



TU Clausthal



M.Sc. Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen Modulhandbuch

Ausführungsbestimmungen vom 15. Januar 2019

Stand 20. Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

Anwendung nanoskaliger Pulver	5
Bioverfahrenstechnik I	7
Bioverfahrenstechnik II	8
Charakterisierung von Nanopartikeln	9
Chemische Reaktionstechnik II	11
Computational Fluid Dynamics für Verfahrenstechnik	13
Einführung in nanoskalierte Materialien	15
Elektrochemische Verfahrenstechnik	16
Fachpraktikum Chemische Prozesse	17
Fachpraktikum Energie	18
Fachpraktikum Life Science Engineering	19
Fachpraktikum Neue Materialien	20
Fachübergreifende Inhalte	22
Gruppenarbeit	31
Heterogenkatalytische Gas-Feststoffreaktionen	32
Hochtemperaturtechnik zur Stoffbehandlung	34
Masterarbeit + Präsentation	36
Mechanische Verfahrenstechnik II	37
Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Systeme	38
Nichtkatalytische Mehrphasenreaktionen	39
Pharmaverfahrenstechnik	41
Rechnergestützte Auslegung von chemischen Reaktoren	42
Strömungsmechanik II	44
Technische Thermodynamik II	46
Thermische Trennverfahren II	48
Verbrennungstechnik	49
Wärmeübertragung II	51
Wahlpflichtkatalog Vt/Ciw	53
Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyse: Praxisbeispiele der Elektrochemischen Verfahrenstechnik	56
Besondere physikalische Eigenschaften von Polymeren und Polymercomposites sowie deren Verarbeitung	57
Bioverfahrenstechnik III - Einführung in die	58
Phytotechnologie	58
Bioverfahrenstechnik IV - Spezielle Aspekte	59
der Phytotechnologie	59
Brennstofftechnik I	60
Brennstoffzellen II	61

Chemieindustrie im Wandel - Eine praxisorientierte Einführung in die Strategieentwicklung und -umsetzung.....	62
Chemische Prozesse und Märkte	63
Chemische Energiespeicher und -systeme.....	64
Computational Thermodynamics für Materials and Process Design	66
Dynamische Simulation mit Aspen Custom Modeler	67
Einführung in die Prozessmodellierung für Ingenieure	68
Elektrische Energieerzeugung	70
Elektrische Energietechnik	71
Elektrische Energieverteilung.....	72
Elektrochemie.....	73
Energierecht	74
Energiesysteme.....	76
Energiewandlungsmaschinen I	77
Energiewandlungsmaschinen II	78
Elektrothermische Prozesstechnik	79
Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien	80
Gemischphasen-Thermodynamik	82
Gemischphasen-Thermodynamik	84
Grundstoffindustrie und Energiewende.....	86
Grundzüge der Biochemie.....	88
Industrielle Anwendung der verfahrenstechnischen Prozessanalyse und Prozessoptimierung....	89
Kunststoffverarbeitung I	90
Kunststoffverarbeitung II	92
Life Cycle Assessment (Life Cycle Assessment (Ökobilanz)+ Modellierung mit LCA-Software) ..	94
Mechanische Trennverfahren I (Grundlagen der Entstaubung).....	96
Mechanische Trennverfahren II (Fest-Flüssig-Trennung).....	98
Membrantechnik I.....	99
Multifunktionale Leichtbauwerkstoffe I+II	100
Numerische Strömungsmechanik	101
Numerical Fluid Mechanics	103
Optimierung für Ingenieure.....	105
Partikelmesstechnik	107
Pflanzenbasierte, ressourceneffiziente Verfahrenstechnik zur Gewinnung wertvoller Wirkstoffe aus den Perspektiven von Bio- und Ingenieurwissenschaften.....	109
Planung und Bau von Chemieanlagen.....	110
Polymer Thermodynamics.....	111
Polymerwerkstoffe I – Thermoplastische Systeme	112
Projektierung von Apparaten zur Stoffübertragung.....	114
Prozessintensivierung	115

Prozessmodellierung für Ingenieure 2	116
Prozesstechnik	118
Reactive Flows in High Temperature Processes	119
Sektorenkopplung	120
Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie	122
Systematische Prozessentwicklung im regulatorischen Umfeld	123
Stationäre Simulation mit Aspen Plus	124
Technische Chromatographie	125
Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen	126
Thermische Prozesse in Kraftwerken	128
Thermo- und Partikeldynamik disperser Systeme	129
Turbulente Strömungen (+)	130

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Anwendung nanoskaliger Pulver
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Anwendung nanoskaliger Pulver
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. A. Weber
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach Studienrichtung Life Science Engineering Studienrichtung Neue Materialien
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Es wird empfohlen Partikelmesstechnik und MVT I besucht zu haben.
Lernziele:	Anwendungen von Nanopartikeln in der Elektronik, der Energietechnik und für Beschichtungen beschreiben. Eigenschaften von Nanodrähten deuten und daraus resultierende Anwendungen anführen. Wichtige Eigenschaften von Nanopartikeln für die Katalyse formulieren und interpretieren.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<p>1 Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nanopartikel und Nanotechnologie - Spezifische Oberfläche von Nanopartikeln - Nanopartikel-Volumeneffekte (confinement phenomena) - Anwendungsgebiete <p>2 Nanopartikel in der Elektronik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Druckbare Schaltungen - Milliped-Datenspeicher - Nanoröhren in Schaltungen und Displays - Ein-Elektron-Transistor - Graphen-Nanonetze <p>3 Nanopartikel in der Energietechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photovoltaik-Zellen - Wasserstoffproduktion - Fischer-Tropsch-Synthese <p>4 Nanopartikel in Beschichtungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Superhydrophobe Beschichtungen - Hochreflektierende Beschichtungen - Spektral selektive Glasbeschichtungen - Kratzfeste Beschichtungen - Selbstreinigende Beschichtungen <p>5 Nanodrähte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung und Charakterisierung - Theoretische Modellierung der Bandstruktur - Transporteigenschaften - Anwendungsbeispiele <p>6 Nanopartikel in der Katalyse</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften von geträgerten Katalysatoren - Wassergas-Shift-Reaktion - Ladungseffekt bei der Methanbildung an Ni-NP <p>7 Nanopartikel in Lithium-Ionen-Batterien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einleitung - Batterieentwicklung und Nanotechnologie
Studien- / Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung, 30 min.
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Nanotechnologie – Forschung, Entwicklung, Anwendung (Paschen et al., Springer, Berlin, 2004)

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Bioverfahrenstechnik I
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Bioverfahrenstechnik I
Studiensemester:	1.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen	Thermische Trennverfahren
Lernziele:	Die Studierenden lernen: Grundlagen der Bioverfahrenstechnik wissen: Auslegung bioverfahrenstechnischer Grundoperationen sind in der Lage: Bioverfahrenstechnische Prozesse und Apparate auszulegen
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der Mikrobiologie, Biotechnologie, Gentechnik 2. Upstream, Fermentation, Bioreaktionstechnik 3. Downstream, Produktaufkonzentrierung und -reinigung 4. Bioanalytik 5. Biothermodynamik 6. Systembiologie 7. Anlagen- und Prozesstechnik, GMP 8. Beispielprozesse
Studien-/ Prüfungs- leistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	– Skript u.a.

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Bioverfahrenstechnik II
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Bioverfahrenstechnik II
Studiensemester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube, wissenschaftliche Mitarbeiter
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Life Science Engineering
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen	Bioverfahrenstechnik I, Thermische Verfahrenstechnik I
Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - lernen: Die in der Vorlesung Bioverfahrenstechnik I gewonnenen Kenntnisse im Bereich des Upstream und Downstream Processings sollen in dieser Vorlesung vertieft werden. - Wissen: Dabei ist ein erhöhtes Verständnis zu den einzelnen Grundoperationen erforderlich. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf eine detaillierteren Betrachtung der thermodynamischen Prozesse und die damit verbundenen Änderungen in Prozessführung. - Sind in der Lage: Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Systembiologie, welche das Ziel hat ein integriertes Bild aller regulatorischen Prozesse über alle Ebenen, vom Genom über das Proteom, zu den Organellen bis hin zum Verhalten und zur Biomechanik des Gesamtorganismus zu bekommen.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung Zellbiologie - Einführung Biochemie - Rheologie von Biosuspensionen - Transportvorgänge in Biosuspensionen - Bioprozessanalytik und -steuerung - Aufarbeitung (Downstream Processing) - Kultivierung von Säugetierzellen - Mikrobielle Prozesse - Kontamination von Zellkultur - Diagnose und Beseitigung von Kontaminationen - Systembiologie in der Bioverfahrenstechnik - Literatur
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	- Skript u.a.

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Charakterisierung von Nanopartikeln
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Charakterisierung von Nanopartikeln
Studiensemester:	SS
Dozent(in):	Prof. A. Weber
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Neue Materialien
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen	-
Lernziele:	Wichtige Methoden zur on-line und off-line-Charakterisierung von Nanopartikeln in gasförmigen und flüssigen Medien sowie Haufwerken darstellen und anwenden. Mess- und Einflussgrößen interpretieren und erläutern, sowie grundlegende physikalische Wirkweisen von Messverfahren unter der Berücksichtigung der spezifischen Problemfälle in Hinsicht auf die Erfassung nanoskaliger Partikel anwenden und übertragen.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<p>1 Elektronenmikroskopie und Rastersondentechniken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) - Rasterelektronenmikroskopie (REM) - Rastertunnelmikroskopie (RTM) - Atomkraftmikroskopie (AFM) - Analytische Elektronenmikroskopie <p>2 Mobilitätsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - In Gasen - In Flüssigkeiten - Nachweis von Adsorptions- und Kondensationsprozessen <p>3 Trägheitsspektroskopie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kaskadenimpaktoren - Einstufige Impaktionsspektrometer - Auftreffgeschwindigkeit - Dichtebestimmung - Schichtdickenbestimmung <p>4 Sorptionsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adsorptionsisothermen - Spezifische Oberfläche - Porengrößenverteilung - Chemisorption - Dispersität von Katalysatoren <p>5 Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photonenkorrelationspektroskopie (PCS) - Laser-Induced Incandescence (LII)

	<ul style="list-style-type: none"> - Raman-Spektroskopie - Fourier-Transformed-Infra-Red-Spectroscopy (FTIR) - Röntgen-Diffraktion (XRD) - Small Angle X-ray Scattering (SAXS) <p>6 Ultraschall extinction</p> <p>7 Thermogravimetrie (TGA)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Physikalische Desorption - Reaktive Prozesse - Kopplung zu FTIR <p>8 Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Messungen an Hochtemperaturpartikelsynthesereaktoren - Katalytische Kohlenstoffoxidation bei der Regenerierung von Dieselrußpartikelfiltern - Stabilisierung von Nanosuspensionen - Aerosolkatalyse
Studien-/ Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung; 30 Minuten
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Nanotechnologie (Wautelet, 2. Auflage, Oldenbourg, München 2008) - Synthese und Charakterisierung von Nanopartikeln aus Eisen und Eisenoxid (Knipping, 1. Auflage, Cuvillier, 2007)

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Chemische Reaktionstechnik II
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Chemische Reaktionstechnik II
Studiensemester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. T. Turek
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen	Chemische Reaktionstechnik I
Lernziele:	<p>Die Studierenden sind in der Lage, anspruchsvolle Aufgabenstellungen aus dem Bereich der chemischen Reaktionstechnik zu bearbeiten, die deutlich über die Grundlagen hinausgehen. Sie lernen apparative Aspekte und Bauformen von unterschiedlichen Reaktoren kennen und berechnen weitere Terme der Energiebilanz von Reaktoren (Rührleistung, Druckverlust), die durch die Bauformen bedingt sind und die praktische Bedeutung für die technische Auslegung und den wirtschaftlichen Betrieb haben. Die Studierenden lernen experimentelle Methoden zur Bestimmung des Verweilzeitverhaltens chemischer Reaktoren kennen und beschreiben die vom Idealverhalten abweichende Verwendung realer Reaktoren auf der Basis von unterschiedlichen Modellvorstellungen.</p> <p>Wegen des besonderen Gefahrenpotenzials bei Reaktionen mit starker Wärmeentwicklung lernen die Studierenden die Begriffe der Stabilität und Sensitivität von Reaktoren kennen und führen mathematische Berechnungen im Hinblick auf den sicheren Betrieb chemischer Reaktoren durch. Schließlich werden den Studierenden am Beispiel von heterogenen katalysierten Gasphasenreaktionen die Grundprinzipien der Beschreibung von Reaktionskinetik und Transportvorgängen in mehrphasigen Systemen vermittelt, die dann auf andere Fragestellungen übertragen werden können.</p> <p>Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten und Kenntnisse zu den Inhalten in wöchentlichen Hausübungen selbstständig oder in Gruppen. Diese Übungsaufgaben werden mithilfe einer mathematischen Berechnungssoftware gelöst, was die Studierenden in die Lage versetzt, auch komplexere Fragestellungen zur praktischen Anwendung der Chemischen Reaktionstechnik zu bearbeiten.</p>
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Temperatur- und Konzentrationsführung bei chemischen Reaktoren 2. Bauformen chemischer Reaktoren (Rührkessel, Rohrreaktoren) Stabilität und Sensitivität chemischer Reaktoren 3. Verweilzeitverhalten idealer und realer Reaktoren (Kaskadenmodell, Dispersionsmodell)

	4. Kinetik und Reaktionstechnik heterogen katalysierter chemischer Reaktionen
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Die übliche Prüfungsform besteht in einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer, in der die wesentlichen Inhalte der Vorlesung in Form von Verständnisfragen behandelt werden. Dabei wird den Studierenden bei erfolgreicher Bearbeitung der Hausübungen ein Bonus gewährt. Bei großer Hörerzahl kann auf eine schriftliche Prüfung ausgewichen werden
Medienformen:	Tafel, Folien, Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript „Chemische Reaktionstechnik II“ - G. Emig, E. Klemm, E. Fitzer, Technische Chemie, Springer 2005 - M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH 2006 - M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken, Chemische Reaktionstechnik, Thieme 1999

Studiengang	Master Maschinenbau und Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung	Computational Fluid Dynamics für Verfahrenstechnik
Lehrveranstaltung / Teilmodul	Computational Fluid Dynamics für Verfahrenstechnik
Semester:	1.
Dozent(in):	Dr.-Ing. M. Mancini
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h: 42 Präsenzstudium, 78 Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Technische Mechanik I-II, Strömungsmechanik I, Wärmeübertragung
Lernziele	<p>Die Studierenden lernen den Umgang mit der modernen Simulationsmethode CFD im Bereich der Verfahrenstechnik, indem sie eine aktuelle Fragestellung in Form einer Kleingruppenarbeit bearbeiten und vorstellen. Dabei werden jährlich wechselnde, bevorzugt aktuelle Fragestellungen aus den Bereichen Wärme- und Stofftransport, chemische Reaktionstechnik, Mischvorgänge sowie mehphasige Prozesse betrachtet.</p> <p>Die Studierenden kennen und verstehen die mathematisch-physikalischen Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik (CFD). Anschließende Fehlerbetrachtungen können durchgeführt werden.</p> <p>Die Bedienung einer kommerziellen CFD-Software (STAR-CCM+) wird erlernt und unbekannte verfahrenstechnische Problemstellungen werden analysiert, wobei die CFD auf diese angewendet wird. Besonderen Wert legen die Studierenden auf die kritische Prüfung der numerischen Ergebnisse.</p> <p>Die Studierenden können die numerischen Ergebnisse dieser Arbeit (im Team) visualisieren, präsentieren und kritisch mit dem Fachpublikum diskutieren.</p>
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse im mathematisch-, natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereich zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Im Vorlesungsteil werden die Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik (CFD) vermittelt. Im Besonderen wird auf die Vernetzung, Diskretisierungstechniken, physikalische Modellbildung und die Fehlerbetrachtung eingegangen. 2. In einem praktischen Teil findet die Einführung in den kommerziellen CFD-Code STAR-CCM+ statt. Die Bedienung der Software wird mit vielerlei Anwendungsbeispielen erlernt und vertieft. 3. In der Kleingruppenarbeit werden die erlernten Kenntnisse umgesetzt, wobei eine verfahrenstechnische Aufgabenstellung mit Hilfe der CFD gelöst wird.
Prüfung:	Mündliche Prüfung bei bis zu 35 Teilnehmer*innen, bei mehr als 35 Teilnehmer*innen theoretische Arbeit (APO§14, d) Absatz 6) inklusive Präsentation und Diskussion.
Medienformen:	Tafel, Folien, Computerarbeit
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Ferziger, Peric; Numerische Strömungsmechanik; 2008; Springer Verlag - Lecheler; Numerische Strömungsberechnung; 2009; Vieweg+Teubner

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">- Versteeg, Malalasekera; An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method (2nd Edition); 2007; Pearson |
|--|--|

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Einführung in nanoskalierte Materialien
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Einführung in nanoskalierte Materialien
Studiensemester:	WS
Dozent(in):	Prof. Dr. Frank Endres
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Neue Materialien
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Physik und Chemie
Lernziele:	Entwickeln von Kenntnissen zur Herstellung und Eigenschaften einiger Nanomaterialien
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	Natürliche Nanomaterialien, Metalle, Halbleiter, Ferrofluide, Fullerene, CNT's, Graphen, Quantenmechanik, Analyseverfahren, Ionische Flüssigkeiten, Toxikologie
Studien-/ Prüfungs- leistungen:	Klausur (120 Minuten) nach der letzten Übung > 15 Teilnehmern <u>oder</u> mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < 15 Teilnehmern
Medienformen:	Vorlesungsskript Übungsblock
Literatur:	

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Elektrochemische Verfahrenstechnik
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Elektrochemische Verfahrenstechnik
Studiensemester:	3.
Dozent(in):	Prof. U. Kunz
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen	Chemische Reaktionstechnik I und II
Lernziele:	Die Teilnehmer sollen die elektrochemischen Reaktionen beschreiben können, sie sollen sie begreifen und anwenden können und die vorgetragenen Grundlagen elektrochemischer Reaktionen auf unbekannte Stoffsysteme anwenden können. Die Teilnehmer sollen Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben, die zur Ermittlung chemischer und reaktionstechnischer Daten für eine elektrochemische Reaktion notwendig sind. Die Studierenden sollen nach Teilnahme dieser Vorlesung in der Lage sein, die beispielhaft vermittelten Grundlagen auf andere elektrochemische Systeme zu transferieren und technische Probleme in der praktischen Anwendung analysieren zu können, Schlüsse zu ziehen und Lösungen entwickeln zu können
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	<p>Elektrochemische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrische Leiter, Faradaysche Gesetze - Elektrolytische Doppelschicht - Elektrochemische Kinetik - Elektrochemische Katalyse <p>Bilanzen und Transportprozesse Elektrochemische Reaktoren Elektrochemische Energieerzeugung Elektrochemische technische Synthesen</p>
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur von 60 min Dauer, bei weniger als 10 Teilnehmern pro Semester eventuell auch mündliche Prüfung.
Medienformen:	Skript, Beispielaufgaben
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - V. M. Schmidt: Elektrochemische Verfahrenstechnik, Wiley VCH, ISBN 3-527-29958-0

