu berechnen. Studierende sind in der Lage, Flanschverbindungen auszulegen. Studierende sind in der Lage, eine Grobauslegung von Rohrbündelwärmeübertragern durchzuführen. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können in Basisgruppen fachspezifische Aufgaben und kleinen Konstruktionsübungen gemeinsam bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren. 			
<i>Selbstständigkeit</i>		<ul style="list-style-type: none"> Studierende sind in der Lage, selbstständig Informationen von fachspezifischen Publikationen herauszusuchen und diese in den Kontext der Veranstaltung zuzuordnen, z.B. beim Anfertigen von technischen Zeichnungen oder beim Auswählen eines Werkstoffs für einen verfahrenstechnischen Apparat. Sie bearbeiten Ihre Hausaufgaben selbstständig, zu denen sie in ihren jeweiligen Basisgruppen Rückmeldung bekommen, um ihren Lernstand einschätzen zu können. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	5 %	Übungsaufgaben	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L0617: Konstruktion und Apparatebau	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Marko Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Begriffe • Werkstoffe in der Verfahrenstechnik • Regeln für das normgerechte Erstellen von technischen Zeichnungen und Fließbildern • Beispiele für Apparate und Apparateelemente • Normgerechtes Erstellen von technischen Zeichnungen und Fließbilder • Perspektivisches Darstellen von Rohrleitungssystemen und Apparateelementen • Kesselformeln • Spannungen und Dehnungen für den dickwandigen Hohlzylinder • Wanddickenberechnung für den dünnwandigen Hohlzylinder mit Hilfe von Festigkeitsbedingung und Festigkeitshypothesen • System Flansch-Schraube-Dichtung, Dichtungen • Welle-Nabe-Verbindungen • Lager • Schraubenverbindungen • Schweißverbindungen • Wärmeübertrager
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bargel, H.-J.; Schulze, G. (Hrsg.): Werkstoffkunde. Berlin u.a., Springer Vieweg, 2012. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 1. München u.a., Hanser, 2009. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 2. München u.a., Hanser, 2008. • Callister, W. D.; Rethwisch, D. G.: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: eine Einführung, Übersetzungshrsg.: Scheffler, M., 1. Auflage, Weinheim, Wiley-VCH, 2013. • Klapp, E.: Apparate- und Anlagentechnik, Springer, Berlin, 2002. • Tietze, W.: Taschenbuch Dichtungstechnik, Vulkan, Essen, 2005. • Titze, H., Wilke, H.-P.: Elemente des Apparatebaus, Springer, Berlin, 1992. • Schwaigerer, S., Mühlenbeck, G.: Festigkeitsberechnung im Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau, Springer, Berlin, 1997. • Seidel, W. W., Hahn, F.: Werkstofftechnik. München u.a., Hanser, 2012. • Wagner, W.: Festigkeitsberechnungen im Apparate- und Rohrleitungsbau, Würzburg, Vogel, 2007. • Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D.; Voßiek, J.: Roloff/Matek Maschinenelemente, Wiesbaden, Springer Vieweg, 22. Auflage, 2015.

Lehrveranstaltung L0619: Konstruktion und Apparatebau	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Marko Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Begriffe • Werkstoffe in der Verfahrenstechnik • Regeln für das normgerechte Erstellen von technischen Zeichnungen und Fließbildern • Beispiele für Apparate und Apparateelemente • Normgerechtes Erstellen von technischen Zeichnungen und Fließbilder • Perspektivisches Darstellen von Rohrleitungssystemen und Apparateelementen • Kesselformeln • Spannungen und Dehnungen für den dickwandigen Hohlzylinder • Wanddickenberechnung für den dünnwandigen Hohlzylinder mit Hilfe von Festigkeitsbedingung und Festigkeitshypothesen • System Flansch-Schraube-Dichtung, Dichtungen • Welle-Nabe-Verbindungen • Lager • Schraubenverbindungen • Schweißverbindungen • Wärmeübertrager
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bargel, H.-J.; Schulze, G. (Hrsg.): Werkstoffkunde. Berlin u.a., Springer Vieweg, 2012. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 1. München u.a., Hanser, 2009. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 2. München u.a., Hanser, 2008. • Callister, W. D.; Rethwisch, D. G.: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: eine Einführung, Übersetzungshrsg.: Scheffler, M., 1. Auflage, Weinheim, Wiley-VCH, 2013. • Klapp, E.: Apparate- und Anlagentechnik, Springer, Berlin, 2002. • Tietze, W.: Taschenbuch Dichtungstechnik, Vulkan, Essen, 2005. • Titze, H., Wilke, H.-P.: Elemente des Apparatebaus, Springer, Berlin, 1992. • Schwaigerer, S., Mühlenbeck, G.: Festigkeitsberechnung im Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau, Springer, Berlin, 1997. • Seidel, W. W., Hahn, F.: Werkstofftechnik. München u.a., Hanser, 2012. • Wagner, W.: Festigkeitsberechnungen im Apparate- und Rohrleitungsbau, Würzburg, Vogel, 2007. • Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D.; Voßiek, J.: Roloff/Matek Maschinenelemente, Wiesbaden, Springer Vieweg, 22. Auflage, 2015.

Modul M1762: Werkstofftechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel Werkstofftechnik (L2894)		Typ Vorlesung	SWS 2	LP 3
Modulverantwortlicher	Dr. Marko Hoffmann			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine und Anorganische Chemie • Phasengleichgewichtsthermodynamik 			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Für die Auslegung von verfahrenstechnischen Anlagen und Apparaten mit den dazugehörigen Rohrleitungen ist ein Grundwissen an werkstoffwissenschaftlichen Kenntnissen notwendig. Ein Schwerpunkt dieses Moduls sind daher Eisenwerkstoffe, wobei auch Polymerwerkstoffe und keramische Werkstoffe behandelt werden. Für die Werkstoffauswahl und für die Beurteilung von Korrosions- und Verschleißvorgängen ist unter anderem ein grundlegendes Verständnis des atomaren Aufbaus, des Gefügeaufbaus, der Phasenumwandlung, der Diffusion, der Zustandsdiagramme und der Legierungsbildung notwendig, dass die Studierenden in diesem einsemestrigen Modul erlangen sollen. Die Studierenden verfügen außerdem über grundlegende Kenntnisse im Bereich der mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen einschließlich der wesentlichen Methoden der Werkstoffprüfung und die in der Praxis sehr relevanten Korrosionsvorgänge. Außerdem erlangen die Studierenden Wissen über die wesentlichen Stahlsorten, die in der Verfahrenstechnik eingesetzt werden, und Wissen über die in der Praxis wichtigsten Wärmebehandlungsverfahren von Stählen im Zusammenhang mit Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubildern (ZTU-Diagrammen).</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende können geeignete Werkstoffe für die Auslegung von verfahrenstechnischen Anlagen und Apparaten auswählen. Hierbei werden die mechanischen Eigenschaften wie die Festigkeit, die Duktilität, die Zähigkeit und die Wechselfestigkeit berücksichtigt. Außerdem können Studierende Maßnahmen zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit festlegen. Neben der Festlegung von festigkeitssteigernden Maßnahmen können die Studierenden weitere Maßnahmen zur Veränderung der mechanischen Eigenschaften auswählen, beispielsweise in Form von Wärmebehandlungsverfahren.</p>			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren, angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, ihren Lernstand selbstständig einzuschätzen und ihre Schwächen und Stärken auf dem Gebiet der Werkstofftechnik zu reflektieren. Die Studierende sind außerdem in der Lage, selbstständig Informationen von fachspezifischen Publikationen herauszusuchen und diese in den Kontext der Veranstaltung zuzuordnen, z.B. beim Auswählen eines Werkstoffes für einen verfahrenstechnischen Apparat.</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	90 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L2894: Werkstofftechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Marko Hoffmann
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Atomaufbau und Bindungen • Strukturen der Festkörper • Miller'sche Indizes, • Gitterbaufehler • Gefüge • Diffusion • Mechanische Eigenschaften • Versetzungen und Verfestigungen • Phasenumwandlungen • Zustandsdiagramme, Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm • Metallische Werkstoffe • Korrosion • Polymere Werkstoffe • Keramische Werkstoffe
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bargel, H.-J.; Schulze, G. (Hrsg.): Werkstoffkunde. Berlin u.a., Springer Vieweg, 2012. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 1. München u.a., Hanser, 2009. • Bergmann, W.: Werkstofftechnik 2. München u.a., Hanser, 2008. • Callister, W. D.; Rethwisch, D. G.: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: eine Einführung, Übersetzungshrsg.: Scheffler, M., 1. Auflage, Weinheim, Wiley-VCH, 2013. • Seidel, W. W., Hahn, F.: Werkstofftechnik. München u.a., Hanser, 2012.