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Fachpraktikum Chemische Prozesse
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Fachpraktikum Chemische Prozesse
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. U. Kunz, Prof. Dr.-Ing. T. Turek
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Chemische Prozesse
Lehrform / SWS:	6 P
Arbeitsaufwand:	180 h; 84 h Präsenzstudium; 96 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Hörer vertiefen in dieser Veranstaltung ihre Grundkenntnisse aus den verfahrenstechnischen Vorlesungen am Beispiel von Laborversuchen und begleitenden Kolloquien und lernen damit die Anwendung der Kenntnisse im Praxisbezug kennen. Die Durchführung des Praktikums findet in einer Gruppe statt, so dass neben den fachlichen Dingen auch Teamfähigkeit und gemeinsame, zeitlich aufeinander abgestimmte Arbeitsweisen vermittelt werden.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	Pflichtversuch 1: Verbundanlage Flammenreaktor (ICVT, IEVB, IMVT) Auswahl eines Versuchs aus: Versuch 2: Brennstoffzelle (ICVT) Versuch 3: Wieder aufladbare Batterien (ICVT) Versuch 4: Flüssig – Flüssig Extraktion (ITVT) Versuch 5: Grundlagen elektrochemischer Kinetik (ICVT)
Studien- Prüfungsleistungen:	Praktikum, Bewertung der praktischen Fähigkeiten der Teilnehmer, mündliche Überprüfung der Grundlagen, die zur Versuchsdurchführung notwendig sind und die zur Auswertung von Versuchsergebnissen gebraucht werden. Bewertung des schriftlichen Versuchsprotokolls.
Medienformen:	Gedrucktes Praktikumsskript mit theoretischer Einführung, Kolloquien mit handschriftlichen Protokollen, schriftliches Abschlussprotokoll
Literatur:	Siehe Beschreibung der einzelnen Versuche

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Fachpraktikum Energie
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Fachpraktikum Energie
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. R. Weber, Prof. Dr.-Ing. U. Kunz
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Energie
Lehrform / SWS:	6 P
Arbeitsaufwand:	180 h; 84 h Präsenzstudium; 96 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Hörer vertiefen in dieser Veranstaltung ihre Grundkenntnisse aus den verfahrenstechnischen Vorlesungen am Beispiel von Laborversuchen und begleitenden Kolloquien und lernen damit die Anwendung der Kenntnisse im Praxisbezug kennen. Die Durchführung des Praktikums findet in einer Gruppe statt, so dass neben den fachlichen Dingen auch Teamfähigkeit und gemeinsame, zeitlich aufeinander abgestimmte Arbeitsweisen vermittelt werden.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	Pflichtversuch 1: Verbundanlage Flammenreaktor (ICVT, IEVB, IMVT) Auswahl eines Versuchs aus: Versuch 2: Simulation einer solaren Meerwasserentsalzungsanlage (IEVB) Versuch 3: Brennstoffanalyse (IEVB) Versuch 4: Verbrennungsführung an einem Injektorbrenner (IEVB) Versuch 5: Wieder aufladbare Batterien (ICVT)
Studien- Prüfungsleistungen:	Praktikum, Bewertung der praktischen Fähigkeiten der Teilnehmer, mündliche Überprüfung der Grundlagen, die zur Versuchsdurchführung notwendig sind und die zur Auswertung von Versuchsergebnissen gebraucht werden. Bewertung des schriftlichen Versuchsprotokolls.
Medienformen:	Gedrucktes Praktikumsskript mit theoretischer Einführung, Kolloquien mit handschriftlichen Protokollen, schriftliches Abschlussprotokoll
Literatur:	Siehe Beschreibung der einzelnen Versuche

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Fachpraktikum Life Science Engineering
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Fachpraktikum Life Science Engineering
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. J. Strube
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Life Science Engineering
Lehrform / SWS:	6 P
Arbeitsaufwand:	180 h; 84 h Präsenzstudium; 96 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Hörer vertiefen in dieser Veranstaltung ihre Grundkenntnisse aus den verfahrenstechnischen Vorlesungen am Beispiel von Laborversuchen und begleitenden Kolloquien und lernen damit die Anwendung der Kenntnisse im Praxisbezug kennen. Die Durchführung des Praktikums findet in einer Gruppe statt, so dass neben den fachlichen Dingen auch Teamfähigkeit und gemeinsame, zeitlich aufeinander abgestimmte Arbeitsweisen vermittelt werden.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	Pflichtversuche 1. Chromatographie / Adsorption (ITVP) 2. Flüssig-flüssig Extraktion Auswahl eines Versuchs aus: 3. Phytoextraktion (ITVP) 4. Bioanalytik (ITVP) 5. Kristallisation (ITVP)
Studien- Prüfungsleistungen:	Praktikum, Bewertung der praktischen Fähigkeiten der Teilnehmer, mündliche Überprüfung der Grundlagen, die zur Versuchsdurchführung notwendig sind und die zur Auswertung von Versuchsergebnissen gebraucht werden. Bewertung des schriftlichen Versuchsprotokolls.
Medienformen:	Gedrucktes Praktikumsskript mit theoretischer Einführung, Kolloquien mit handschriftlichen Protokollen, schriftliches Abschlussprotokoll
Literatur:	Siehe Beschreibung der einzelnen Versuche

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Fachpraktikum Neue Materialien
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Fachpraktikum Neue Materialien
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr. A. Weber, Prof. Dr. F. Endres, Prof. Dr.-Ing. U. Kunz
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Neue Materialien
Lehrform / SWS:	6 P
Arbeitsaufwand:	180 h; 84 h Präsenzstudium; 96 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	<p><u>Verbundanlage Flammenreaktor</u> Die Teilnehmer stellen Massen und Energiebilanzen für den Prozess auf und beurteilen anhand berechneter Kenngrößen, wie Ausbeute und Temperaturen den Prozess. Weiterhin charakterisieren sie die Partikelgrößenverteilung mittels Bildauswertung und ziehen daraus Schlüsse bezüglich der Qualität des produzierten Produktes. Im CFD-Teil werden Grundlagen der numerischen Berechnung von chemischen Reaktionen angewendet.</p> <p><u>Aufbau und Charakterisierung von funktionellen Nanopartikelschichten</u> Zunächst führen die Teilnehmer eine Charakterisierung der zu untersuchenden Partikel bezüglich ihrer Absorptionseigenschaften im UV-Vis Bereich mit einem UV-Vis Spektrometer durch, wobei die grundsätzlichen Abhängigkeiten zwischen Partikelgröße und Absorptionsspektrum beschrieben werden sollen. Durch die Erstellung von Partikelgrößenverteilungen aus mikroskopischen Aufnahmen soll die Charakterisierung von Partikelgrößenverteilungen erprobt werden. Die Auswertung der Leitfähigkeitsuntersuchungen in Abhängigkeit der Photonenwellenlänge lässt eine Beurteilung der Schichten zu.</p> <p><u>Thermoelektrische Eigenschaften von Nanopulverelektroden</u> Die Teilnehmer benutzen einen Zerkleinerungsprozess in einer Kugelmühle um die gewünschten Partikelgrößen für die zu untersuchenden Elektroden herzustellen. Im Anschluss werden die erhaltenen Partikel bezüglich ihrer Größe mittels Laserbeugung charakterisiert. Durch das Aufnehmen von Strom-Spannungs-Kennlinien der verschiedenen Elektroden quantifizieren die Teilnehmer die Qualität der hergestellten Pulver und vergleichen diese.</p>
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<p>Pflichtversuch 1: Verbundanlage Flammenreaktor (ICVT, IEVB, IMVT)</p> <p>Auswahl eines Versuchs aus:</p> <p>Versuch 2: Aufbau und Charakterisierung von funktionellen Nanopartikelschichten</p> <p>Versuch 3: Thermoelektrische Eigenschaften von Nanopulverelektroden</p> <p>Versuch 4: Kristallisation (ITVP)</p>

	Versuch 5: ChemCar – Auslegung und Betrieb verfahrenstechnischer Versuchsanlagen (ICVT) (nur in Kombination mit der Modulteilprüfung aus dem Wahlpflichtbereich)
Studien- Prüfungsleistungen:	Protokoll (Abgabe 2 Wochen nach Durchführung des Versuchs); Kolloquium (30 min)
Medienformen:	Skript
Literatur:	Skript

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Fachübergreifende Inhalte
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arbeitsmedizin/Arbeitshygiene und Umweltmedizin für Ingenieure 2. Energieflüsse, Stoffkreisläufe und globale Entwicklung 3. Interkulturelle Kompetenz 4. International Teaching Staff Week 5. Nachhaltigkeit und Globaler Wandel (Sustainability and Global Change) 6. Recht der erneuerbaren Energien 7. Einführung in den gewerblichen Rechtsschutz, insbesondere Patentrecht 8. Rechtsrahmen der Recyclingwirtschaft 9. 3D-Druck in der Verfahrenstechnik 10. Technisches Englisch 11. Technical Writing 12. Technical Presentations in English (vormals Applied English for Science and Technology) 13. Wirtschaftsenglisch I 14. Chinesisch I (nicht für Chinesen)
Semester:	3.
Dozent(in):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr.med. Dipl.Ing.(FH) Bernd Schubert M.Sc. MBA 2. Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek 3. Dr. Jörg Schröder 4. Frau Prof. N. Merkert 5. Hon. Prof. Dr.-Ing. Dr. theol. Christian Berg 6. Prof. H. Weyer 7. Frau C. Rebbereh 8. Prof. H. Weyer 9. Prof. Dr.-Ing. Gregor Wehinger 10. Dr. Hakan Gür 11. Jessica Schulte-Bentrop 12. Andrew Rose 13. Klaudia Böhlefeld 14. Gabriele Cholewa
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflicht
Lehrform / SWS:	2 x 2 SWS
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenz- und 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	-
Lernziele:	<p>Arbeitsmedizin/Arbeitshygiene und Umweltmedizin für Ingenieure</p> <p>In dieser Vorlesung lernen die Studierenden ausgewählte Gesundheitsschutzaspekte zur Wahrnehmung der Unternehmerpflichten aus Sicht des Ingenieurs kennen. Sie verstehen die möglichen arbeitsplatz- und umweltbezogenen Gesundheitsrisiken. Sie lernen die grundlegenden gesetzlichen Grundlagen kennen und lernen, analoge Betrachtungen für</p>

mögliche spätere Fragestellung zu transferieren. Die Studierenden lernen mögliche gesundheitliche Gefährdungen durch chemische, physikalische, biologische und psychische Belastungen kennen. Darüber hinaus können Sie mögliche Arbeitsschutzmaßnahmen zur Minimierung der gesundheitlichen Gefährdungen einordnen. Die Studierenden leiten daraus Konsequenzen für Minimierungsmöglichkeiten der gesundheitlichen arbeitsplatzbezogenen Gefährdungsfaktoren zum möglichst nachhaltigen Schutz der Gesundheit ab.

Energieflüsse, Stoffkreisläufe und globale Entwicklung:

In dieser Vorlesung lernen die Studierenden die globalen Energieflüsse und Stoffkreisläufe und die durch anthropogene Aktivitäten verursachten Veränderungen aus Sicht des Ingenieurs kennen. Sie verstehen das grundsätzliche Konzept der Nachhaltigkeit. Sie lernen das Verhalten unterschiedlicher Systeme und ihres stationären und dynamischen Verhaltens (z.B. Feedback) aus unterschiedlichen Bereichen kennen und lernen, analoge Betrachtung für andere Fragestellung zu transferieren. Die Studierenden stellen die Energiebilanz der Erde auf und lernen die Bedeutung des „Treibhauseffekts“ kennen. Darüber hinaus können Sie die Relevanz der wichtigsten globalen Stoffkreisläufe für die Biosphäre einordnen und die daraus resultierenden Limitierungen der industriellen Energie- und Stoffflüsse erkennen. Die Studierenden leiten daraus Konsequenzen für die zukünftige, möglichst nachhaltige technische und gesellschaftliche Entwicklung ab.

Interkulturelle Kompetenz

Das Lernziel des Workshops ist der Aufbau einer interkulturellen Sensibilität. Somit ist er geeignet für alle, die später mit Angehörigen anderer Kulturen zusammenarbeiten werden oder sich in einer fremden Kultur zurechtfinden müssen.

International Teaching Staff Week

Die Studierenden

- verstehen die Grundlagen des parallelen Rechnens
- sind in der Lage, erste parallele Programme für verschiedene Zielarchitekturen zu erstellen
- können atomistische Modellierungstechniken beschreiben und die allgemeine Methode der Molekulardynamik skizzieren
- können wichtige Material-Eigenschaften aus atomistischen Simulationen ableiten.
- verstehen die Grundlagen der Kontinuumsmechanik und der Materialtheorie mit Anwendung auf elastisch, viskoelastisch und elasto-plastisch deformierbare Festkörper
- können numerische Verfahren zur Lösung von Randwertproblemen nutzen
- verstehen den Zusammenhang zwischen Simulationsergebnissen und Inputparametern und können deren Gültigkeit bewerten

Nachhaltigkeit und Globaler Wandel:

Grundlagen für das Verständnis von Ursachen, Dimensionen und der Beschreibung des Globalen Wandels kennen sowie in Lösungsansätzen anwenden, Konzept Nachhaltigkeit, wichtige Treiber, Bedeutung der Wirtschaft kennen

Recht der erneuerbaren Energien:

Die Studierenden kennen den Rechtsrahmen für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen im Stromsektor, Wärme- und Kältesektor sowie

Verkehrssektor. Sie können wesentliche Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien darstellen.

Mit diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, einfache rechtliche Fragestellungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zu klären, ihr Verständnis zu formulieren und im Austausch mit anderen weiterzuentwickeln. Sie verstehen die den Regelungen zugrunde liegenden Ziele, Wertungen und Interessenkonflikte. Sie können die unterschiedlichen Ansätze zur Förderung erneuerbarer Energien in die Gesamtziele Deutschlands und der EU im Energiebereich einordnen und Wechselwirkungen zwischen den Sektoren erkennen.

Einführung in den gewerblichen Rechtsschutz, insbesondere Patentrecht:

Möglichkeiten und Risiken infolge gewerblicher Schutzrechte (Patente, Gebrauchsmuster, Marken, Geschmacksmuster) kennen, verwandte Rechtsgebiete zugunsten und zum Nachteil des eigenen Unternehmens und eigener Entwicklungen anwenden

Rechtsrahmen der Recyclingwirtschaft

Die Studierenden können das Kreislaufwirtschaftsrecht in die Ziele einer nachhaltigen Wirtschaftsordnung einordnen. Sie verstehen das Mehrebenensystem aus unionsrechtlichen, bundesrechtlichen und landesrechtlichen Regelungen der Kreislaufwirtschaft. Im deutschen Recht kennen sie die Grundlagen des Abfallbegriffs, der Abfallhierarchie und der Überlassungspflichten sowie die Überwachungs- und Nachweispflichten und die Anforderungen an Abfallentsorgungsanlagen. Außerdem haben die Studierenden die Anforderungen und speziellen Probleme einzelner Stoffströme wie z.B. Verpackungen, Elektro- und Elektronikgeräte, Batterien oder Klärschlamm kennen gelernt.

Mit diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, einfache rechtliche Fragestellungen aus der Recyclingwirtschaft zu beantworten. Außerdem können sie mögliche Rechtsprobleme erkennen und mit internen oder externen Ansprechpartnern erörtern. Sie verstehen die den Regelungen zugrundeliegenden Ziele, Wertungen und Interessenkonflikte.

3D-Druck in der Verfahrenstechnik

Die Studierenden können die aktuellen Techniken des 3D-Drucks anwenden und damit selbstständig entwickelten wissenschaftlichen Fragen aus der Verfahrenstechnik nachgehen. Um diese Fragen zu beantworten, entwickeln die Studierenden eigenständig Experimentpläne. Allgemeine Arbeitstechniken der (Chemischen) Verfahrenstechnik wenden die Studierenden sicher an. Forschungsfortschritte erzielen sie dabei im Team, wobei sie diese ebenso wie auftretende Probleme verständlich kommunizieren.

Technisches Englisch

Upon completion of this course students:

can communicate fluently, both orally and in written form, in academic and professional technical-oriented situations;

can comprehend complex details in technical reading and listening texts;

can express themselves more clearly with a wide range of Technical English vocabulary;

can understand and properly use specific technical-oriented grammar structures;

	<p>have develop knowledge concerning working in international, professional, and scientific contexts.</p> <p>Technical Writing Upon completion of this course students can: communicate fluently, both orally and in written form, in academic and professional technical-oriented situations; comprehend complex details in technical reading and listening texts; express themselves more clearly with a wide range of Technical English vocabulary; understand and properly use specific technical-oriented grammar structures; produce a variety of technical documents (e.g. technical reports, instructions, manuals etc.).</p> <p>13. Technical Presentations in English (vormals Applied English for Science ad Technologi) Upon completion of this course students: can comprehend complex ideas and details in technical-oriented reading and listening tasks; can communicate ideas and opinions in a professional and technical way; can use appropriate grammar and sentence structures for technical-oriented texts; can explain a technical idea, process, or procedure clearly in front of an audience; have developed knowledge concerning working in international, professional, and scientific contexts.</p> <p>Wirtschaftsenglisch I Upon completion of this course students: can express specialized vocabulary comprehensively in various forms of communication relating to company structures, management and marketing; can use improved oral communications skills to interact effectively in small talk, meetings and presentations; can understand the basic principles of business grammar; can comprehend complex details in listening tasks in specialized areas; have developed knowledge concerning working in international, professional, and business-oriented contexts.</p> <p>Chinesisch I (nicht für Chinesen) ?</p>
Kompetenzen	Fähigkeit zur Beurteilung und Bewertung ingenieurwissenschaftlichen Handelns
Inhalt:	<p>Arbeitsmedizin/Arbeitshygiene und Umweltmedizin für Ingenieure: Gesetzliche Grundlagen der Arbeits-/Sozial-/Umweltmedizin Grundlagen der gesetzlichen Unfallversicherung Grundlagen der Arbeitshygiene gesundheitliche arbeitsplatzbezogene Gefährdungen physikalische Einwirkungen chemische Einwirkungen biologische Einwirkungen psychische Belastungen Berufskrankheiten Persönliche Schutzausrüstung</p>

Hautschutz
Ergonomie

Energieflüsse, Stoffkreisläufe und globale Entwicklung:

Einführung und Grundlagen (Systeme und ihre Bilanzierung, Thermodynamik und die verschiedenen Energieformen)

Die Bio-Geosphäre (Historische Entwicklung und Gegenwart)

Die Energiebilanz der Erde (Strahlung, Treibhauseffekt, Photosynthese, Klimamodelle)

Globale Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasser, Stickstoff)

Anthropogene Stoff- und Energieflüsse und ihre Grenzen

Szenarien für die globale Entwicklung

Interkulturelle Kompetenz

Dreitägiger Workshop Interkulturelle Kommunikation für deutsche und ausländische Studenten (mit guten bis sehr guten Sprachkenntnissen) an der TU Clausthal

In diesem dreitägigen Workshop (Tag 1 und 2 in deutscher Sprache, Tag 3 in englischer Sprache) werden Sie in internationalen Gruppen für interkulturelle Unterschiede sensibilisiert und trainieren Ihre interkulturelle Kommunikationsfähigkeit. Neben theoretischem Input zu Kulturmodellen und Grundlagen der Kommunikation steht die praktische Auseinandersetzung mit Themen wie Wahrnehmung, Stereotypenbildung, Fremdheit, interkulturellen Missverständnissen und Arbeit in internationalen Teams im Vordergrund. Basierend auf Gruppenarbeit und Simulationen lebt dieser Workshop von der aktiven Mitarbeit der Teilnehmenden.

International Teaching Staff Week

Blockkurse zu folgenden Themen:

- Hochleistungsrechnen für die physikalische Modellierung und Simulation in den Materialwissenschaften: Shell-Skripting, Parallele Programmierung, GPU-Computing
- Atomistische Simulationen in den Materialwissenschaften: Interatomare Potentiale, Randbedingungen, Integratoren, Thermodynamische Ensembles, Thermo-/Barostate, Energieminimierung
- Kontinuumsmechanik-Modellierung von Materialien: Mechanische Belastung in Kontinuum-Festkörpern, Elastizitätstheorie, Randbedingungen, Inelastisches Materialverhalten, Materialmodelle für Flüssigkeiten und Festkörper, Modellierung mit Finiten Elementen

Nachhaltigkeit und Globaler Wandel:

Begriffe und Konzepte: Nachhaltigkeit, Globaler Wandel,

Ökosystemleistungen, Planetare Grenzen, Syndromansatz

Befunde: Stoffeinträge (N, P, POPs etc.), Klimawandel, Ressourcen (Wasser, Rohstoffe, Boden/Fläche, Biolog. Vielfalt), Energie, Bevölkerung)

Treiber: Gründe für Nicht-Nachhaltigkeit, Globale Vernetzung, Globale Wirtschaft

Akteure und Lösungsansätze: Politik (Ordnungspolitik, Fiskalpolitik, Wettbewerbspolitik), Wirtschaft (Gründe für Corporate Sustainability), Zivilgesellschaft (Beispiele zivilgesellschaftlicher Initiativen)

Recht der erneuerbaren Energien:

Energie- und klimapolitische Ziele Deutschlands und der EU

Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Netzanschluss

Abnahme, Übertragung und Verteilung

Netzanschluss- und Netzausbaukosten

Finanzielle Förderung
EEG-Umlage
Stromspeicherung

Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien
Kraftstofferzeugung aus erneuerbaren Energien
Einspeisung von Biomethan und Speichergas in das Erdgasnetz
Sektorkopplung (Elektrifizierung der Sektoren Wärme/Kälte und Verkehr)

Einführung in den gewerblichen Rechtsschutz, insbesondere Patentrecht:

Anhand anschaulicher Beispiele und Muster aus dem täglichen Leben werden die Grundkenntnisse der gewerblichen Schutzrechte und von Recherchemöglichkeiten abwechslungsreich vermittelt. Die Vorlesung ist dabei auf eine aktive Beteiligung der Teilnehmer ausgerichtet.

Zu den gewerblichen Schutzrechten gehören neben den Patenten vor allem auch Gebrauchsmuster, Geschmacksmuster sowie Marken (früher Warenzeichen). Auch das Firmierungsrecht und das Vergabe- und Benutzungsrecht für Domains werden angesprochen.

Als anzustrebende Grundkenntnisse werden dabei weniger juristische Denkweisen sondern das Verständnis für die Möglichkeiten und Risiken angesehen, welche sich aus Schutzrechten ergeben.

Was nützen zigtausend Euro an Investitionen in eine Neuentwicklung, wenn die Konkurrenz ohne Investitionskosten in kürzester Zeit und mit womöglich einem enormen Werbeetat den Absatzmarkt mit Imitaten überflutet?

NICHTS! Möglichkeiten erkennen bedeutet also, gezielt Schutzmöglichkeiten für eigene Erfindungen, Produkte und die Bezeichnungen selbiger auszuwählen. Natürlich gibt es grundlegende Regeln, die vor der Veröffentlichung einer Erfindung und der Anmeldung beim Paten- und Markenamt zwingend zu beachten sind. Auch das Kopieren von Wettbewerberideen ist oftmals nicht nur interessant, sondern sogar zulässig. Risiken bedeutet die Gefahr, die durch Missachtung der Rechte Dritter ausgeht, bewusst zu erkennen. Die Verletzung eines Patents oder die Benutzung einer möglicherweise phantasievollen Bezeichnung für ein Produkt oder eine Dienstleistung und u. U. deren Verwendung als Domain bringen im Fall der Verletzung eine Marke / Firmierung eines Dritten schnell enorme Kosten für das Vernichten der eigenen Produkte und eigenen Werbeunterlagen, Imageverluste und Kosten der diesbezüglich dankbaren Anwälte und Gerichte. Fünf- und sechsstelligen Schadensbeträge kommen selbst bei "Kleinigkeiten" schnell zusammen. Diesbezügliche Unkenntnis aber auch der Missbrauch von Schutzrechten zum gezielten Schaden Dritter sind heute leider gängige Praxis.

Rechtsrahmen der Recyclingwirtschaft

Grundprinzipien und Instrumente des Umweltrechts
Unionsrechtliche Grundlagen der Kreislaufwirtschaft
Deutsches Kreislaufwirtschaftsrecht

Abfallbegriff
Abfallvermeidung, -verwertung, -beseitigung
Überlassungspflichten
Betriebsorganisation, Überwachung, Nachweise
Anforderungen an Abfallentsorgungsanlagen
Transport von Abfall
Gewerbeabfallverordnung
Ersatzbaustoffe

Spezielle Stoffströme

	<p>Verpackungen Elektro- und Elektronikgeräte Fahrzeuge Batterien und Akkumulatoren PCB Halogenierte Lösungsmittel Altöl Altholz Klärschlamm Bioabfall</p> <p>3D-Druck in der Verfahrenstechnik: Techniken und Prozesse des 3D-Drucks (Extrusion, Stereolithographie, Inkjet-Drucker, Pulverbasiertes Drucken, ...) Materialien für 3D-Druck Modellierungswerkzeuge (CAD, Korrelationen, CFD) Aktuelle Anwendungen aus der (Chemischen) Verfahrenstechnik, Elektrochemie Projektaufgaben (3D-drucken, Versuche durchführen, auswerten, interpretieren)</p> <p>Technisches Englisch This course aims at the development of the communication skills and specialised language required for scientific, technical and engineering settings. The language practiced in this course goes beyond the B2 level of the CEFR to enable the participants to express themselves appropriately in a scientific and technical context.</p> <p>Technical Writing This course aims at the development of the writing skills and specialised language required for scientific, technical and engineering settings. The language practiced in this course goes beyond the B2 level of the CEFR to enable the participants to express themselves appropriately and effectively in a scientific and technical context.</p> <p>Applied English for Science ad Technologi This course aims at the development of the communication skills and specialised language required for scientific, technical and engineering settings. The language practiced in this course goes beyond the B2 level of the CEFR to enable the participants to express themselves appropriately in a scientific and technical context.</p> <p>Wirtschaftsenglisch I This course aims at the development of commercial and business communication skills. The language practiced in this course goes beyond the B2 level of the CEFR and familiarizes learners with the finer points of business correspondence, conversation, and business-related procedures.</p> <p>Chinesisch I (nicht für Chinesen) ?</p>
<p>Studien- / Prüfungsleistungen:</p>	<p>Die Prüfungen werden in Form von Teilmodulprüfungen erbracht. Die übliche Prüfungsform besteht in einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer, in der die wesentlichen Inhalte der Vorlesung in Form von</p>

	Verständnisfragen behandelt werden. Bei großer Hörerzahl kann auf eine schriftliche Prüfung (Dauer 60 Minuten) ausgewichen werden.
Medienformen:	Tafel, Folien, Foliensammlung/Handout
Literatur:	<p>Arbeitsmedizin/Arbeitshygiene und Umweltmedizin für Ingenieure: Baur: „Arbeitsmedizin“, Springer-Verlag, 2013, ISBN 978-3-642-37413-5 Basic Principles in Occupational Hygiene, www.ohlearning.com, 2010</p> <p>Energieflüsse, Stoffkreisläufe und globale Entwicklung: Georg Schaub, Thomas Turek: “Energy Flows, Material Cycles and Global Development”, Springer 2011</p> <p>Interkulturelle Kompetenz keine</p> <p>International Teaching Staff Week: M. J. Quinn: Parallel Programming in C with MPI and OpenMPI, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2003. M. Griebel, S. Knappek und G. Zumbusch: Numerical Simulation in Molecular Dynamics, Springer, 2007. A. R. Leach: Molecular modelling principles and applications, Pearson Education Ltd., Harlow, 2001, 2nd edition. F. Jensen: Introduction to Computational Chemistry, Wiley, 2007. D. Frenkel und B. Smit: Understanding molecular simulation, Academic, San Diego, 2002, 2nd edition. J. Altenbach, H. Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner, 1994. G. H. Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley & Sons, 2000</p> <p>Nachhaltigkeit und Globaler Wandel: Berg, Chr.: Vernetzung als Syndrom, Campus: Frankfurt 2005 Jischa, M. F.: Herausforderung Zukunft, Technischer Fortschritt und Globalisierung; zweite (stark veränderte) Auflage, Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2005 Millenium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends, hg. von R. Hassan et al., Washington 2005 Wijkman, A., Rockström, J., Bankrupting Nature, London/New York 2012 Diverse Studien des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), vor allem Jahresgutachten 1996,2004, 2011 Berlin 1996, 2004, 2011</p> <p>Einführung in den gewerblichen Rechtsschutz, insbesondere Patentrecht: elektronische Unterlagen zur Vorlesung</p> <p>Rechtsrahmen der Recyclingwirtschaft KrWG (Kreislaufwirtschaftsgesetz), dtv, neueste Auflage (Gesetzestext) Förtch/Meinholz, Handbuch betriebliche Kreislaufwirtschaft, 2015 Kurth/Oexle, Handbuch der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft, 2013 weitere Vertiefungsliteratur wird in der Vorlesung bekannt gegeben</p> <p>3D-Druck in der Verfahrenstechnik: D. Pham, S.S. Dimov, “Rapid Manufacturing: The Technologies and Applications of Rapid Prototyping and Rapid Tooling” Springer, London, New York, 2011 J. Micallef “Beginning design from 3D Printing”, Apress L. P., 2015</p>

C. Parra-Cabrera, C. Achille, S. Kuhn, R. Ameloot, "3D printing in chemical engineering and catalytic technology: structured catalysts, mixers and reactors", Chemical Society Reviews, 2018, 47, 1, 209-230, doi:10.1039/c7cs00631d

Technisches Englisch

Reading materials will be discussed in the first class meeting.

Course book (for self study):

Cambridge English for Engineering: Mark Ibbotson, Cambridge Professional English, ISBN: 978-0-521-71518-8

Further reading: to be announced

Technical Writing

Reading materials will be discussed in the first class meeting.

Applied English for Science and Technology

Reading materials will be discussed in the first class meeting.

Wirtschaftsenglisch I

Reading materials will be discussed in the first class meeting.

Chinesisch I (nicht für Chinesen)

China entdecken - Lehrbuch 1, Verlag China Books, ISBN: 978-3-905816-51-8

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Gruppenarbeit
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Gruppenarbeit
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. D. Goldmann, Prof. Dr.-Ing. J. Strube, Prof. Dr.-Ing. T. Turek, Prof. Dr. A. Weber, Prof. Dr.-Ing. R. Weber
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	Projekt 6 SWS
Arbeitsaufwand:	300 h; 84 h Präsenzstudium; 216 h Selbststudium
Kreditpunkte:	10
Voraussetzungen:	Chemische Reaktionstechnik II, Thermische Trennverfahren II, Mechanische Verfahrenstechnik II, Bioverfahrenstechnik
Lernziele:	Die Studierenden wenden ihre Kenntnisse aus den Pflicht- und Wahlpflichtvorlesungen zu verfahrenstechnischen Fragestellungen in einer Gruppe unter Projektbedingungen auf eine in jedem Semester neu vergebene und aktuelle Themen und Forschungsrichtungen aufgreifende Aufgabenstellung an. Die Studierenden analysieren zunächst die Problemstellung und beschaffen sich die zur Lösung der Aufgabe erforderlichen Informationen (wissenschaftliche Literatur, Firmenangaben, wirtschaftlichen Daten). Sie organisieren dabei ihren zeitlichen und personellen Einsatz eigenständig, wobei Entscheidungen auch auf der Grundlage beschränkter Informationen innerhalb eines festgelegten Zeitraums getroffen werden müssen. Damit lernen die Studierenden reale Projektarbeit kennen, die das wichtigste Element der modernen Berufswelt des Ingenieurs darstellt. Die in einem Bericht und in Form einer Präsentation zusammengefassten Ergebnisse werden von den Studierenden analysiert und im Hinblick auf die technische Umsetzbarkeit kritisch bewertet.
Kompetenzen	Fähigkeit zur Beurteilung und Bewertung ingenieurwissenschaftlichen Handelns
	Fähigkeit, in nationalen und internationalen Teams zu arbeiten und sicher zu kommunizieren
Inhalt:	Die Studierenden haben die Aufgabe, eine verfahrenstechnische Anlage zu planen. Dies beinhaltet die Auswahl einer Verfahrensvariante, die Erstellung von Massen- und Energiebilanzen, die Erarbeitung eines Verfahrensfießbildes, die Auslegung der Hauptapparate und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Die Arbeit wird in Teams von 3 bis 6 Studierenden durchgeführt, die sich regelmäßig treffen und über den Arbeitsfortschritt berichten. Die Arbeit wird mit einem Bericht und Abschlussvorträgen beendet.
Studien- Prüfungsleistungen:	Bericht, Präsentation
Medienformen:	Textsystem mit Formelsatz
Literatur:	Literatur je nach Aufgabenstellung

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Heterogenkatalytische Gas-Feststoffreaktionen
Lehrveranstaltungen:	Heterogenkatalytische Gas-Feststoffreaktionen
Studiensemester:	3.
Dozent(in):	Prof. U. Kunz
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Chemische Prozesse
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Grundlagen der chemischen Reaktionstechnik sollten vorhanden sein
Lernziele:	Die Teilnehmer sollen katalytische Reaktionen beschreiben können, sie sollen die Grundlagen wiedergeben können, begreifen und anwenden können und die vorgetragenen Grundlagen katalytischer Reaktionen auf unbekannte Stoffsysteme anwenden können. Die Teilnehmer sollen Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben, die für das Verständnis katalytischer Reaktionen notwendig sind. Die Studierenden sollen nach Teilnahme dieser Vorlesung in der Lage sein, die beispielhaft vermittelten Grundlagen auf andere katalytische Systeme zu transferieren und technische Probleme in der praktischen Anwendung analysieren zu können, Schlüsse zu ziehen und Lösungen entwickeln zu können .
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	Einführung in das Gebiet der heterogenkatalytischen Gas-Feststoffreaktionen und der Entwicklung von Feststoffkatalysatoren 1. Grundlagen und praktische Bedeutung 2. Katalysatortypen und ihre Herstellung 3. Auswahlkriterien katalytisch aktiver Komponenten 4. Trägermaterialien, Auswahl und Herstellung 5. Methoden der Katalysatoraktivierung 6. Sorptionsvorgänge an Feststoffoberflächen 7. Geschwindigkeitsgleichungen für heterogenkatalytische Oberflächenreaktionen 8. Stoff- und Wärmetransporteinflüsse bei der heterogenen Katalyse 9. Präparation ausgewählter bedeutsamer technischer Katalysatoren 10. Formgebung 11. Wechselwirkung Katalysator-Reaktor-Verfahren 12. Katalysatordesaktivierung und Regenerierung
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur von 60 min Dauer, bei weniger als 10 Teilnehmern pro Semester eventuell auch mündliche Prüfung.
Medienformen:	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Literatur:	J. M. Smith: Chemical Engineering Kinetics, McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-058710-8

	J. T. Richardson: Principles of catalyst development, Plenum Press, ISBN 0-306-43162-9 B. C. Gates: Catalytic Chemistry, John Wiley, ISBN 0-471-51761-5
--	--

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Hochtemperaturtechnik zur Stoffbehandlung
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Hochtemperaturtechnik zur Stoffbehandlung
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr. -Ing. Roman Weber
Sprache:	Vorlesung auf Englisch, Übung auf Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Energie
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	150h; 42h Präsenzstudium; 108h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Wärmeübertragung 1, Strömungsmechanik 1
Lernziele:	<p>Die Studierende sind nach dem Bestehen der Prüfung selbständig die in der Vorlesung besprochenen Inhalte auf technische Fragestellungen im Bereich der Thermoprozesstechnik zur Stoffbehandlung anzuwenden. Hierzu werden die Thermodynamischen und mathematischen Grundlagen der technischen Auslegung von Industrieöfen und Brennern unter Berücksichtigung umwelttechnischer Aspekte vermittelt. Darauf aufbauend werden Möglichkeiten zur Schadstoffvermeidung und Energierückgewinnung vorgestellt.</p> <p>Studierende kennen die thermodynamischen und chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen und sind in der Lage die Berechnungen sowie Energie-, Massenbilanzen durchzuführen. Anhand von Kenntnissen über die Eigenschaften unterschiedlicher Brennstoffe und der Strömungsmechanik können sie Merkmale über das Verhalten von den Flammen ableiten, um die Grundlagen der Feuerraumauslegung den Feuerungen für die gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffe zu beschreiben. Sie beherrschen die Grundlagen der Schadstoffbildung und wissen, wie Abgase durch die primären Maßnahmen gefahrlos abgeführt werden, um die gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte zu evaluieren. Studierende können mit dem Abschluss dieses Moduls und den Vorkenntnissen in Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungsmechanik und Reaktionskinetik die erlernten theoretischen Grundlagen anwenden und die sich ergebenden Zusammenhänge bezüglich der Auslegung der Anlagen fachlich einschätzen und beurteilen. Sie können die vorgegebenen Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten.</p>
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Basics of Furnace Design and Operation 2. Principles of Heat Exchanger Design 3. Industrial Burners 4. Swirling Flows and Flames 5. Combustion Generated Air Pollutants