Modul M0608: Grundlagen der Elektrotechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Grundlagen der Elektrotechnik (L0290)		Vorlesung	3	4
Grundlagen der Elektrotechnik (L0292)		Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Thorsten Kern			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Mathematik			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Studierende können Stromlaufpläne für elektrische und elektronische Schaltungen bestehend aus einer geringen Anzahl von Komponenten skizzieren und erläutern. Sie können die Funktion der grundlegenden elektrischen und elektronischen Bauelemente beschreiben und zugehörige Gleichungen darstellen. Sie können die üblichen Berechnungsmethoden demonstrieren.			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind fähig, elektrische und elektronische Schaltungen bestehend aus einer geringen Anzahl von Komponenten für Gleich- und Wechselstrom zu analysieren und ausgewählte Größen daraus zu berechnen. Sie wenden dabei die üblichen Methoden der Elektrotechnik an.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind durch die Veranstaltung in die Lage versetzt, in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Elektrotechnik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte addressatengerecht kommunizieren und verstehen die Schnittstellen zu benachbarten Disziplinen und Grenzen und Gemeinsamkeiten der ingenieursmäßigen Ansätze besser. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, eigenständig elektrische und elektronische Schaltungen für Gleich- und Wechselstrom zu analysieren und ausgewählte Größen daraus zu berechnen.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus Nein 20 %	Art der Studienleistung Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Beschreibung Während des Semesters werden Hausarbeiten in Form von elektrischen Aufgaben vergeben, für die durch Simulation eine Lösung entwickelt und nachgewiesen werden muss.	
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	135 Minuten			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Produktionsmanagement und Prozesse: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung II. Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0290: Grundlagen der Elektrotechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Thorsten Kern
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Netze bei Gleichstrom: Strom, Spannung, Widerstand, Leistung, Kirchhoff'sche Regeln, Ersatzquellen, Netzwerkberechnung Wechselstrom: Kenngrößen, Effektivwert, Komplexe Rechnung, Zeigerbilder, Leistung Drehstrom: Kenngrößen, Stern-Dreieckschaltung, Leistung, Transfomator Elektronik: Wirkungsweise, Betriebsverhalten und Anwendung elektronischer Bauelemente wie Diode, Zener-Diode, Thyristor, Transistor, Operationsverstärker
Literatur	Alexander von Weiss, Manfred Krause: "Allgemeine Elektrotechnik"; Viweg-Verlag, Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 309 Ralf Kories, Heinz Schmitt - Walter: "Taschenbuch der Elektrotechnik"; Verlag Harri Deutsch; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 122 "Grundlagen der Elektrotechnik" - andere Autoren

Lehrveranstaltung L0292: Grundlagen der Elektrotechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Thorsten Kern, Weitere Mitarbeiter
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Bearbeiten von Übungsaufgaben, die die Analyse von Schaltungen und die Berechnung von elektrischen Größen beinhalten zu den Themen: Netze bei Gleichstrom: Strom, Spannung, Widerstand, Leistung, Kirchhoff'sche Regeln, Ersatzquellen, Netzwerkberechnung Wechselstrom: Kenngrößen, Effektivwert, Komplexe Rechnung, Zeigerbilder, Leistung Drehstrom: Kenngrößen, Stern-Dreieckschaltung, Leistung, Transfomator Elektronik: Wirkungsweise, Betriebsverhalten und Anwendung elektronischer Bauelemente wie Diode, Zener-Diode, Thyristor, Transistor, Operationsverstärker
Literatur	Alexander von Weiss, Manfred Krause: "Allgemeine Elektrotechnik"; Viweg-Verlag, Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 309 Ralf Kories, Heinz Schmitt - Walter: "Taschenbuch der Elektrotechnik"; Verlag Harri Deutsch; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 122 "Grundlagen der Elektrotechnik" - andere Autoren