	6. NOx Formation and Destruction Mechanism
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung (Dauer 60 min.)
Medienformen:	Skript, PowerPoint, Übungsaufgaben
Literatur:	- R. Weber "High Temperature Technology " (Skript zur Vorlesung)

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung	Masterarbeit + Präsentation
Lehrveranstaltung / Teilmodul	Masterarbeit + Präsentation
Semester:	4.
Dozent(in):	Dozenten aus der Lehrinheit Verfahrenstechnik
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflicht
Lehrform / SWS:	
Arbeitsaufwand:	720 h Selbststudium
Kreditpunkte:	24
Voraussetzungen:	Nachweis von mindestens 75 CP
Lernziele	Die Masterarbeit soll die Studierenden unter Anleitung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten in einem Teilgebiet der Verfahrenstechnik oder des Chemieingenieurwesens befähigen. Die Studierende analysieren innerhalb einer vorgegebenen Frist eine anspruchsvolle Aufgabenstellung aus dem gewählten Schwerpunkt, identifizieren geeignete Modelle und Methoden, entwickeln sie gegebenenfalls entsprechend des Arbeits- und Erkenntnisfortschritts weiter und setzen sie zur Lösung der Aufgabe ein. In der schriftlichen Ausarbeitung wenden die Studierenden ihre Kenntnisse im wissenschaftlichen Schreiben an und demonstrieren in der Präsentation im Rahmen eines wissenschaftlichen Seminars ihre Fähigkeit, fachliche Themen in geeigneter Form aufzuarbeiten und verständlich darzustellen. Durch den erfolgreichen Abschluss der Masterarbeit soll insgesamt sichergestellt werden, dass die Studierenden die für den Übergang in den Beruf notwendigen vertieften Fachkenntnisse erworben haben, die Zusammenhänge des Faches überblicken und die Fähigkeit besitzen, anspruchsvolle Probleme des Fachgebietes mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.
Kompetenzen	Kenntnisse und Fähigkeit, Forschungs- und Entwicklungsaufgaben selbständig nach ingenieurwissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten, zu dokumentieren und Arbeitsergebnisse darzustellen
Inhalt:	Die Studierenden erarbeiten anhand der Master-Arbeit eine wissenschaftliche Fragestellung innerhalb eines Forschungsprojektes der TU Clausthal selbständig und legen die Erkenntnisse in einer Ausarbeitung dar.
Studien- Prüfungsleistungen	Schriftliche Ausarbeitung, Präsentation von ca. 30 Minuten (einschließlich Diskussion) im Rahmen eines Seminars
Medienformen:	Textsystem mit Formelsatz
Literatur:	Bekanntgabe in Abhängigkeit von der Themenstellung

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Mechanische Verfahrenstechnik II
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Mechanische Verfahrenstechnik II
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. A. Weber
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Kenntnisse Mechanische Verfahrenstechnik I
Lernziele:	Transportmechanismen von Partikeln in Gasen, Flüssigkeiten und Schüttgütern verstehen und die apparative Umsetzung kennenlernen. Einfluss der verschiedenen Grundoperationen auf die Evolution der Partikelgrößenverteilung mittels Populationsbilanzen beschreiben können. Dimensionsanalyse an Beispielen aus der Verfahrenstechnik verstehen.
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schüttgutmechanik 2. Grundlagen der Gasentstaubung 3. Grundlagen der Fest-Flüssig-Trennung 4. Populationsbilanzen 5. Dimensionsanalyse
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur, 120 min
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Handbuch der Mech. Verfahrenstechnik I + II (ed. H. Schubert, Wiley 2003)

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Systeme
Lehrveranstaltungen:	Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Systeme
Studiensemester:	1.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - lernen: <ul style="list-style-type: none"> - Numerik - Simulationsmethoden - wissen: <ul style="list-style-type: none"> - Modellbildung stationär und rigoros - Modellbildung stationär und dynamisch - sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> - Modelle für Verfahrenstechnische Systeme zu erstellen - Verfahrenstechnische Systeme zu simulieren
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse im mathematisch-, natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereich zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Verfahrensentwicklung - Methoden der Prozessentwicklung - Statistische Versuchsplanung - Modellerstellung - Numerische Lösung - Modellparameterbestimmung - Modell- und Datenvalidierung
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript, PC-Übungen
Literatur:	- Skript, u.a.

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Nichtkatalytische Mehrphasenreaktionen
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Nichtkatalytische Mehrphasenreaktionen
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Chemische Prozesse
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Chemische Reaktionstechnik I + II
Lernziele:	Die Studierenden bauen auf den Grundkenntnissen zum Reaktionsablauf bei katalysierten Reaktionen aus der Vorlesung Chemische Reaktionstechnik II auf und analysieren die prinzipiellen Vorgänge an Grenz- und Oberflächen im Falle von nichtkatalytischen chemischen Reaktionen. Sie verstehen das komplexe Zusammenwirken von Reaktion und Stofftransport bei Gas-Flüssig- und Gas-Feststoff-Reaktionen und sind in der Lage, mathematische Modelle zur Berechnung idealisierter Grenzfälle anzuwenden. Darüber hinaus werden die neu erworbenen Kenntnisse mit dem vorhandenen Wissen aus der Chemischen Reaktionstechnik verknüpft und zur Auslegung von speziell für Mehrphasenprozesse geeigneten Reaktoren genutzt. Die Studierenden vertiefen ihre Fertigkeiten und Kenntnisse zu den Inhalten in Hausübungen selbstständig oder in Gruppen. Diese Übungsaufgaben können mithilfe einer aus den Pflichtvorlesungen bekannten mathematischen Berechnungssoftware gelöst werden.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stoffaustausch ohne chemische Reaktion 2. Stoffaustausch mit chemischer Reaktion 3. Grenzfälle bei Gas-Flüssig-Reaktionen 4. Auslegung von Gas-Flüssig-Reaktoren 5. Grundphänomene bei Gas-Feststoffreaktionen am Einzelpartikel 6. Reaktionen von nicht porösen Feststoffen (Shrinking Core Modell) 7. Auslegung von Gas-Feststoffreaktoren
Studien- / Prüfungsleistungen:	Die übliche Prüfungsform besteht in einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer, in der die wesentlichen Inhalte der Vorlesung in Form von Verständnisfragen behandelt werden. Bei großer Hörerzahl kann auf eine schriftliche Prüfung ausgewichen werden.
Medienformen:	Tafel, Folien, Skript

Literatur:

- Skript „Nichtkatalytische Mehrphasenreaktionen“
- K.R. Westerterp, W.P.M. van Swaaij, A.A.C.M. Beenackers, "Chemical Reactor Design and Operation", John Wiley & Sons, 1993
- J.A. Wesselingh, R. Krishna, "Mass Transfer", Ellis Horwood, 1991
- J. Szekeley, J.W. Evans, H.Y. Sohn, "Gas-Solid Reactions", Academic Press, 1976

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Pharmaverfahrenstechnik
Lehrveranstaltungen:	Pharmaverfahrenstechnik
Studiensemester:	4.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Life Science Engineering
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Thermische Verfahrenstechnik II und Praktikumsversuche Kristallisation und Bioanalytik empfohlen
Lernziele:	Die Studierenden - lernen: - Grundlagen der Pharmazeutischen Verfahrenstechnik - wissen: - Entwicklung und Synthese/Fermentation von Wirkstoffen - sind in der Lage: - Prozesse und Apparate der Pharmazeutischen - Verfahrenstechnik auszulegen
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen - Physiologie des Menschen - Allgemeine Pharmakologie - Arzneimittelwirkungen - Wirkstoffentwicklung - Klassifizierung und Arzneistoffsynthese - Allgemeine und Technologische Grundlagen - Arzneiformen - Biotechnologie/Gentechnik - Apparatechnik/Konstruktion/Engineering
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript, Gruppenübung
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript, u.a.

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Rechnergestützte Auslegung von chemischen Reaktoren
Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Rechnergestützte Auslegung von chemischen Reaktoren
Studiensemester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Chemische Prozesse
Lehrform / SWS:	1 V / 3 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen	Chemische Reaktionstechnik I + II
Lernziele:	Anhand einer jährlich neu vergebenen und aktuelle Themen und Forschungsrichtungen aufgreifenden Aufgabenstellung werden die Studierenden mit der praktischen Vorgehensweise bei der Auslegung von chemischen Reaktionsapparaten vertraut gemacht. Dabei werden vorzugsweise anspruchsvolle Fragestellungen bei mehrphasigen, technisch relevanten Prozessen betrachtet. Die Studierenden analysieren zunächst in Gruppen die Aufgabenstellung und beschaffen sich die zur Lösung der Aufgabe erforderlichen Informationen (wissenschaftliche Literatur, Firmenangaben, wirtschaftlichen Daten). Sie organisieren dabei ihren zeitlichen und personellen Einsatz eigenständig. Die Studierenden lernen die für die mathematische Modellierung der chemischen Reaktoren benötigte Berechnungssoftware kennen und wenden sie für Simulationsrechnungen, Parameterstudien und Optimierungen an. Die in einem Bericht und in Form einer wissenschaftlichen Präsentation zusammengefassten Ergebnisse werden von den Studierenden analysiert und im Hinblick auf die technische Umsetzbarkeit kritisch bewertet.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	In dieser Lehrveranstaltung wird die rechnergestützte Auslegung von chemischen Reaktoren anhand unterschiedlicher Beispiele in Form von Gruppenarbeit behandelt. In der Vorlesung werden Grundlagen der rechnergestützten Auslegung von Reaktoren vermittelt. Sie gliedert sich in folgende Punkte <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in das Programmsystem Aspen Custom Modeler 2. Bilanzierung von Reaktoren 3. Kinetik und Gleichgewicht 4. Mehrphasenreaktoren In der Gruppenarbeit sollen die theoretischen Kenntnisse umgesetzt werden und entsprechend der Aufgabenstellung ein Reaktor mathematisch modelliert und Simulationen durchgeführt werden.

Studien-/ Prüfungsleistungen:	Bewertung von Abschlussbericht und Vortrag in Form einer mündlichen Prüfung
Medienformen:	Folien, Computerarbeit
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">- Skripte Chemische Reaktionstechnik I und II- G. Emig; E. Klemm; E. Fitzer, Technische Chemie, Springer 2005.- M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH 2006.- J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, Wiley-VCH 2004.

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung	Strömungsmechanik II
Lehrveranstaltung / Teilmodul	Strömungsmechanik II
Semester:	1.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. habil. Gunther Brenner
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium und Übung, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Vorausgesetzt werden die Kenntnisse der Vorlesungen Mechanik, Ingenieurmathematik und Strömungsmechanik
Lernziele	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> - können die fundamentalen Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik sowie deren Gültigkeitsbereich interpretieren - kennen die Definition von Feldgrößen und substantiellen Größen sowie Lagrangescher und Eulerscher Betrachtungsweisen - sind in der Lage differentielle und integrale Erhaltungssätze für komplexe Strömungsformen und praktische Anwendungen aufzustellen und zu lösen - verwenden mathematische Operationen wie Integration, Differentiation, Divergenz, Gradient & Co auf partielle Differentialgleichungen an - können für newtonsche Fluide relevante Bewegungsgleichungen aus Erhaltungsgleichungen, z.B. die Navier-Stokes-Gleichung aus der klassischen Impulsgleichung, unter Einsatz von Divergenz, Gauß' Integralsatz und Reynolds' Transporttheorem entwickeln, durch sinnvolle Näherungen und Annahmen vereinfachen und mögliche Einschränkungen der Idealisierung einschätzen - kennen den Gültigkeitsbereich der Potentialtheorie, können durch Superposition von Elementarlösungen reibungsfreie, ebene, stationäre Umströmungsprobleme approximieren und damit die Geschwindigkeiten und Drücke im Strömungsfeld quantifizieren - können die Entstehung von Auftrieb und induziertem Widerstand an Tragflügeln endlicher Streckung qualitativ erklären und kennen Lösungsmöglichkeiten für - können Zusammenhänge von Dynamik, Wirbelerhalt, Ablösung, Strukturbildung und Turbulenz beschreiben - kennen stationäre und instationäre laminare Schichtenströmungen und ihre Anwendung - können Strömungsbeiwerte bei Umströmung von stumpfen Körpern klassifizieren - können Grenzschichten hinsichtlich ihrer Eigenschaften beschreiben und Grenzschichtgleichungen mittels Dimensionsanalyse lösen

	<ul style="list-style-type: none"> - können nicht-/newtonsche Fluide hinsichtlich ihrer rheologische Eigenschaften klassifizieren, Beispiele benennen und Materialgesetze anhand von Modellrheologie entwickeln - können Techniken zur Messung rheologischer Größen benennen und ihre Funktionsweise beschreiben - entwickeln ein Verständnis für die Bedeutung der Strömungsmechanik im Alltag sowie bei wärme- und verfahrenstechnischen Prozessen, so dass sie solche Prozesse charakterisieren und auslegen können - lernen grundsätzliche Möglichkeiten und Grenzen numerischer Strömungssimulation zu bewerten - erarbeiten in Gruppen während der Vorlesung eigene Fragestellungen zu den behandelten Themen - lösen in den Übungen selbständig bzw. in Zusammenarbeit mit Kommiliton*innen theoretische und anwendungsorientierte Fragestellungen der Strömungsmechanik - verbessern ihre Lern- und Arbeitstechnik sowie Vortragsweise durch Präsentation der eigenständig bearbeiteten Übungsaufgaben - steigern ihre Kooperationsbereitschaft sowie ihre Fähigkeit zum Zeitmanagement, Kommunikation und Organisation in der Gruppe durch teamorientierte Bearbeitung der gestellten Aufgaben - schulen gegenseitigen respektvollen Umgang durch Vortragen/Zuhören und Fragestellen an die eigenen Kommilitonen
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Motivation, Zusammenfassung strömungsmechanischer Grundlagen, Erhaltungsgleichungen. 2. Rheologie, Materialgesetze in der Strömungsmechanik: Newtonsche und Nicht-Newtonsche Fluide, Viskoelastizität 3. Viskose Schichtenströmungen: Laminare und turbulente Innenströmungen, instationäre Strömungen, Außenströmungen, Klassifizierung, analytische Lösungen, Selbstähnlichkeit 4. Massen und Stofftransport in laminaren und turbulenten Grenzschichten 5. Mehrphasige Strömungen und Strömungen in porösen Medien 6. Strömungsvorgänge in chemischen Apparaten: Kennzahlen, Phänomene, Auslegung
Studien- Prüfungsleistungen	Prüfungsform: mündliche Prüfung (30 min)
Medienformen:	Skript, Tafel, Folien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Eigenes Skript - Spurk, Strömungslehre – Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer Verlag. - Böhme, Strömungsmechanik Nicht-Newtonscher Fluide, Teubner. - Strauß, Strömungsmechanik-Einführung für Verfahreningenieure, VCH.

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Technische Thermodynamik II
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Technische Thermodynamik II
Semester:	4.
Dozent(in):	Dr.-Ing. Marco Mancini
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht Studienrichtung Energie
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Technische Thermodynamik I
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende wissen den Unterschied zwischen einem idealen und einem realem Gas und können dessen Einfluss auf relevante Problemstellungen umsetzen. • Studierende kennen die grundlegenden Begriffe, Definitionen und die Hauptsätze in dem Bereich der Technischen Thermodynamik II und können diese erläutern sowie anwenden. • Studierende können die thermodynamischen Probleme in der Praxis erkennen, beurteilen und einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, sowie die Ergebnisse präsentieren. • Studierende können die Stoff- und Energiebilanzen reversiblen Energieumwandlungsprozessen der idealen Gase in den Anwendungsbereichen: Kraftwerktechnik (Wasserdampf) und Klimatechnik (Gas-Dampf-Gemische/ Feuchte Luft) erstellen. • Studierende können die grundlegende Methode der thermodynamischen Analyse anwenden und die einfachen technischen Anlagen in den relevanten Anwendungsbereichen selbstständig bilanzieren und die Ergebnisse kritisch auswerten. • Studierende können erlerntes Wissen eigenständig vertiefen. • Studierende können eigene Stärken und Schwächen realistisch einzuschätzen und darauf basierend die eigenen Lernprozesse zu organisieren. • Studierende können sich in Bezug auf ein thermodynamisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken. • Studierenden können die Lösungen entwickeln und eigene Entscheidungen vertreten. • Studierende sind in der Lage in Teams zusammenzuarbeiten, sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen und das Verständnis mit den Mitstudierenden überprüfen und vertiefen.
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reales Gasverhalten (H₂O-Dampf) 2. Mathematische Methoden der Thermodynamik 3. Rechtsläufige Prozessen mit Realen Gase 4. Gas-Dampf-Gemische

	5. Reibungseinfluss
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (180 min)
Medienformen:	Vorlesungsskript, Übungsblock
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">- H.D. Baehr: Thermodynamik, Springer-Verlag/Heidelberg/New York 2000, 10. Auflage- Norbert Elsner, Grundlagen der technischen Thermodynamik, Akad.-Verl., Berlin 1993, 8. Auflage- N. Schaffel-Mancini, Technische Thermodynamik II, Papierflieger Verlag

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Thermische Trennverfahren II
Lehrveranstaltungen:	Thermische Trennverfahren II
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I, Praktikumsversuche Destillation, Extraktion und Kristallisation empfohlen
Lernziele:	Die Studierenden - lernen: - Stoffaustausch - Wärmeaustausch - Gemischthermodynamik - wissen: - Theoretische Auslegungsmethoden - sind in der Lage: - Apparate und Prozesse der Thermischen - Verfahrenstechnik detailliert auszulegen
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	1. Mischphasen-Thermodynamik: Reales Verhalten (Fugazität, Aktivität), Phasen-Gleichgewichte (v)/(l) - (g)/(l) - (l)/(l), 2. Stoffübergang: Maxwell-Stefan-Gleichung, Filmtheorie, Oberflächenerneuerungstheorie, Stoffübergangskoeffizienten etc. 3. Mehrstoff-Rektifikation: Ideale/reale Gemische 4. MSR-Technik für Grundoperationen der Thermischen Verfahrenstechnik 5. Detaillierte Auslegung von Apparaten und Prozessen
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - J. King: Separation Processes; McGraw-Hill Book Company, New York - I.A. Wesselingh, R. Krishna: Mass Transfer; Ellis Harwood, London - E.-U. Schlünder: Einführung in die Stoffübertragung; Thieme Verlag, Stuttgart - K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik Bd. 2; Springer Verlag, Berlin

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Verbrennungstechnik
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Verbrennungstechnik
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. R. Weber
Sprache:	Englisch, Prüfung wahlweise Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflicht
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Ingenieurmathematik I und II, Thermodynamik 1, Chemische Thermodynamik (empfohlen)
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - vertiefen und verfestigen ihre vorhandenen Kenntnisse zur Bilanzierung technischer Verbrennungsprozesse - kennen und verstehen die Besonderheiten der Gleichgewichtsberechnung chemischer Reaktion - können eine geeignete Berechnungsmethode zur Bestimmung des chemischen Gleichgewichts komplexer chemischer Systeme auswählen und die Berechnungen durchführen - sind in der Lage den Einfluss äußerer Einwirkungen auf das Gleichgewicht zu erkennen und zu berechnen - kennen und verstehen die Elemente der chemischen Reaktionskinetik - können geeignete Verfahren zur zeitlichen Beschreibung des Reaktionsfortschritts chemischer Reaktionen auswählen und anwenden - sind in der Lage chemische Reaktionsmechanismen zu beschreiben und zu berechnen" <p>Die Studierenden werden dazu ermutigt im Rahmen der großen Übung frei über Fragestellungen der Verbrennungstechnik zu diskutieren. Sie erwerben dabei die Fähigkeit, Beiträge anderer Studierenden kritisch zu bewerten, eigene Lösungsvorschläge zu verschiedenen Fragestellungen im Bereich der Verbrennungstechnik zu entwickeln und Hypothesen zu bilden und zu bewerten.</p>
Kompetenzen	Vertiefte Kenntnisse, Fähigkeiten und Methodenkompetenz zur ingenieurwissenschaftlichen Analyse und Synthese von verfahrenstechnischen Produkten und Systemen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stöchiometrie der Verbrennung 2. Massenbilanz bei der Verbrennung 3. Energiebilanz bei der Verbrennung 4. Grundlagen der Reaktionskinetik 5. Mechanismen der elementaren Verbrennungsreaktionen 6. Reaktionsgeschwindigkeitsgleichungen 7. Verbrennung von flüssigen und festen Brennstoffen

Studien- Prüfungsleistungen:	schriftlich 120 Min, (bei weniger als 5 Teilnehmer mündlich)
Medienformen:	Tafel, Powerpoint, Skript
Literatur:	R. Weber, Combustion Fundamentals, Clausthal-Zellerfeld, 2013 (Skript)

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Wärmeübertragung II
Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Wärmeübertragung II
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr. –Ing. Roman Weber
Sprache:	Vorlesung auf Englisch, Übung auf Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach Studienrichtung Energie
Lehrform / SWS:	2 V / 1Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Wärmeübertragung I
Lernziele:	<p>Die Studierenden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. vertiefen das bereits erlernte Wissen in der Wärmeübertragung im Bereich der Gasstrahlung. 2. erweitern und ergänzen die mathematischen und physikalischen Grundlagen der Wärmeübertragung mit Schwerpunkt an Gasstrahlung. 3. können den Wärmetausch durch Strahlung anhand verschiedener Konfigurationen mit und ohne aktiven Medien sowie unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften erläutern, bestimmen und z.B. in Wärmebehandlungsöfen anwenden." <p>Die Studierenden können:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. sich in allgemeinen ingenieurwissenschaftlichen Themen kompetent auszudrücken und eigene Meinung zu verteidigen 2. Lösungen entwickeln und Entscheidungen vertreten 3. praktische Problemstellungen aus dem Bereich der Gasstrahlung selbständig bearbeiten
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Governing Laws for Thermal Radiation 2. Radiation Intensity, Emissive Power and Radiosity 3. Surface Radiation Characteristics 4. Solar Radiation 5. Radiation Exchange in Enclosures Containing a Radiatively Non-Participating Medium 6. Radiation in Absorbing, Emitting and Scattering Media 7. Absorption and Emission of Radiation by Gaseous Atoms and Molecules 8. Molecules 9. Absorption and Emission of a Volume of Gas of Uniform Properties 10. Radiation Exchange in an Enclosure Containing an Absorbing Emitting Medium
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung (Dauer max. 60 min)
Medienformen:	Powerpoint, Übungsaufgaben
Literatur:	- Skript

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">- R. Weber "Lecture Notes in Heat Transfer II. Thermal Radiation"- R.Siegel and J.R. Howell "Thermal Radiation Heat Transfer", Third Edition, Taylor & Francis, 1992- F.P. Incropera and D. P. Dewit "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", John Willey and Sons, 1996 |
|--|---|

Studiengang	Master Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen
Modulbezeichnung:	Wahlpflichtkatalog Vt/Ciw
Lehrveranstaltung / Teilmodul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abgasreinigung in Theorie und Praxis 2. Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyse: Praxisbeispiele der Elektrochemischen Verfahrenstechnik 3. Basic principles of molecular dynamics 4. Besondere physikalische Eigenschaften von Polymeren und Polymercomposites sowie deren Verarbeitung 5. Bioactive Molecules 6. Bioverfahrenstechnik III 7. Bioverfahrenstechnik IV 8. Brennstofftechnik I 9. Brennstoffzellen II 10. Chemieindustrie im Wandel 11. Chemische Prozesse und Märkte 12. Computational Thermodynamics für Materials and Process Design 13. Dynamische Simulation mit Aspen Custom Modeler 14. Einführung in die Prozessmodellierung für Ingenieure 15. Elektrische Energieerzeugung 16. Elektrische Energietechnik 17. Elektrische Energieverteilung 18. Elektrochemische Grundlagen 19. Energierecht 20. Energiesysteme 21. Energiewandlungsmaschinen I 22. Energiewandlungsmaschinen II 23. Elektrothermische Prozesstechnik 24. Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien 25. Gemischphasen Thermodynamik 26. Grundlagen der Kälte- und Wärmepumpen 27. Grundzüge der Biochemie 28. Industrielle Anwendung der verfahrenstechnischen Prozessanalyse und Prozessoptimierung 29. Ionische Flüssigkeiten 30. Kunststoffverarbeitung I 31. Kunststoffverarbeitung II 32. Mechanische Trennverfahren I (Grundlagen der Entstaubung) 33. Mechanische Trennverfahren II (Fest-Flüssig-Trennung) 34. Membrantechnik I 35. Multifunktionale Leichtbauwerkstoffe I + II 36. Numerische Strömungsmechanik 37. Partikelmesstechnik 38. Pflanzenbasierte, ressourceneffiziente Verfahrenstechnik zur Gewinnung wertvoller Wirkstoffe aus den Perspektiven von Bio- und Ingenieurwissenschaften 39. Planung und Bau von Chemieanlagen 40. Polymerisationstechnik 41. Polymer Thermodynamics 42. Polymerwerkstoffe I – Thermoplastische Systeme 43. Praxis der Heterogenen Katalyse 44. Produktgestaltung in der Partikeltechnik 45. Projektierung von Apparaten zur Stoffübertragung

	46. Prozessintensivierung 47. Prozesstechnik 48. Reactive Flows in High Temperature Processes 49. Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie 50. Systematische Prozessentwicklung im regulatorischen Umfeld 51. Stationäre Simulation mit Aspen Plus 52. Technische Chromatographie 53. Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen 54. Thermische Prozesse in Kraftwerken 55. Partikel- und Thermodynamik disperser Systeme 56. Turbulente Strömungen
Dozent(in):	1. Dr. S. Meyer 2. Dr. T. Hickmann 3. Jun.-Prof. Dr. Nina Gunkelmann 4. Dr. rer.nat B. Weidenfeller 5. Prof. Dr. Dieter E. Kaufmann 6. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 7. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 8. Prof. Dr.-Ing. R. Weber 9. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kunz 10. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 11. Dr. rer. nat. Bernd Langanke 12. Prof. M. Fischlschweiger 13. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 14. PD Dr. J. Wendelstorf 15. Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann 16. Dr.-Ing. Dirk Turschner 17. Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann 18. Prof. Dr. Frank Endres 19. Prof. Dr. H. Weyer 20. Prof. Beck, Prof. Müller-Kirchenbauer, Dr. Mancini, Dr. Lindermeir, Dr. Turschner, Dr. Faber (Ringvorlesung) 21. Prof. Schwarze 22. Dr.-Ing. H. Blumenthal 23. Dr.-Ing. S. Schubotz 24. Prof. A. Weber 25. Dr.-Ing. Thomas Grützner 26. Dr.-Ing. Michael Olbricht 27. apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Andreas Schmidt 28. Dr.-Ing. Frank Schulenburg 29. Prof. Dr. Frank Endres 30. Prof. Dr.-Ing. Dieter Meiners 31. Prof. Dr.-Ing. Dieter Meiners 32. Dr. A. Wollmann 33. Dr.-Ing. Clemens Bothe 34. Dr. Dieter Melzner 35. Prof. A. Wierach 36. Jun.-Prof. Dr. Nina Gunkelmann 37. Prof. A. Weber 38. Prof. Dr.-Ing. J. Strube 39. Dr.-Ing. Dirk Köster 40. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kunz 41. Prof. Dr.rer.nat M. Fischlschweiger

	42. Dr. Leif Steuernagel 43. Dr.-rer.nat. habil. Frank Klose 44. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Teipel 45. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 46. Dr. Reinhard Ditz 47. PD Dr. J. Wendelstorf 48. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 49. Dr.-Ing. M. Mancini 50. Dr.-Ing. S. Zobel-Roos 51. Prof. Dr.-Ing. T. Turek 52. Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube 53. Dr. Reinhard Ditz 54. Prof. Dr.-Ing. R. Weber 55. Dr.-Ing. M. Mancini 56. Prof. A. Weber, Prof. M. Türk 57. Prof. G. Brenner
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtkatalog
Kreditpunkte:	16
Kompetenzen	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen

Lehrveranstaltung / Teilmodul	Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyse: Praxisbeispiele der Elektrochemischen Verfahrenstechnik
Dozent(in):	Dr. Thorsten Hickmann
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS; Teilnehmer unbegrenzt
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	
Lernziele	Die Teilnehmer sollen Praxisbeispiele elektrochemischer Prozesse kennenlernen und beschreiben können. Darüber hinaus sollen die wesentlichen Komponenten elektrochemischer Reaktoren und ihre Herstellung verstanden und auf Basis der vorgetragenen Grundlagen zielgerichtet angewendet werden können. Die Teilnehmer sollen Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben, die in der Praxis benötigt werden. Die Studierenden sollen nach Teilnahme dieser Vorlesung in der Lage sein, die beispielhaft vermittelten Grundlagen der Praxisbeispiele auf andere elektrochemische Systeme zu transferieren und technische Probleme in der praktischen Anwendung analysieren zu können, Schlüsse zu ziehen und Lösungen entwickeln zu können.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung Thema und SOFC / DMFC • Niedertemperatur PEM / Hochtemperatur PEM Brennstoffzellen • Nanotechnologie und Multiwall Carbon Nanotubes, Graphene • Auswirkungen der Graphene im Systeme • Möglichkeiten von Kohlenstoffen in Polymeren • Aufbau der Kunststoffpyramide • Wirkung von amorphen und kristallinen Kunststoffen • Wechselwirkung von Thermoplasten, Elastomeren u. Duroplasten im System • Aufbau Elektrochemie von Elektrolyseuren • Anwendungen Technologie: PEM-Elektrolyseure / Galvanik-Elektrolyseure • Vanadium Redox Flow Batterien, Funktionsweise und Mechanismen • Organische Redox Flow Batterien, Brom-Redox-Flow Batterien • Li-Batterie / Batterien aus Zink / Blei / etc. • Anwendungen Technologie und Einsätze der Technologien
Studien-Prüfungsleistungen:	Klausur von 60 min Dauer, bei weniger als 10 Teilnehmern pro Semester / mündliche Prüfung.
Medienformen:	Skript, Tafelanschrieb, ausgegebene Power Point Folien
Literatur:	V. M. Schmidt: Elektrochemische Verfahrenstechnik, Wiley VCH, 2003 J. Töpler, J. Lehmann: Wasserstoff und Brennstoffzelle: Technologien und Marktperspektiven 2017, Springer Verlag
Bemerkungen:	keine

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Besondere physikalische Eigenschaften von Polymeren und Polymercomposites sowie deren Verarbeitung
Semester:	WS
Dozent(in):	Weidenfeller
Sprache:	deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium, 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Grundkenntnisse aus Physik, Chemie, Werkstoffwissenschaft
Lernziele:	<p>Nach erfolgreichem Abschluss der Lerneinheit sollen die Studierenden in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. den Aufbau von Polymeren zu beschreiben 2. den Zusammenhang zwischen der mikroskopischen Polymerstruktur und den makroskopischen Materialeigenschaften kennen 3. die wichtigsten Verarbeitungstechniken für Polymere darstellen 4. den Zusammenhang zwischen ausgewählten Verarbeitungsparametern und den makroskopischen Materialeigenschaften charakterisieren 5. die Änderung der Eigenschaften von polymeren Festkörpern durch Additivmaterialien ableiten können 6. die wichtigsten Techniken zur Charakterisierung von Polymeren zu benennen und ihre Funktionsweise zu erklären sowie theoretische Berechnungen dazu ausführen, z.B inhomogene Differentialgleichung lösen, Flächenträgheitsmomente berechnen. 7. Messkurven von DMA, DSC, TGA zu interpretieren 8. die vorgenannten Techniken auf Formgedächtnispolymere zu übertragen und diese zu analysieren
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aufbau von Polymeren 2. Kristalline, teilkristalline und amorphe Polymere 3. Polymereigenschaften 4. Kunststoffverarbeitungsverfahren (Spritzguss, Extrusion, Compoundieren) 5. Additive und Füllstoffe 6. Eigenschaftsänderungen durch Füllstoffe (Parallel- und Serienmodell) 7. Theoretische Beschreibung von Polymercompositen 8. Polymercharakterisierung 9. Zugversuch, Dynamisch Mechanische Analyse, Thermogravimetrie, Differenzkalorimetrie, mechanische Spektroskopie 10. Shape Memory Polymere (und Metalle)
Studien- / Prüfungsleistungen:	60 min Klausur, bei mehr als 10 Vorlesungsteilnehmern, ansonsten 30 min mündl. Prüfung
Medienformen:	Tafel, Folien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - G. Menges, Werkstoffkunde Kunststoffe, Hanser Verlag - W. Michaeli, Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag - G. Ehrenstein, D. Drummer, Hochgefüllte Kunststoffe, Springer VDI Verlag, - T.A Osswald, G. Menges, Materials Science of Polymers, Hanser Verlag

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Bioverfahrenstechnik III - Einführung in die Phytotechnologie
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube, PD Dr. Martin Tegtmeier
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Keine, Praktikumsversuche SL-Extraktion empfohlen
Lernziele:	Pflanzen bildeten über Jahrhunderte die wichtigsten Ausgangsmaterialien für viele Stoffe und Zubereitungen bei Arznei- und Lebensmitteln sowie im technischen Bereich. Mit der rasanten Entwicklung der Petrochemie verdrängten Syntheseprodukte der organischen Chemie auf der Basis von Erdölbestandteilen etliche pflanzliche Ausgangsstoffe. In den vergangenen Jahren haben Pflanzen aber wieder an Bedeutung gewonnen, da sie als nachwachsende Rohstoffe im Gegensatz zum Erdöl keine begrenzte Ressource darstellen und neben ökologischen Vorteilen auch durch wachsende wirtschaftlicher Attraktivität überzeugen. Dadurch wächst auch der Bedarf an modernen Verfahren zur Herstellung der Ausgangsstoffe aus den pflanzlichen Rohstoffen. Eine zentrale Bedeutung besitzen dabei Extraktionsverfahren, die durch geeignete Kombinationen von Auszugsmittel, Temperatur, Druck, Verfahrenstechnik und Anlagekonstruktion die gewünschten Pflanzeninhaltsstoffe liefern. Zum Verständnis dieses wichtigen Gebietes der Phytotechnologie sind Kenntnisse über Pflanzen und deren Materialeigenschaften sowie deren Inhaltsstoffe essentiell, um effiziente Verfahren entwickeln zu können.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung und Perspektiven für Phytoextrakte - Botanik, Morphologie und Phytochemie - Phytoextrakte
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Bioverfahrenstechnik IV - Spezielle Aspekte der Phytotechnologie
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube, PD Dr. Martin Tegtmeier
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Keine, Praktikumsversuche SL-Extraktion empfohlen
Lernziele:	In der Vorlesung werden die wichtigsten Voraussetzungen für Anforderungen und Kenntnisse aus dem Umfeld der Phytoextraktion dargestellt. Hochwertige Produkte sowie deren Akzeptanz und Erfolg am Markt entstammen fast immer optimalen Herstellungsprozessen. Dafür müssen sehr gute und effiziente Verfahrenstechniken entwickelt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sind detaillierte Kenntnisse nicht nur der Grundlagen der Phytotechnologie sondern auch der wesentlichen Begleitbereiche erforderlich. Im Falle von Phytoextrakten betrifft dies sowohl Kenntnisse über sämtliche Ausgangsmaterialien als auch die gesetzlichen Regelwerke und Normen. Ein weiterer zentraler Bereich stellt die Qualitätssicherung dar. Die kontinuierliche Erzeugung hochwertiger Phytoextrakte erfordert Anlagen und Verfahren, welche den heutigen Vorstellungen eines Total Quality Managements (TQM) entsprechen.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Pharmazeutische Phytotechnologie/Verwendung von Pflanzen in der Medizin - Gewinnung von Pflanzenmaterial - Qualitätskontrolle - Gesetzliche Rahmenbedingungen - Qualitätssicherung
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Brennstofftechnik I
Semester:	4.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. R. Weber
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	-
Lernziele:	Fossile Brennstoffe werden auch in Zukunft eine tragende Rolle im Bereich der elektrischen Energieerzeugung und Stoffbehandlung einnehmen. Daher soll der Student in dieser Vorlesung lernen, wie die Eigenschaften und das Brennverhalten von fossilen und Sekundärbrennstoffen charakterisiert werden und sich im alltäglichen Einsatz in der Technik auswirken. In der Übungen werden einfache Problemstellungen gemeinsam gelöst. Dabei haben die Studenten eine Möglichkeit sich mit dem Betreuer und mit anderen Studenten über die Ideen, Probleme und Lösungen auszutauschen.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energiesituation 2. Brennstoffe, ihre Bestandteile und Brennstoffcharakterisierung 3. Eigenschaften fester Brennstoffe 4. Technische Verbrennungsparameter und Wirkungsgrad einer Feuerung 5. Kohlecharakterisierung im Hinblick auf Verbrennung, Mahlbarkeit, 6. Zündwilligkeit und Ausbrandverhalten 7. Eigenschaften gasförmiger Brennstoffe 8. Eigenschaften flüssiger Brennstoffe 9. Ausgewählte Probleme
Studien- / Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung (max. 60 Minuten)
Medienformen:	Skript, PowerPoint
Literatur:	- Skript zur Vorlesung,