Modul M1498: Praxis in der Verfahrenstechnik				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Praktische Tätigkeiten in der Verfahrenstechnik (L2271)		Projektseminar	2	2
Vorträge zur Praxis in der Verfahrenstechnik (L2272)		Seminar	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Irina Smirnova			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	keine			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • einen Überblick über ausgesuchte Themenfelder der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik zu geben, • einige Arbeitsmethoden für verschiedene Teilgebiete der Verfahrenstechnik zu erklären. 			
<i>Fertigkeiten</i>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • eine schriftliche Kurzzusammenfassung zu einem Verfahrenstechnischen Themenfeld anzufertigen • ein Themenfeld in einem Kurzreferat kurz vorzustellen und zu diskutieren • mit Hilfe von Hinweisen eigenständig typische verfahrenstechnische und biotechnologische Prozesse grob zu beschreiben. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> • in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren, • angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihren Lernstand selbstständig einzuschätzen und ihre Schwächen und Stärken auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik zu reflektieren.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42			
Leistungspunkte	3			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	1 DIN A4 Seite als Bericht abzugeben beim Modulverantwortlichen + Referat am Ende des Sem.			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht			

Lehrveranstaltung L2271: Praktische Tätigkeiten in der Verfahrenstechnik	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD V
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Folgende Tätigkeiten können Studierenden angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> • Praktika in der Industrie (z.B. auch in den Semesterferien) • Abgeschlossene praktische Projekte mit Konstruktions- und Werkstatttätigkeit (Grundpraktikum) an Instituten der VT • Tätigkeiten an Versuchsanlagen in Instituten der VT • Eigenes Projekt in Studierendenwerkstatt • Kleine Projekte im FabLab
Literatur	

Lehrveranstaltung L2272: Vorträge zur Praxis in der Verfahrenstechnik	
Typ	Seminar
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD V
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Folgende Veranstaltungen können als Vortrag angerechnet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ringvorlesungen • VT-Kolloquien • Mastervorträge <p>Für nähere Informationen s. https://www.tuhh.de/verfahrenstechnik/lehre.html</p>
Literatur	

Modul M1768: Grundlagen der Chemischen Kinetik							
Lehrveranstaltungen							
Titel	Grundlagen der Chemischen Kinetik (L2895) Grundlagen der Chemischen Kinetik (L3433)	Typ	SWS	LP			
		Vorlesung	1	2			
		Hörsaalübung	1	1			
Modulverantwortlicher	Prof. Raimund Horn						
Zulassungsvoraussetzungen	Keine						
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen und Ausgleichen von Chemischen Reaktionsgleichungen • Grundkenntnisse der Stöchiometrie • Grundkenntnisse der Chemischen Thermodynamik, insbesondere des Chemischen Gleichgewichts • Grundkenntnisse der Messtechnik (Temperaturmessung, Druckmessung, Messung von Konzentrationen) • Grundkenntnisse der Chemischen Reaktionstechnik (Plug Flow Reaktor, Batch Reaktor, kontinuierlicher Rührkessel) • Aufstellen und Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen (analytisch (Partialbruchzerlegung, integrierender Faktor etc.), numerisch (Solver, Steifheit etc.)) 						
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht						
Fachkompetenz							
Wissen	Studierende	<ul style="list-style-type: none"> • können die Grundbegriffe der Chemischen Kinetik erklären (Geschwindigkeit einer Chemischen Reaktion, Stoffmengenänderungsgeschwindigkeit der Chemischen Spezies, reversible und irreversible Reaktionen, Reaktionsordnung, Geschwindigkeitskonstante, Aktivierungsenergie, Elementarschritt, Reaktionskoordinate, Reaktionsmechanismus, geschwindigkeitsbestimmender Schritt, Arrhenius Gleichung, etc.) • können experimentelle Methoden benennen und erklären wie man die Kinetik chemischer Reaktionen auf ganz verschiedenen Zeitskalen im Labor messen kann • können typische Konzentrationsverläufe von Parallel-, Konsekutiv- und Gleichgewichtsreaktionen erkennen und aufzeichnen • kennen die differentielle und integrale Methode der kinetischen Analyse und die Methode der Halbwertszeiten • kennen die typische Form von Geschwindigkeitsgesetzen von Reaktionen in homogener Phase und an festen Katalysatoren • wissen was oszillierende Reaktionen sind und was die Ursache der zeitlichen und räumlichen Oszillation ist 					
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeitsgesetze chemischer Reaktionen aufzustellen und analytisch bzw. numerisch zu integrieren • chemische Quell- und Senkterme in Modellen Chemischer Reaktoren zu integrieren und mit der Kinetik der chemischen Reaktionen zu koppeln • kinetische Messungen zu planen und durchzuführen • kinetische Parameter aus Messdaten zu bestimmen (Reaktionsordnungen, Vorfaktoren, Aktivierungsenergien) • Reaktionsnetzwerke aufzustellen und mit Werkzeugen wie der Sensitivitätsanalyse und Reaktionspfadanalyse zu vereinfachen • aus Reaktionsmechanismen für heterogen katalysierte Reaktionen nach der Methode von Langmuir Hinshelwood Hougen Watson Geschwindigkeitsgesetze abzuleiten 					
Personale Kompetenzen							
Sozialkompetenz	Die Studierenden	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig in einer interdisziplinären Kleingruppe Lösungsansätze und Probleme im Bereich der Chemischen Kinetik zu diskutieren • Können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse innerhalb der Gruppe in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während Kleintruppenübungen) sowie • sind in der Lage, Lösungen zu Übungsaufgaben, die sie eigenständig erarbeitet haben, mündlich zu erläutern und zu präsentieren und auch selbst weitergehende Fragen zu entwickeln und zu stellen. 					
Selbstständigkeit	Die Studierenden	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig weitführende Literatur zum Thema zu beschaffen sich Wissen daraus zu erschließen, • sind in der Lage, selbstständig Aufgaben zum Thema zu lösen und anhand des gegebenen Feedbacks ihren Lernstand einzuschätzen. 					
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28						
Leistungspunkte	3						
Studienleistung	Keine						
Prüfung	Klausur						
Prüfungsdauer und -umfang	60 min						
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Chemical and Bioprocess Engineering, Schwerpunkt Chemical Engineering: Pflicht						