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Brennstoffzellen II
Semester:	SS
Dozent(in):	Dr. Lindermeir
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Teilnahme an Vorlesung Brennstoffzellen I
Lernziele:	Die Studierenden sollen einen Überblick über die aktuellen Forschungsthemen auf diesem Gebiet erhalten. Sie sollen für diese Wandlungstechnologie die Möglichkeiten einschätzen lernen, die aktuellen Probleme auf dem Gebiet verstehen und darüber hinaus befähigt werden, eigenständige Lösungsansätze zu finden. Des Weiteren sollen die Studierenden qualifizierte Aussagen in diesem Bereich treffen um an Problemen der Forschung mitarbeiten zu können.
Inhalt:	Die Wahlpflichtvorlesung Brennstoffzellen II eröffnet das Gebiet der heutigen Brennstoffzellenforschung mit den derzeit sehr verschiedenen Realisierungsformen der Brennstoffzellen und ihren Vor- und Nachteilen. Die Vorlesungsinhalte orientieren sich an den aktuellen Publikationen zu diesem Arbeitsgebiet. Behandelt werden die wichtigsten unterschiedlichen Brennstoffzellentypen und ihre Funktionsweise, z.B. PEM, DMFC, SOFC, MCFC.
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur von 60 min Dauer, bei weniger als 10 Teilnehmern pro Semester eventuell auch mündliche Prüfung.
Medienformen:	Folien, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungs-Skriptum des Dozenten - Heinzl, F. Mahlendorf, J. Roes: „Brennstoffzellen. Entwicklung, Technologie, Anwendung“, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, ISBN 3-7880-7741-7 - H. Jungbluth: „Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen in Wohngebäuden im zukünftigen Energiesystem“, Download unter: http://juwel.fz-juelich.de:8080/dspace/bitstream/2128/2556/1/Energietechnik_59.pdf - K. Kordes, G. Simader: „Fuel Cells and their Applications“, VCH Wiley Verlag, Weinheim - W. Vielstich, A. Lamm, H. Gasteiger: „Handbook of Fuel Cells – Fundamentals, Technology, Applications“, VCH-Verlag, Weinheim - DoE: „Fuel Cell Handbook“, Download unter: http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/769283/769283.pdf

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Chemieindustrie im Wandel - Eine praxisorientierte Einführung in die Strategieentwicklung und -umsetzung
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	-
Lernziele:	<p>Es ist das Ziel der Vorlesung, eine praxisorientierte Einführung in die Methoden und Werkzeuge der Strategieentwicklung in der Chemischen Industrie zu vermitteln. Die Studierenden sollen Strategische Projekte (z.B. Akquisitionen oder große Einzelinvestitionen in Neuanlagen), Strategische Management Prozesse sowie den Budget-Prozess kennen und einschätzen können.</p> <p>Im Rahmen der Veranstaltung lernen die Studierenden auch grundlegende Aspekte der Unternehmensführung und Unternehmensorganisation sowie das Thema Change Management kennen.</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Strategischer Managementprozess - Ergebnisrechnung - Interne Unternehmensanalyse - Externe Marktkräfte - SWOT Analyse - Strategische Planung - Implementierung - Gruppenübung und Abschlussvortrag
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Chemische Prozesse und Märkte
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr. rer. nat. Bernd Langanke
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium, 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Chemie und Verfahrenstechnik
Lernziele:	In vier Modulen lernen die Hörer die wichtigsten Verfahren zur Herstellung von Massenchemikalien und Polymeren sowie die relevanten Chemie- und Anlagenbaumärkte kennen. Vorgestellt wird die Ammoniak-Erzeugung auf Basis von Erdgas und die sich daran anschließende Düngemittelproduktion. Des Weiteren wird auf die Herstellung der Massenkunststoffe Polyethylen und Polypropylen und deren Monomere eingegangen. Die Bedeutung von Raffinerien als Lieferanten für BTX-Aromaten und die Herstellung der Folgeprodukte Polystyrol und Polyester wird besprochen. Ausgehend von der Chlor-Alkali-Elektrolyse wird im letzten Teil der Vorlesung die Chlorchemie unter Berücksichtigung der Polyvinylchlorid-Herstellung betrachtet. Integriert in den Vorlesungsstoff sind aktuelle Themen wie der Einsatz von Shale Gas in der Petrochemie, die Nutzung von Biomasse als Alternative zu fossilen Rohstoffen und die Verwendung von regenerativ erzeugtem Strom in chemischen Prozessen. Die Hörer werden mit vollständigen Prozessketten - vom Rohstoff bis zum Endprodukt - vertraut gemacht. Sie erlangen Kenntnisse über die Verknüpfung von Energie- und Rohstoffmärkten und generell über wirtschaftliche Zusammenhänge im Chemie- und Anlagenbausektor.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chemische Herstellungsverfahren für Massenprodukte/ <ul style="list-style-type: none"> - Chemie- und Anlagenmärkte - - Ammoniak/Düngemittel - - Olefine/Polyolefine - - Aromaten/Polyester - - Chlor/Polyvinylchlorid 2. Rohstoffwandel/Alternative Rohstoffquellen 3. Einführung in den Chemieanlagenbau
Studien- / Prüfungsleistungen:	Die Prüfungen werden in Form von Teilmodulprüfungen erbracht. Die übliche Prüfungsform besteht in einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer, in der die wesentlichen Inhalte der Vorlesung in Form von Verständnisfragen behandelt werden. Bei großer Hörerzahl kann auf eine schriftliche Prüfung ausgewichen werden.
Medienformen:	Tafel, Folien, Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript „Chemische Prozesse und Märkte“ - H.-J. Arpe, Industrielle Organische Chemie, Wiley-VCH 2007 - M. Katzberg et al., Industrielle Anorganische Chemie, Wiley-VCH 2013 oder eine ältere Auflage - Winnacker-Küchler, Chemische Technik, Prozesse und Produkte, Wiley-VCH, 2003 – 2005 - Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, online.library.w

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Chemische Energiespeicher und -systeme
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr. Lindermeir
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V/1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können den (zukünftigen) Bedarf für chemische Energiespeicherverfahren nennen und sachlich begründen - können die möglichen Prozesse zur chemischen Energiespeicherung benennen, deren Funktion erklären und die Anforderungen begründen. - beherrschen sicher die grundlegenden Gleichungen zur verfahrenstechnischen und reaktionstechnischen Beschreibung von Syntheseverfahren und können diese plausibel auf reale Anwendungsfälle übertragen - können Modellannahmen kritisch hinterfragen, reale Abweichungen implementieren und angepasste Modellvorstellungen ableiten - kennen unterschiedliche Verfahren zur Synthesegas- und Wasserstofferzeugung und -aufbereitung und können diese anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile systematisch vergleichen - können mögliche Einsatzgebiete von chemischen Energiespeichersystemen analysieren und bewerten - sind in der Lage, den Systemnutzen von chemischen Energiespeichern kritisch zu bewerten und anhand von Praxisbeispielen zu einzuschätzen
Inhalt:	<p>Die Vorlesung vermittelt das Wissen über Bedarf, Konzepte, Entwicklungslinien und Probleme chemischer Energiespeichertechnologien. Dem Studierenden werden die verfahrenstechnischen Aspekte der Verfahren und die verschiedenen Umsetzungskonzepte erläutert. Dabei wird auf die Anforderungen und die Probleme derzeitiger Realisierungen aufmerksam gemacht. Über die Übung wird dieses Wissen vertieft, auf praktische Fragestellungen angewendet und die Studierenden werden zu einem selbstständigen Arbeiten in diesem Bereich befähigt.</p> <p>Die Vorlesungsinhalte reichen vom Status-Quo der heutigen Energieversorgung, über die mit der Energiewende verbundenen Änderungen und zukünftigen Entwicklungen zur Erzeugung erneuerbarer Energieträger bis hin zu den konkreten Power-to-X-Verfahren und -Prozessschritten.</p>
Studien- / Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung
Medienformen:	Tafel, Folien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungs-Skriptum des Dozenten. - Huggins, Robert A.: Energy Storage. Fundamentals, Materials and Applications, Springer Verlag: Cham u. a. (2. Auflage) 2016. - Schlögl, Robert (Hg.): Chemical Energy Storage, de Gruyter: Berlin u. a. 2013.

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">- Sterner, Michael/ Stadler, Ingo (Hg.): Energiespeicher. Bedarf, Technologien, Integration, Springer Vieweg: Wiesbaden (2. korrigierte und ergänzte Auflage) 2017. |
|--|---|

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Computational Thermodynamics für Materials and Process Design
Semester:	WS
Dozent(in):	Prof. Dr.rer.nat. Michael Fischlschweiger
Sprache:	Englisch
Lehrform / SWS:	2 V/ 2Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium, 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Thermodynamik I
Lernziele:	<p>Studierende können selbständig Phasendiagramme mit thermodynamischen Modellen und numerischer Software berechnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Studierende können thermodynamische Eigenschaften von komplexen Vielstoffsystemen mit numerischer Software berechnen und die Ergebnisse selbstständig interpretieren. •Studierende können diffusionskontrollierte Prozesse mit numerischer Software berechnen. •Studierende sind in der Lage, die für die Berechnung erforderlichen Daten zu interpretieren und diese für die numerischen Berechnungen entsprechend aufzubereiten. •Studierende sind in der Lage, im Rahmen der Übung, die computergestützte Thermodynamik zur Entwicklung von neuen Materialien und Prozessen einzusetzen.
Inhalt:	<p>Einführung in die Computergestützte Thermodynamik, Modellierungsstrategien der temperatur- und zusammensetzungsabhängigen Gibbs-Energien, Modellierungsstrategien der temperatur- und zusammensetzungsabhängigen Mobilitäten, Nichtgleichgewichtsthermodynamik und Onsager Relationen, Erstellung von Simulationsmodellen und deren numerische Implementierung, Erstellung thermodynamischer Datenbanken, Fallstudien des Einsatzes der computergestützten Thermodynamik in der Material- und Prozessentwicklung</p>
Studien- / Prüfungsleistungen:	<p>Die Prüfungen werden in Form von Teilmodulprüfungen erbracht. Die übliche Prüfungsform besteht in einer mündlichen Prüfung von ca. 30 Minuten Dauer, in der die wesentlichen Inhalte der Vorlesung in Form von Verständnisfragen behandelt werden. Bei großer Hörerzahl kann auf eine schriftliche Prüfung ausgewichen werden.</p>
Medienformen:	Folien/Powerpoint, Beispielprogramme in der Programmiersprache Python
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • H.L. Lukas, S.G. Fries, B. Sundman: Computational Thermodynamics – The Calphad Method, Cambridge University Press, 1. Aufl. 2007 • Z.K. Liu, Y. Wang: Computational Thermodynamics of Materials, Cambridge University Press, First Ed. 2016 • T. Matsushita, K. Mukai: Chemical Thermodynamics in Materials Science – From Basics to Practical Applications, Springer Verlag, 2018

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Dynamische Simulation mit Aspen Custom Modeler
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	-
Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - lernen: Modellierung, Numerik, Simulationstools - wissen: Aspen Custom Modeler®, Dynamische Simulation - sind in der Lage: dynamische Modelle zu erstellen und zu simulieren
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Prozesssimulation - Grundlagen der Modellierung - Das Simulationsprogramm Aspen Custom Modeler - Numerische Grundlagen der Dynamischen Simulation - Numerische Methoden zur Umwandlung von PDE in ODE
Studien-/ Prüfungs- leistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	PC-Übung, begleitendes Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Einführung in die Prozessmodellierung für Ingenieure
Semester:	WS
Dozent(in):	PD Dr. J. Wendelstorf
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V/Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Ing. Mathematik, Physik (Grundkenntnisse)
Lernziele:	<p>Die Studenten können Prozesse und Systeme strukturiert betrachten und eine formale Schnittstelle zu einem Modell definieren, mit dem relevante Aspekte des Systemverhaltens simuliert werden können. Sie können einfache Prozessmodelle selbst realisieren und diese qualitativ und quantitativ analysieren (Validierung, Parametrierung). Sie sind in der Lage, für konkrete Anwendungen Modellierwerkzeuge und Modelle auszuwählen und Simulationsergebnisse zu bewerten.</p> <p>Die Studenten können mit Mathematica in der WolframLanguage einfache Prozessmodelle selbst erstellen und analysieren. Sie haben mit dem SystemModeler ein Beispiel für auf grafischen Schnittstellen basierende Simulationswerkzeuge kennen gelernt.</p>
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundbegriffe der Prozessmodellierung Gegenstand der Vorlesung, Paradigmen und Anwendungsfelder (CAE, Industrie 4.0) 2. Grundlagen der Prozessmodellierung Aufgaben und Hierarchien bei der Beschreibung realer Prozesse. 3. Einführung in die WolframLanguage Grundlagen der z.Zt. mächtigsten Programmiersprache. 4. Übungsbeispiel pmHaus: Am anschaulichen Beispiel der thermischen Beschreibung eines Einfamilienhauses (Heizung und Wärmetransport in Wechselwirkung mit der Umgebungstemperatur) wird ein Prozessmodell erstellt und validiert. 5. Metamodellierung: Der Weg vom Modell zur Vorhersage zukünftigen Systemverhaltens Am Beispiel des selbst erstellten Modells werden die grundlegenden Aufgaben der Prozessmodellierung erlernt: Schnittstellendefinition, Sensitivitätsanalyse, Parametrierung, Validierung und Einbindung in automatisierte Systeme. 6. Die Wissenschaft und Technologie der System- und Prozessmodellierung Die Möglichkeiten und Grenzen einer weiteren Beschäftigung mit dem Thema an der TU Clausthal werden diskutiert, in dem die Spezialgebiete, Werkzeuge und Vorlesungen kurz vorgestellt werden.
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündlichen oder schriftlichen Prüfung, näheres regelt die Prüfungsordnung.

Medienformen:	Powerpoint, Tafel, Softwaresysteme (Mathematica, SystemModeler, ..)
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">- R Aris (1978): Mathematical modelling techniques- M M Denn (1986): Process modelling- R Aris (1999): Mathematical Modeling A Chemical Engineer's Perspective- K M Hangos, I T Cameron (2001): - Process modelling and model analysis- J Mikles, M Fikar (2007): - Process Modelling, Identification and Control- J. Wendelstorf (2016): Prozessmodellierung in der Hochtemperaturverfahrenstechnik

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Elektrische Energieerzeugung
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Beck
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Grundlagen der Elektrotechnik
Lernziele:	Die Studenten können nach Abschluss der Veranstaltung die Struktur und Effizienz von elektrischen Energieerzeugungsanlagen beurteilen. Sie sind in der Lage, das elektrische Betriebsverhalten von Drehstromgeneratoren und die zentrale Regelungsstruktur von elektrischen Netzen zu beurteilen und zu berechnen.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung Vergleich verschiedener Energieformen, Strom- und Netzarten, Struktur der Elektrizitätsversorgung 2. Elektrizitätswirtschaft Ausnutzung, Verluste, Gleichzeitigkeitsgrad, Kostenstruktur, wirtschaftlicher Netzbetrieb, Verbundwirtschaft, Energiewirtschaftsgesetz 3. Wärmekraftwerke Kraftwerkstypen, thermischer Prozess 4. Wasserkraftwerke Wasserkraftgeneratoren, Wasserturbinen, Wasserkraftwerksarten 5. Kraftwerksgeneratoren (Synchrongeneratoren) Bauformen und Kühlung, Erzeugung von Drehfeldern, Polrad, Drehstrom-wicklung, Raumzeigerdarstellung, Betriebsverhalten der Voll- und Schenkel-polmaschine, Betriebsarten, Betriebskennlinien, Pendelungen, Anfahren, Generatorschutz 6. Netzregelung Erregungseinrichtungen, Spannungsregelung, Primär- und Sekundärregelung 7. Eigenbedarf in Kraftwerken Aufbau von Eigenbedarfsnetzen, Sicherstellung des Eigenbedarfes, Spannungshaltung
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche. Prüfung
Medienformen:	Präsentation; Folien werden den Studierenden im Anschluss zur Verfügung gestellt
Literatur:	Skript Oeding, D.; Oswald, B. R.: "Elektrische Kraftwerke und Netze"; Berlin 2004 Flosdorff, R.; Hilgarth, G.: "Elektrische Energieverteilung"; Stuttgart 1994 Eckhardt, H.: "Grundzüge der elektrischen Maschinen"; Stuttgart 1982 Weitere Literaturangaben im Vorlesungsskript

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Elektrische Energietechnik
Semester:	SS
Dozent(in):	Dr.-Ing. Dirk Turschner
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42h Präsenzstudium, 78h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Grundlagen der Elektrotechnik
Lernziele:	Elektrische Betriebsmittel wie Gleichstrommaschinen, Asynchronmaschinen, Synchronmaschinen und Transformatoren kennen.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung Historische Entwicklung, Anforderungen, Energiewandler und Energieumformer, Energieumformung mit Stromrichtern, Grundgleichungen des elektrischen Antriebs, Drehmomentkennlinien von Arbeitsmaschinen 2. Gleichstrommaschine Kommutator, Grundgleichungen der GS-Maschine, Leistung und Drehmoment, Ankerrückwirkung, Betriebsverhalten, Nebenschlussmaschine, Reihenschlussmaschine, fremderregte Gleichstrommaschine, Gleichstromstellergespeiste Gleichstrommaschine, Einquadranten- und Mehrquadrantenstromrichter-Gleichstromantriebe 3. Transformatoren Einphasentransformator, Sonderformen von Transformatoren, Dreiphasentransformator, Wirkungsgrad, Schaltgruppen 4. Asynchronmaschine Allgemeines, Drehspannungssystem, Drehfeld, Aufbau und Wirkungsweise, Ersatzschaltbild auf die Ständerseite bezogen, Wirkungsweise, Drehtransformator, Wicklungersatzschaltbilder, Asynchronkurzschlußläufermaschine, Leistung und Drehmoment, Drehmoment-Schlupf-Kennlinie, Betriebsverhalten, verlustarmes und verlustbehaftetes Drehzahlstellen, Bremsen und Umsteuern, Regelung von Asynchronmaschinen 5. Allgemeines über elektrische Antriebe Stationäre Antriebe, ortsveränderliche Antriebe, technischer Vergleich mit nichtelektrischen Antrieben, Bauformen, Betriebsarten, Kühlung, Wirkungsgrad, Elektromotor und Arbeitsmaschine
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur oder mündliche. Prüfung
Medienformen:	Skript und Vorlesungsfolien
Literatur:	Skript Eckhardt, H.: "Grundzüge der elektrischen Maschinen"; Stuttgart 1982 Lämmerhirt, E.H.: Elektrische Maschinen und Antriebe; Carl Hanser Verlag, München

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Elektrische Energieverteilung
Semester:	WS
Dozent(in):	Prof. Beck
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Grundlagen der Elektrotechnik
Lernziele:	Die Studenten lernen den Aufbau und die elektrischen Parameter (R-L-G-C) verschiedener Leitungssysteme kennen. Sie erlernen Verfahren zur Berechnung und Auslegung von elektrischen Netzen unterschiedlicher Strukturen. Hierzu gehören die klassische Lastflussrechnung und die Berechnung von Fehlerströmen sowohl im symmetrischen als auch im unsymmetrischen Netz mit dem Verfahren der „Symmetrischen Komponenten“. Parameter und Berechnung „langer“ Leitungen für die Fernübertragung elektrischer Energie (Gleichstromleitungen (HGÜ) und Drehstromleitungen (DHÜ))
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung Stromarten, Spannungsniveaus, Netzformen 2. Aufbau und Daten elektrischer Leitungen Freileitungen, Kabel, Erwärmung, elektrische Kenngrößen (Widerstands-, Induktivitäts- und Kapazitätsbelag) 3. Kenngrößen von Kabeln und Leitungen Verluste, Induktivitäten, Kapazitäten 4. Berechnung elektrischer Netze Leitungsnachbildung (Ersatzschaltbild), einseitig / zweiseitig gespeiste Leitung, vermaschtes Netz, HDÜ: Leitungsgleichungen, charakteristische Betriebsarten, HGÜ, Blindleistung und Oberschwingungen 5. Fehlerarten Dreisträngiger Kurzschluß (generatornah / -fern), unsymmetrische Fehler, symmetrische Komponenten
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche. Prüfung
Medienformen:	Gebundenes Skript, PowerPoint-Präsentation mit handschriftlichen Annotationen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Flosdorf, R.: "Elektrische Energieverteilung"; Stuttgart 2005 - Oeding, D.: "Elektrische Kraftwerke und Netze"; Berlin 2011 - Knies, W.: "Elektrische Anlagentechnik"; München 2012 Weitere Literaturangaben im Vorlesungsskript

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Elektrochemie
Semester:	Sommersemester
Dozent(in):	Prof. Dr. Frank Endres
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	4 V / Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Kenntnisse der Physikalischen Chemie (inkl. elektrochemischer Grundlagen)/Experimentalphysik
Lernziele:	Die Studierenden können sich mit den erweiterten Grundlagen der Elektrochemie auseinandersetzen und deren Vorgänge beschreibend evaluieren und Reaktionspotentiale vorhersagen.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Nernst Gleichung - Elektrodenpotential - Pourbaix-Diagramme - Butler-Volmer-Gleichung - Festkörperkinetik, Polarisationsmethoden - Ionische Flüssigkeiten - elektronische Doppelschicht
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur/ 120 Minuten oder Mündliche Prüfung/ 30 Minuten
Medienformen:	Folien, Skript, Tafel
Literatur:	C. H. Hamann, W. Vielstich. Elektrochemie G.Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Energierecht
Semester:	4.
Dozent(in):	Prof. Dr. H. Weyer
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	(Möglichst) Vorlesungen Einführung in das Recht I und II oder gleichwertige Rechtskenntnisse
Lernziele:	<p>Die Studierenden kennen die wichtigsten Rechtsquellen für die Strom- und Gasversorgung. Sie können zum einen den Regelungsgehalt des Energiewirtschaftsgesetzes sowie der zugehörigen Rechtsverordnungen hinsichtlich des Energieregulierungsrechts einschließlich des komplexen Systems der Anreizregulierung darstellen. Zum anderen sind sie in der Lage, den Rechtsrahmen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu beschreiben. Sie können die wesentlichen rechtlichen Instrumente definieren und die maßgeblichen Vorschriften benennen.</p> <p>Mit diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, einfache rechtliche Fragestellungen im Bereich des Energierichts zu lösen. Sie können die rechtlichen Anforderungen bei Tätigkeiten im Bereich der Strom- und Gasversorgung einschätzen und erkennen das Zusammenspiel von Energieversorgungsunternehmen und Regulierungsbehörden. Die Studierenden verstehen darüber hinaus die den Regelungen zugrunde liegenden Interessenkonflikte und die in den Normen zum Ausdruck kommenden Wertungen des Gesetzgebers. Sie sind in der Lage, ihr Verständnis zu formulieren und im Austausch mit anderen zu vertreten und weiterzuentwickeln.</p>
Inhalt:	<p>Überblick über den Rechtsrahmen der Energiewirtschaft Energiereregulierungsrecht:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Entflechtung ○ Netzanschluss und Netzzugang Strom ○ Netzanschluss und Netzzugang Gas ○ Netzentgelte ○ Grund- und Ersatzversorgung <p>Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien Rechtsdurchsetzung</p>
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (60 Minuten), wenn ≥ 10 Teilnehmer mündliche Prüfung (Dauer nach Prüfungsordnung), wenn < 10 Teilnehmer
Medienformen:	Folien, Skript
Literatur:	<p>Zur Vorlesung mitzubringen ist ein Gesetzestext in der jeweils aktuellen Auflage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energierecht, Textausgabe, dtv, <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energierecht, Textsammlung, Nomos-Verlag.

	<p>Zur Vor- und Nachbereitung der Vorlesung wird empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Theobald/Theobald, Grundzüge des Energiewirtschaftsrechts, 3. Aufl. 2013- Koenig/Kühling/Rasbach, Energierecht, 3. Aufl. 2013- Schneider/Theobald, Recht der Energiewirtschaft: Praxishandbuch, 4. Aufl. 2013- sowie zum EEG:- - Ekardt/Valentin, Das neue Energierecht, 2015 (zum EEG 2014)
--	--

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Energiesysteme
Semester:	WS
Dozent(in):	Prof. Beck, Prof. Müller-Kirchenbauer, Dr. Mancini, Dr. Lindermeir, Dr. Turschner, , Dr. Faber (Ringvorlesung)
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Grundlagen der Elektrotechnik, Technische Thermodynamik, Chemie
Lernziele:	Begriff der Energie einordnen können, Überblick über verschiedene Energieformen und deren Umwandlung, Aufbau und Nutzung von Energiesystemen kennen und bewerten können,
Inhalt:	Die Ringvorlesung umfasst folgende Teilvorlesungen: 1. Einführung (Prof. Beck), Themen: Energieträger, Vorräte, Gewinnung, Transport, Thermische Energiesysteme, Elektrische Energiesysteme 2. Thermische Energie (Dr. Mancini), Themen: Kraftwerke, Heizkraftwerke, Entsorgung, Hochtemperatur-Stoffbehandlung (Zement, Glas, Stahl) 3. Gasversorgungssysteme (Prof. Müller-Kirchenbauer) 4. Solare Energie, Wasserkraft und Windenergie (Dr. Turschner), Themen: Sonnenenergienutzung, Regenerative Energiequellen 5. Chemische Energie (Dr. Lindermeir), Themen: Brennstoffzellen und Anwendungen 6. Nukleare Energie (Dr. Faber), Themen: Kernkraftwerkstypen, Brennstoffkreislauf, Zwischen- /Endlagerung 7. Elektrische Energie (Prof. Beck), Themen: Erzeugung, Transport, Verteilung, Nutzung, Einbindung regenerativer Quellen, elektrischer Netze
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (Dauer 120 min.)
Medienformen:	Skript
Literatur:	– Herold: Grundlagen der elektrischen Energieversorgung, B. G. Teubner – Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer Verlag (weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben)

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Energiewandlungsmaschinen I
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Schwarze
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Strömungsmechanik, Thermodynamik, Mechanik
Lernziele:	<p>Nach dem Bestehen der Prüfung sollen HörerInnen dieser Vorlesung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. den grundlegenden Aufbau von Kolbenmaschinen beschreiben und deren funktionsrelevante Komponenten definieren können. 2. die thermo- und strömungsdynamischen Einflüsse auf das Betriebsverhalten dieser Maschinen sowie auf wichtige Kennzahlen und Wirkungsgrade aufzeigen können. 3. die wichtigsten Prozessparameter der Energiewandlungsmaschinen charakterisieren bzw. bestimmen und Auslegungshilfsmittel zur Dimensionierung anwenden können. 4. die bei der grundlegenden Auslegung von Hub- und Rotationskolbenmaschinen auftretenden Aufgaben- und Problemstellungen selbstständig lösen zu können.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Kolbenmaschine 2. Thermodynamik der Kolbenmaschine 3. Strömungsvorgänge 4. Bewertung des Energieumsatzes 5. Auslegung der Kolbenmaschine 6. Das Triebwerk 7. Kolbenpumpen 8. Kolbenverdichter 9. Verbrennungskraftmaschinen
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min.) bestehend aus Kurzfragen- und Berechnungsteil
Medienformen:	Powerpoint-Präsentation
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Küttner Kolbenmaschinen, 6. Auflage, 1993 (ISBN 3-519-06344-1)

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Energiewandlungsmaschinen II
Semester:	3.
Dozent(in):	Dr.-Ing. H. Blumenthal
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Strömungsmechanik, Thermodynamik, Mechanik
Lernziele:	Nach dem Bestehen der Prüfung sollen HörerInnen dieser Vorlesung den grundlegenden Aufbau, die Wirkungsweise und den Betrieb von Strömungsmaschinen beschreiben sowie deren funktionsrelevanten Komponenten definieren können. Sie sollen die Einflüsse der realen Hydrodynamik bzw. realer strömungsmechanischer Verhältnisse auf Verluste, Wirkungsgrade sowie auf das Betriebsverhalten dieser Maschinen erklären können. Weiterhin sollen die TeilnehmerInnen die wesentlichen Prozessparameter der Strömungsmaschinen charakterisieren bzw. bestimmen und Auslegungshilfsmittel zur Laufradkonstruktion, Ausführung von Schaufelgittern und Dimensionierung von Rohrleitungssystemen anwenden können. Sie sollen in die Lage versetzt werden, bei der grundlegenden Auslegung von Strömungsmaschinen auftretende Aufgaben- und Problemstellungen selbstständig lösen zu können.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Kennzeichen von Strömungsmaschinen, Einteilung, Vergleich mit Kolbenmaschinen, Bauarten 2. Theoretische Grundlagen: Gesetze der Strömungslehre, Beschauelung, Geschwindigkeitsplan, Eulersche Turbinengleichung, Thermodynamik der Strömungsmaschinen, Beschauelung in Gitter, Stufe und Maschine, Kenngrößen, Cordier Diagramm 3. Turbomaschinen für dichtebeständige Fluide: Wasserturbinen, Grundlagen, Bauarten, Kennfelder, Kreiselpumpe, Auslegung, NPSH-Wert, Kennfelder, Bauarten: Beispiele ausgeführter Pumpen, Magnetantriebe, Propeller, Föttinger-Kupplungen und -Wandler 4. Thermische 5. Turbomaschinen: Dampfturbinen, Dampfkraftprozess - Definitionen, Auslegung der Turbinen, Bauarten, Turboverdichter, Grundlagen, Pumpgrenze, spez. Leistungsbedarf, Bauarten, Gasturbinen, Gasturbinenprozess, Auslegung, Bauarten von Flugtriebwerken, mobilen und stationären Gasturbinenanlagen
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min.) bestehend aus Kurzfragen- und Berechnungsteil
Medienformen:	Powerpoint-Präsentation
Literatur:	<p>Skript Carl Pfeleiderer, Hartwig Petermann, Strömungsmaschinen Springer-Verlag W. Beitz und K.-H. Küttner, Dubbel, Springer-Verlag Willi Bohl, Strömungsmaschinen, Berechnung und konstruktion, Vogel Willi Bohl, Wolfgang Elmendorf, Strömungsmaschinen 1 Aufbau und Wirkungsweise, Vogel</p>

Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Elektrothermische Prozesstechnik
Studiensemester:	3.
Dozent(in):	Dr.-Ing. Stefan Schubotz
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V / Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Elektrotechnik
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende erhalten einen Überblick über die Verfahren zur Erwärmung von Materialien durch Elektrizität • Studierende können die technische und wirtschaftliche Bedeutung, Vorteile, Eigenschaften und Einsatzbereiche elektrothermischer Prozesse beurteilen • Studierende sind in der Lage, die Notwendigkeit industrieller Prozesswärmeverfahren zur Behandlung von Werkstoffen zu bewerten • Studierende können elektrothermische Prozesse und Anlagen berechnen und auslegen • Studierende sind in der Lage, die verschiedenen Verfahren (z. B. Widerstands- und Induktionserwärmung, Hochfrequenz-/ Mikrowellenerwärmung, Lichtbogen-, Laserstrahl-, Plasmastrahlererwärmung) zu verstehen und zu bewerten • Studierende erzielen insbesondere über induktive Erwärmungsverfahren tiefere Kenntnisse
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Technische und wirtschaftliche Bedeutung elektrothermischer Prozesse • Vorteile, Eigenschaften und Anwendungen von Elektrowärmeverfahren an typischen Beispielen • Grundlagen der Wärmeübertragung und der Elektrotechnik, die zum Verständnis elektrothermischer Prozesse erforderlich sind • Induktionserwärmung (Schwerpunkt), konduktive sowie indirekte Widerstandserwärmung • Spezielle Verfahren, wie z. B. Laseranwendungen
Studien-/ Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung
Medienformen:	Tafelanschrieb, Folien, Übungsblätter und Lösungen
Literatur:	Bücher, Paper

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien
Semester:	WS
Dozent(in):	Prof. A. Weber
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Es wird empfohlen Partikelmesstechnik und MVT I besucht zu haben.
Lernziele:	Die Methoden und Prozesse der Gasphasensynthese von Nanopartikeln, sowie verschiedene Anwendungsbeispiele benennen. Partikeltransport beschreiben und damit verbundene Phänomene wie Diffusionsverluste berechnen. Partikelbildungsmechanismen und nachgelagerte Veränderungen der Partikelgrößenverteilung im Aerosol benennen und interpretieren. Transportprozesse im Inneren von Partikeln darstellen.
Inhalt:	<p>1 Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nanopartikel und Nanotechnologie - Spezifische Oberfläche von Nanopartikeln - Nanopartikel-Volumeneffekte (confinement phenomena) - Allgemeines zu Nanopartikeln <p>2 Partikeltransport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diffusion und Abscheidung - Partikelbewegung in externen Feldern - Impaktion - Struktur der Deposits <p>3 Wachstum, Verdampfen und Nukleation von Partikeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Heterogene Kondensation - Transport-limitiertes Wachstum - Reaktions-limitiertes Wachstum - Nukleation <p>4 Kollision und Koaleszenz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brownsche Koagulation - Charakteristische Zeit für Koagulation - Scherungsinduzierte und turbulente Koagulation - Koagulation durch elektrische Kräfte - Self-Preserving Size Distributions (SPSD) - Koaleszenz von Partikeln <p>5 Transportprozesse im Inneren der Partikeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stofftransport (Diffusion) - Wärmetransport - Gas-Feststoff-Reaktionen <p>6 Gasphasensynthesereaktoren</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Einleitung - Freie-Konvektions- und Rohrströmungssysteme - Expansionsdüsen - Laserablation - Überkritisches Sprühen - Kaltes Plasma (DBD) - Mikrowellenplasma - Flammenreaktoren <p>7 Beispiele für Nanopartikeln aus der Gasphase</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funktionalisierte Textilien - Dentalanwendungen - Kohlenstoff-NP - Gas- und Photosensoren - Verbesserte Bruchfestigkeit - Anti-Graffiti-Beschichtung <p>8 Scale-up</p>
Studien- / Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung, 30 min.
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Aerosol Processing of Materials (Kodas and Hampden-Smith, Wiley, 1999)

Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Gemischphasen-Thermodynamik
Studiensemester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	90 h; 30 h Präsenzstudium; 60 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen	Thermische Verfahrenstechnik I u./o. Physikalische Chemie
Lernziele:	
Kompetenzen:	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung <ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung der Thermodynamik für den Verfahreningenieur und die Auslegung von Prozessen. 2. Theorie Block I (ca. 3 x 1,5h) <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Einführung in den Begriff der Zustandsgrösse (Exzessgrößen, partielle molare Zustandsgrößen, Gibb'sche Exzessenthalpie) 2.2. Herleitung der Gleichgewichtsbedingungen <ul style="list-style-type: none"> - Definition und besondere Bedeutung des chemischen Potentials (Herleitung, Berechnung, Fugazität, Aktivität, Raoult, Henry, Isofugazität) - Besondere Gleichgewichte (SLE, Elektrolyte, Membranen) - Modellgleichungen zur Berechnung von Gleichgewichten (Ideal, real, gE-Modelle, Korrespondenzprinzip) Theorie Block II (ca. 1,5h) - Phänomenologische Thermodynamik (Grafische Darstellung, (Hetero-)Azeotrope, überkritische Systeme, Retrograde Kondensation/Verdampfung, LLE, SLE, Dreiecksdiagramme) 3. Praxis Block I (ca. 1h) <ul style="list-style-type: none"> - Generierung von Stoffdaten (Experimentell, Datenbanken, Softwaretools) 4. Übungsblock I (ca. 1,5h) <ul style="list-style-type: none"> - Aufgabe selbst rechnen - Aufgabe Vortragsübung 5. Theorie Block III (ca. 1,5 h) <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Gleichgewichte - Kopplung von chemischen und physikalischen Gleichgewichten 6. Theorie Block IV (ca. 1,5h) <ul style="list-style-type: none"> - Die Verbindung von Thermodynamik und Thermischer Trenntechnik (McCabe Thiele, Destillations- und Rückstandslinien im Dreiecksdiagramm) 7. Praxis Block II Fallbeispiel (ca. 1h) <ul style="list-style-type: none"> - Verfahrensentwicklung am Beispiel der Trioxanherstellung.