Lehrveranstaltung L2895: Grundlagen der Chemischen Kinetik	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Raimund Horn
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Grundbegriffe der Chemischen Kinetik (Reaktionsgeschwindigkeit, Speziesänderungsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitskonstante, Reaktionsordnung, Aktivierungsenergie, reversible und irreversible Reaktionen, homogene und heterogene Reaktionen, Elementarschritt, Molekularität, Reaktionskoordinate, Reaktionsmechanismus, Quasi-Stationarität, Bodenstein Prinzip)</p> <p>Messung von kinetischen Daten im Labor auf Zeitskalen von Tagen bis Femtosekunden (Klassische Reaktorexperimente, Stopped-Flow Methode, Flash-Photolyse, Stoßwellenrohr, Relaxationsmethoden, Femtochemie, Molekularstrahlen, Pump-Probe Experimente)</p> <p>Kinetik einfacher Reaktionen (0. Ordnung, 1. Ordnung, 2. Ordnung, 3. Ordnung, differentielle und integrierte Geschwindigkeitsgesetze, Integration von Geschwindigkeitsgesetzen durch Partialbruchzerlegung), Halbwertszeiten, Radiocarbon-Methode, Differentielle Kinetische Analyse, Integrale Kinetische Analyse, Isolationsmethode, Methode der Anfangsreaktionsgeschwindigkeit, Parameterschätzung kinetischer Modelle durch lineare und nichtlineare Anpassung an experimentelle Daten</p> <p>Kinetik komplexer Reaktionen (Parallelreaktionen, reversible Reaktionen, konsekutive Reaktionen, konsekutive Reaktionen mit vorgelagertem Gleichgewicht), Auswirkung der Kinetik auf Produktselektivität und Ausbeute, Integration der auftretenden inhomogenen gewöhnlichen Differentialgleichungen mit integrierenden Faktoren.</p> <p>Numerisches Lösen kinetischer Differentialgleichungen, Steifheit kinetischer Differentialgleichungen, Konvergenzverhalten expliziter und impliziter Solver, Unterschied zwischen Genauigkeit und Stabilität, mathematische Formulierung komplexer kinetischer Reaktionsnetzwerke, numerische Implementierung in Matlab, Lotka-Volterra Modell, Benutzung von impliziten und expliziten Solvoren in Matlab.</p> <p>Beispiele für und Umgang mit komplexen Reaktionsnetzwerken, Radikalkettenreaktionen (verzweigt und unverzweigt), Sensitivitätsanalyse, Reduktion und Einbindung komplexer Kinetiken in Reaktorsimulationen, Reaktionspfadanalyse, Eigenwertanalyse kinetischer Systeme, stabile und instabile Lösungen, Chemische Oszillationen, Belousov-Zhabotinskii Reaktion (mathematische Analyse, chemischer Mechanismus und Ursache der Oszillation, experimentelle Durchführung)</p> <p>Kinetik heterogen katalysierter Reaktionen, Langmuir-Hinshelwood-Hougen-Watson Geschwindigkeitsgesetze, Vereinfachung von LHHW Gleichungen, Reaktionsordnungen und scheinbare Aktivierungsenergien bei heterogen katalytischen Reaktionen</p> <p>Theorie Chemischer Reaktionen und theoretische Berechnung von Geschwindigkeitskonstanten, kinetische Gastheorie, Maxwell-Boltzmann Energie- und Geschwindigkeitsverteilung, Berechnungen von Kollisionsfrequenzen, einfache Stoßtheorie, modifizierte Stoßtheorie, Theorie des Übergangszustandes, Zustandssummen, Eyring Gleichung.</p>
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chemical Kinetics and Catalysis, R. I. Masel, Wiley Interscience 2. Chemical Kinetics and Reaction Dynamics, P. L. Houston, Dover 3. Chemical Kinetics, K. J. Laidler, Harper & Row 4. Reaction Kinetics, M. J. Pilling, P. W. Seakins, Oxford Science Publications 5. Kinetics and Mechanism, J. W. Moore, R. G. Pearson, John Wiley & Sons 6. Chemical Kinetics and Dynamics, J. I. Steinfeld, J. S. Francisco, W. L. Hase, Prentice Hall 7. Chemically Reacting Flow, R. J. Kee, M. E. Coltrin, P. Glarborg, Wiley Interscience 8. The Foundation of Chemical Kinetics, S. W. Benson, Kriger Publishing Company

Lehrveranstaltung L3433: Grundlagen der Chemischen Kinetik	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Raimund Horn
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre				
Lehrveranstaltungen				
Titel	Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (L0880) Übung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (GÜ) (L0882)	Typ	SWS	LP
		Vorlesung Gruppenübung	3 2	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Lüthje			
Zulassungsvoraussetzungen	Keine			
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulkenntnisse in Mathematik und Wirtschaft			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können...			
	<ul style="list-style-type: none"> grundlegende Begriffe und Kategorien aus dem Bereich Wirtschaft und Management benennen und erklären grundlegende Aspekte wettbewerblichen Unternehmertums beschreiben (Betrieb und Unternehmung, betrieblicher Zielbildungsprozess) wesentliche betriebliche Funktionen erläutern, insb. Funktionen der Wertschöpfungskette (z.B. Produktion und Beschaffung, Innovationsmanagement, Absatz und Marketing) sowie Querschnittsfunktionen (z.B. Organisation, Personalmanagement, Supply Chain Management, Informationsmanagement) und die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten benennen Grundlagen der Unternehmensplanung (Entscheidungstheorie, Planung und Kontrolle) wie auch spezielle Planungsaufgaben (z.B. Projektplanung, Investition und Finanzierung) erläutern Grundlagen des Rechnungswesens erklären (Buchführung, Bilanzierung, Kostenrechnung, Controlling) 			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können			
	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmensziele definieren und in ein Zielsystem einordnen sowie Zielsysteme strukturieren Organisations- und Personalstrukturen von Unternehmen analysieren Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko zur Lösung von entsprechenden Problemen anwenden Produktions- und Beschaffungssysteme sowie betriebliche Informationssysteme analysieren und einordnen Einfache preispolitische und weitere Instrumente des Marketing analysieren und anwenden Grundlegende Methoden der Finanzmathematik auf Investitions- und Finanzierungsprobleme anwenden Die Grundlagen der Buchhaltung, Bilanzierung, Kostenrechnung und des Controlling erläutern und Methoden aus diesen Bereichen auf einfache Problemstellungen anwenden. 			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage			
	<ul style="list-style-type: none"> sich im Team zu organisieren und ein Projekt aus dem Bereich Entrepreneurship gemeinsam zu bearbeiten und einen Projektbericht zu erstellen erfolgreich problemlösungsorientiert zu kommunizieren respektvoll und erfolgreich zusammenzuarbeiten 			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage			
	<ul style="list-style-type: none"> Ein Projekt in einem Team zu bearbeiten und einer Lösung zuzuführen unter Anleitung einen Projektbericht zu verfassen 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	mehrere schriftliche Leistungen über das Semester verteilt plus finaler Test (90 Minuten)			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Umwelt: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Verkehr und Mobilität: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemieingenieurwesen: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Biotechnologien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energiesysteme / Regenerative Energien: Wahlpflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht			

Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Maritime Technologien: Wahlpflicht
Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Vertiefung Wassertechnologien: Wahlpflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Biomechanik: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Materialien in den Ingenieurwissenschaften: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Theoretischer Maschinenbau: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Pflicht
Maschinenbau: Vertiefung Mechatronik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht
Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht
Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht
Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0880: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Meyer, Prof. Christian Lüthje, Prof. Christian Ringle, Prof. Christian Thies, Prof. Christoph Ihl, Prof. Kathrin Fischer, Prof. Moritz Göldner, Prof. Thomas Wrona, Prof. Thorsten Blecker, Prof. Tim Schweisfurth, Prof. Wolfgang Kersten
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Abgrenzung der BWL von der VWL und die Gliederungsmöglichkeiten der BWL • Wichtige Definitionen aus dem Bereich Management und Wirtschaft • Die wichtigsten Unternehmensziele und ihre Einordnung sowie (Kern-) Funktionen der Unternehmung • Die Bereiche Produktion und Beschaffungsmanagement, der Begriff des Supply Chain Management und die Bestandteile einer Supply Chain • Die Definition des Begriffs Information, die Organisation des Informations- und Kommunikations (IuK)-Systems und Aspekte der Datensicherheit; Unternehmensstrategie und strategische Informationssysteme • Der Begriff und die Bedeutung von Innovationen, insbesondere Innovationschancen, -risiken und Prozesse • Die Bedeutung des Marketing, seine Aufgaben, die Abgrenzung von B2B- und B2C-Marketing • Aspekte der Marketingforschung (Marktportfolio, Szenario-Technik) sowie Aspekte der strategischen und der operativen Planung und Aspekte der Preispolitik • Die grundlegenden Organisationsstrukturen in Unternehmen und einige Organisationsformen • Grundzüge des Personalmanagements • Die Bedeutung der Planung in Unternehmen und die wesentlichen Schritte eines Planungsprozesses • Die wesentlichen Bestandteile einer Entscheidungssituation sowie Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko • Grundlegende Methoden der Finanzmathematik • Die Grundlagen der Buchhaltung, der Bilanzierung und der Kostenrechnung • Die Bedeutung des Controlling im Unternehmen und ausgewählte Methoden des Controlling • Die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten <p>Neben der Vorlesung, die die Fachinhalte vermittelt, erarbeiten die Studierenden selbstständig in Gruppen einen Business-Plan für ein Gründungsprojekt. Dafür wird auch das wissenschaftliche Arbeiten und Schreiben gezielt unterstützt.</p>
Literatur	<p>Bamberg, G., Coenenberg, A.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 14. Aufl., München 2008</p> <p>Eisenführ, F., Weber, M.: Rationales Entscheiden, 4. Aufl., Berlin et al. 2003</p> <p>Heinhold, M.: Buchführung in Fallbeispielen, 10. Aufl., Stuttgart 2006.</p> <p>Kruschwitz, L.: Finanzmathematik. 3. Auflage, München 2001.</p> <p>Pellens, B., Fülbier, R. U., Gassen, J., Sellhorn, T.: Internationale Rechnungslegung, 7. Aufl., Stuttgart 2008.</p> <p>Schweitzer, M.: Planung und Steuerung, in: Bea/Friedl/Schweitzer: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2: Führung, 9. Aufl., Stuttgart 2005.</p> <p>Weber, J., Schäffer, U.: Einführung in das Controlling, 12. Auflage, Stuttgart 2008.</p> <p>Weber, J./Weißenberger, B.: Einführung in das Rechnungswesen, 7. Auflage, Stuttgart 2006.</p>

Lehrveranstaltung L0882: Übung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (GÜ)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Lüthje
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>In dieser Übung entwickeln Studierende Kenntnisse und Fähigkeiten dazu, was es bedeutet, eine Idee für ein neues Produkt oder einen neuen Service in eine reale Geschäftsidee zu verwandeln und ein Start-up zu gründen. Die Studierenden arbeiten in wöchentlichen Gruppenübungen zusammen und entwickeln in Teams von bis zu fünf Personen eine Geschäftsidee. Abschließend präsentieren sie ihre ausgearbeiteten Geschäftsideen in Form einer Abschlusspräsentation und eines dazugehörigen Pitch-Decks.</p> <p>Warum dieser Kurs essenziell ist:</p> <p>Viele Studierende entwickeln im Laufe ihres Studiums Ideen für neue Produkte oder Services. Diese Übung gibt ihnen die Werkzeuge und das Basiswissen an die Hand, diese Ideen in die Realität umzusetzen. Im Zuge dessen lernen die Studierenden, kreativ, strukturiert und im Team zusammenzuarbeiten.</p> <p>Inhalt:</p> <p>In zehn wöchentlichen Gruppenübungen arbeiten die Studierenden anhand folgender Schlüsselfragen eine Geschäftsidee aus:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie generiert man eine relevante und tragfähige Geschäftsidee? 2. Wie entwickelt man aus einer Geschäftsidee ein Geschäftsmodell? 3. Wie schätzt man den Markt und potenzielle Kunden für ein bestimmtes Produkt oder einen Service ein? 4. Wie entwickelt man eine Absatz- und Distributionsstrategie? 5. Wie kann man Investoren von einer Geschäftsidee und einem Geschäftsmodell überzeugen, um Finanzierung zu erlangen? <p>Was Sie lernen werden:</p> <p>Am Ende dieser Übung haben Sie einen Überblick darüber erhalten, was es bedeutet, ein Start-up zu gründen und welche Schritte dazu notwendig sind. Darüber hinaus werden Sie gelernt haben, Ihr theoretisches Wissen in praktische Geschäftsideen und Geschäftsmodelle umzuwandeln. Im Zuge dessen werden Sie Fähigkeiten in Bezug auf Teamarbeit erlangt haben.</p>
Literatur	Relevante Literatur aus der korrespondierenden Vorlesung.

Thesis

Modul M-001: Bachelorarbeit				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH			
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 21 (1): <p>Es müssen mindestens 126 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.</p>			
Empfohlene Vorkenntnisse				
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Studierende können die wichtigsten wissenschaftlichen Grundlagen ihres Studienfaches (Fakten, Theorien und Methoden) problembezogen auswählen, darstellen und nötigenfalls kritisch diskutieren. Die Studierenden können ausgehend von ihrem fachlichen Grundlagenwissen anlassbezogen auch weiterführendes fachliches Wissen erschließen und verknüpfen. Die Studierenden können zu einem ausgewählten Thema ihres Faches einen Forschungsstand darstellen. <p><i>Fertigkeiten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können das im Studium vermittelte Grundwissen ihres Studienfaches zielgerichtet zur Lösung fachlicher Probleme einsetzen. Die Studierenden können mit Hilfe der im Studium erlernten Methoden Fragestellungen analysieren, fachliche Sachverhalte entscheiden und Lösungen entwickeln. Die Studierenden können zu den Ergebnissen ihrer eigenen Forschungsarbeit kritisch aus einer Fachperspektive Stellung beziehen. <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Studierende können eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. Studierende können in einer Fachdiskussion auf Fragen eingehen und sie in adressatengerechter Weise beantworten. Sie können dabei eigene Einschätzungen und Standpunkte überzeugend vertreten. <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Studierende können einen umfangreichen Arbeitsprozess zeitlich strukturieren und eine Fragestellung in vorgegebener Frist bearbeiten. Studierende können notwendiges Wissen und Material zur Bearbeitung eines wissenschaftlichen Problems identifizieren, erschließen und verknüpfen. Studierende können die wesentlichen Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens in einer eigenen Forschungsarbeit anwenden. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0			
Leistungspunkte	12			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Abschlussarbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften: Abschlussarbeit: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Abschlussarbeit: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik und Informationstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Engineering Science: Abschlussarbeit: Pflicht General Engineering Science: Abschlussarbeit: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Abschlussarbeit: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronik: Abschlussarbeit: Pflicht Schiffbau: Abschlussarbeit: Pflicht			

	<p>Technomathematik: Abschlussarbeit: Pflicht Teilstudiengang Lehramt Metalltechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht <u>Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht</u></p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------