	<p>(Thermodynamische Modellierung, Visualisierung im Dreiecksdiagramm etc.)</p> <p>8. Theorie Block V (ca. 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Neue Entwicklungen zur Berechnung von Gleichgewichten (Kraftfeldmethoden insb. Molekulardynamik und Monte Carlo Simulation, Kontinuums-Solvent-Methoden insb. COSMO-RS, spezielle Zustandsgleichungen wie Wagnergleichung und PC-SAFT) <p>9. Praxis Block III (ca. 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgehen bei der Implementierung von Stoffdaten - Fallstricke, Do's and Dont's <p>10. Übungsblock II (ca. 1,5h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eine Aufgabe zum selber rechnen - Eine Aufgabe als Vortragsübung <p>11. Abschluss</p>
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur	Skript u.a.

Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Gemischphasen-Thermodynamik
Studiensemester:	2.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	90 h; 30 h Präsenzstudium; 60 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen	Thermische Verfahrenstechnik I u./o. Physikalische Chemie
Lernziele:	
Kompetenzen:	Spezifische Kenntnisse und Methodenkompetenz zur Vertiefung oder Erweiterung ingenieurwissenschaftlicher Themen
Inhalt:	<p>3. Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung der Thermodynamik für den Verfahreningenieur und die Auslegung von Prozessen. <p>4. Theorie Block I (ca. 3 x 1,5h)</p> <p>11.1. Einführung in den Begriff der Zustandsgröße (Exzessgrößen, partielle molare Zustandsgrößen, Gibb'sche Exzessenthalpie)</p> <p>11.2. Herleitung der Gleichgewichtsbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition und besondere Bedeutung des chemischen Potentials (Herleitung, Berechnung, Fugazität, Aktivität, Raoult, Henry, Isofugazität) - Besondere Gleichgewichte (SLE, Elektrolyte, Membranen) - Modellgleichungen zur Berechnung von Gleichgewichten (Ideal, real, gE-Modelle, Korrespondenzprinzip) Theorie Block II (ca. 1,5h) - Phänomenologische Thermodynamik (Grafische Darstellung, (Hetero-)Azeotrope, überkritische Systeme, Retrograde Kondensation/Verdampfung, LLE, SLE, Dreiecksdiagramme) <p>12. Praxis Block I (ca. 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generierung von Stoffdaten (Experimentell, Datenbanken, Softwaretools) <p>13. Übungsblock I (ca. 1,5h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufgabe selbst rechnen - Aufgabe Vortragsübung <p>14. Theorie Block III (ca. 1,5 h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Gleichgewichte - Kopplung von chemischen und physikalischen Gleichgewichten <p>15. Theorie Block IV (ca. 1,5h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Verbindung von Thermodynamik und Thermischer Trenntechnik (McCabe Thiele, Destillations- und Rückstandslinien im Dreiecksdiagramm) <p>16. Praxis Block II Fallbeispiel (ca. 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfahrensentwicklung am Beispiel der Trioxanherstellung.

	<p>(Thermodynamische Modellierung, Visualisierung im Dreiecksdiagramm etc.)</p> <p>17. Theorie Block V (ca. 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Neue Entwicklungen zur Berechnung von Gleichgewichten (Kraftfeldmethoden insb. Molekulardynamik und Monte Carlo Simulation, Kontinuums-Solvent-Methoden insb. COSMO-RS, spezielle Zustandsgleichungen wie Wagnergleichung und PC-SAFT) <p>18. Praxis Block III (ca. 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgehen bei der Implementierung von Stoffdaten - Fallstricke, Do's and Dont's <p>19. Übungsblock II (ca. 1,5h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eine Aufgabe zum selber rechnen - Eine Aufgabe als Vortragsübung <p>20. Abschluss</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur	Skript u.a.

Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Grundstoffindustrie und Energiewende
Studiensemester:	3.
Dozent(in):	Dr.-Ing. Stefan Mecke
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V/Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen	Grundlagen der Chemie und technischen Thermodynamik
Lernziele:	Den Studierenden sollen Herausforderungen und entsprechende Lösungsansätze vermittelt werden, die die Energiewende für den Bereich der industriellen Produktion mit sich bringt. Es wird dabei auf die energieintensive Grundstoffindustrie und hier insbesondere auf die Stahlindustrie eingegangen
Inhalt:	<p>Der globale „Treibhauseffekt“ (als eine Motivation für die Energiewende)</p> <ul style="list-style-type: none"> Naturwissenschaftliche Grundlagen Einige Kernaussagen IPCC-Berichte u.ä. Kritische Stimmen Abgeleitete politische Zielstellungen <p>EU-Emissionshandel (ETS) als politisches „Werkzeug“ um u.a. in der Industrie CO₂ – als wichtigstes Treibhausgas (THG) – einzusparen</p> <ul style="list-style-type: none"> Grundlagen des ETS Wie beeinflussen CO₂-Kosten die Wirtschaftlichkeit von Investitionen/Produktionsgütern? „Carbon-Leakage“-Thematik <p>Energiewende</p> <ul style="list-style-type: none"> Ziele bisheriger Stand <p>Energieeffizienz als eine Säule der Energiewende</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieeffizienz-Programme in der Grundstoffindustrie Energieeffizienzmaßnahmen Querschnittstechnologien Energiemanagement nach der Norm ISO 50001 <p>Energieintensive Grundstoffindustrie</p> <p>Einbindung in Wertschöpfungsketten</p> <p>Energieintensive Branchen als Teilnehmer im ETS</p> <ul style="list-style-type: none"> Chemische Industrie Raffinerien Mineralverarbeitende Industrie Eisen- und Stahlindustrie <p>Energieflüsse bei der Stahlerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> Integriertes Hüttenwerk – Aufbau, Prozesse, Energieflüsse, ... Elektrostahlwerk – Aufbau, Prozesse, Energieflüsse, ... <p>Mögliche Ansätze der Grundstoffindustrie zur Anpassung an die Erfordernisse der Energiewende</p>

	<p>Exemplarische Vertiefung sogenannter „Breakthrough-Technologien“ am Beispiel der Primärstahlerzeugung</p> <p>Technische Beschreibung</p> <p>Energetische und THG-seitige Betrachtung</p> <p>wirtschaftliche Konsequenzen</p> <p>Einbindung industrieller Großverbraucher in mögliche „Stromnetze der Zukunft“</p>
Studien-/ Prüfungsleistungen:	mdl. Prüfung
Medienformen:	Folienpräsentation
Literatur:	Wird ggf. im Rahmen der Vorlesung bekannt gegeben

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Grundzüge der Biochemie
Semester:	3.
Dozent(in):	Schmidt, Andreas, apl. Prof. Dr. rer. nat. habil.
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium, 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse in Organischer Chemie
Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Hauptklassen wichtiger Biomoleküle, Biopolymere und organischer Biomaterialien (Aminosäuren, Proteine, Zucker, Membranen, Nucleobasen) in Bezug auf molekulare Bauprinzipien und mikro- sowie makroskopische Eigenschaften wie Bioaktivität, intermolekulare Wechselwirkungen, Biomechanik, Stabilität-Funktions-Zusammenhänge, Bioenergie, CO ₂ -Bilanzen, Biopolymerisationen etc) auch im ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhang zu verstehen. Sie erlernen die Kompetenz, grundlegende Metabolismen und Cyclen der Biochemie (Glycolyse, Citratcyclus, Fettsäure-Metabolismus, Aminosäureabbau, Harnstoffcyclus, etc.), sowie Grundlagen der molekularen Genetik (DNA, RNA, Proteinbiosynthese) aus den Blickwinkeln der organischen Materialchemie, der mechanistischen sowie der technischen Chemie im Hinblick auf Anwendungen in der Industrie (pharmaindustrielle Synthese, Bioreaktoren, Enzymkatalyse etc) zu verstehen, zu beurteilen und in ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen anzuwenden..
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Biomoleküle und Biomaterialien - Metabolismen (Glykolyse, Citratcyclus, Harnstoffcyclus, Fettsäuremetabolismus) - Membranen - Molekulare Genetik
Studien- / Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung, 30 min.
Medienformen:	Powerpoint, Tafelanschrieb, Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - abrufbares Skript zur Vorlesung - D. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Lehrbuch der Biochemie, Wiley-VCH, 2010. - D. Nelson, M. Cox, B. Häcker, A. Held, Lehninger Biochemie, Springer, 2011.

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Industrielle Anwendung der verfahrenstechnischen Prozessanalyse und Prozessoptimierung
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr.-Ing. Frank Schulenburg
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	-
Lernziele:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einen Überblick über mögliche Bausteine der Prozessanalyse und Prozessoptimierung erhalten. 2. Selbständig im praktischen Umfeld an Verfahrenslinien erfolgreich Prozessanalysen und Prozessoptimierungen durchführen zu können. 3. Effektiv im betrieblichen Alltag Problemlösungen erarbeiten und umsetzen. 4. Erfolgreich Energiereduzierungen im Produktionsprozess durchführen
Inhalt:	<p>Vermittlung der Grundlagen für die praktische Untersuchung von Prozessketten (Verfahrenslinien) mit Hilfe der Prozessanalyse und Prozessoptimierung.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung und Definitionen 2. Allgemeine Übersicht zur Prozessanalyse und Prozessoptimierung 3. Praktische Grundlagen der Bilanzierung 4. Energieeinsparung durch Prozessoptimierung 5. Das Werkzeug der Engpassanalyse 6. Systematisch Probleme lösen und richtiges Erfinden 7. Praktische Module für die Prozessanalyse und Prozessoptimierung 8. Grundlagen der Prozesslogistik 9. Beispiele zur praktischen Apparateauswahl und Apparateauslegung
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung (30 Minuten)
Medienformen:	Powerpointfolien, Skript als Papiervorlage
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - J. K. Liker: „Der Toyota Weg“, Finanzbuchverlag, 5. Auflage, 2008 - B. Klein: „TRIZ/TIPS“, Oldenbourg Verlag, 2. Auflage, 2007 - R. Scholz, M. Beckmann, F. Schulenburg: „Abfallbehandlung in thermischen Verfahren: Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Verfahrens- und Anlagenkonzept“, Teubner Verlag, 1. Auflage, 2001 - E. M. Goldratt, J. Cox, „Das Ziel“, Campusverlag, 3. Auflage, 2002

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Kunststoffverarbeitung I
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr.-Ing. Leif Steuernagel
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen der Kunststoffverarbeitung von Thermoplasten wiedergeben und die Ablaufprozesse der jeweiligen Verarbeitungen erstellen. Weiterhin können sie den geeigneten Prozess ableiten sowie die in Prozess auftretenden Problematiken ableiten sowie Lösungsvorschläge entwickeln.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aufbereitung von Kunststoffen <ul style="list-style-type: none"> - Zuschlagsstoffe - Mischtechnologie - Granulierung - Anlagenkonzepte 2. Grundlagen zum Verarbeitungsverhalten <ul style="list-style-type: none"> - Fließverhalten von Polymeren (newtonsch, strukturviskos) - Thermodynamische Zustandsgrößen - Rheometrie 3. Extrusionstechnik <ul style="list-style-type: none"> - Einschnecken-/Doppelschneckenextruder - Förderwirksame Einzugszone, Förderverhalten - Folien-/Plattenextrusion, Düsenauslegung - Blasformtechnologie, Mehrfachfolienextrusion 4. Spritzgießtechnik <ul style="list-style-type: none"> - Maschinentechnik Plastifiziereinheit, Schließeinheit, Werkzeuge der Spritzgießtechnik - Spritzgießtechnik; Aufschmelzverhalten, Einspritzvorgang, Abkühlvorgang - Prozesskenngrößen; p-v-T-Diagramm, Schwindung und Verzug, Eigenspannungen 5. Press-/Spritzpresstechnik <ul style="list-style-type: none"> - Aushärtende Formmassen; Fließ- Härungsverlauf, Verarbeitungsprozessgrößen, Eigenspannungen, Schwindung, Verzug - Verfahrensablauf; Erfassung charakteristischer Prozessparameter, Optimierungskonzepte - Spritzprägen; Fließfunktion als Funktion der Prozessgrößen - Sondertechniken
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur
Medienformen:	Abrufbare Skripte, Tafel, Präsentationen

Literatur:

- Gottfried W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren, Carl Hanser Verlag, München Wien (1995)
- Johannaber: Kunststoffmaschinenführer, 3. Ausgabe, Carl Hanser Verlag, München Wien (1992)
- Michaeli, Brinkmann, Lessenich-Henkys: Kunststoffbauteile, Carl Hanser Verlag, München Wien (1995)
- Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Carl Hanser Verlag, München Wien (1992)
- Johannaber, Michaeli: Handbuch Spritzgießen, Carl Hanser Verlag, München Wien (2002)

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Kunststoffverarbeitung II
Semester:	SS
Dozent(in):	Dr.-Ing. Leif Steuernagel
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen der Kunststoffverarbeitung von Duromeren und Faserverbunden wiedergeben und die Ablaufprozesse der jeweiligen Verarbeitungen erstellen. Weiterhin können sie den geeigneten Prozess ableiten sowie die in Prozess auftretenden Problematiken ableiten sowie Lösungsvorschläge entwickeln.
Inhalt:	<p>1. Faserverbundtechnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prepregverarbeitung; Herstellungsprozess, Legekonzepte für Schichtstrukturen, Aushärtungsprozeduren, Qualitätssicherungskonzepte - Wickelverfahren; Ablegespuren für Verstärkungsfasern, Imprägnierverhalten, Aushärtungsprozess, Schwindung, Schrumpf - Presstechniken; Maschinenkonzept, Werkzeuge für die Presstechnik, Aufheiz-/Abkühlkonzepte - RTM- Prozesse; Fließgesetze, Imprägnierverhalten, Preformtechnologie, Werkzeugkonzepte, Integrationsstrategien, Verfahrensvariationen (Druck, Vakuum, Kombination) - Nachbearbeitung; Entgraten, Wasserstrahlschneiden, Bohren, Fräsen, Rautern etc. <p>2. Schäumen</p> <p>Schaumbildungsprozess; Prozessablauf, Treibverfahren, Zellbildungsprozess</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integralschaumtechnologie; Mischtechnologie, Aufschäum- und Verdichtungsvorgang, Hautbildungsprozess, Bestimmung der Porenstruktur <p>3. Fügeverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grenzflächenphänomene; Adhäsion, Kohäsion, Interdiffusion etc, Oberflächenspannungen - Klebetechniken; Lösungsmittelkleben, 2-Komponentenkleben etc. - Schweißverfahren; Heizspiegelschweißen, Reibschweißen, Induktions-, Widerstandsschweißen, Ultraschallschweißen etc. - Niettechnologie - Sonderverbindungstechniken, Kombinationstechnologien
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur

Medienformen:	Abrufbare Skripte, Tafel, Präsentationen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">- Flemming, Ziegmann, Roth: Faserverbundbauweisen - Fasern und Matrices, Springer-Verlag, 1995- Flemming, Ziegmann, Roth: Faserverbundbauweisen - Fertigungsverfahren mit duroplastischer Matrix, Springer-Verlag- Flemming, Ziegmann, Roth: Faserverbundbauweisen - Halbzeuge und Bauweisen, Springer-Verlag (1996)- Neitzel, Breuer: Die Verarbeitungstechnik der Faser-Kunststoff-Verbunde, Carl Hanser Verlag, München Wien (1997)

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Life Cycle Assessment (Life Cycle Assessment (Ökobilanz)+ Modellierung mit LCA-Software)
Semester:	WS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. C. Minke
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V/S + 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium, 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Studierenden können das Konzept der Nachhaltigkeit und den durch anthropogene Aktivitäten verursachten „Treibhauseffekt“ erläutern. Sie können die Grundbegriffe des Life Cycle Assessment/der Ökobilanzierung beschreiben und die Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44 wiedergeben sowie Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften formulieren. Die Studierenden können die Software Umberto® und die Datenbank Ecoinvent anwenden und sind in der Lage, eine stoffstrombasierte Ökobilanz durchzuführen. Sie können Bewertungskriterien zur Einordnung von Ökobilanzdaten ableiten und Ökobilanzstudien kritisch bewerten..
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Nachhaltigkeit und Produktlebenszyklus - Grundlagen der Ökobilanzierung (Methodik und Praxis) - Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44 - Erstellen einer Sachbilanz mit verschiedenen Allokationsmethoden - Wirkungsbilanz und Umweltindikatoren - Kritische Bewertung der Methodik, Datenbasis und Ergebnisse - Modellierung mit LCA-Software - Anwendung der Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44 - Definition von funktionellen Einheiten und Bilanzgrenzen - Erstellen von Sachbilanzen - Erstellen von Wirkungsabschätzungen - Interpretation der Ergebnisse, Sensitivitätsanalyse und Ableitung von Handlungsempfehlungen
Studien- / Prüfungsleistungen:	Seminarleistung: Modellierung, schriftliche Ausarbeitung und Präsentation
Medienformen:	PowerPoint-Präsentation, Videos, Handout, Fallstudien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - M. Kaltschmitt, L. Schebek (Hrsg.): „Umweltbewertung für Ingenieure: Methoden und Verfahren“, Springer 2015 - W. Klöpffer, B. Grahl: „Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice“, Wiley-VCH 2014 (Standardwerk) - W. Klöpffer, B. Grahl: „Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf“, Wiley-VCH 2009 (Standardwerk)

	<ul style="list-style-type: none">- ifu Hamburg GmbH: "Tutorial - Life Cycle Assessment (LCA) with Umberto", Hamburg 2018- ifu Hamburg GmbH: "Umberto® LCA+ (v10) User Manual", Hamburg 2017- W. Klöpffer, B. Grahl: „Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice", Wiley-VCH 2014 (Standardwerk)
--	---

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Mechanische Trennverfahren I (Grundlagen der Entstaubung)
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr. Annett Wollmann
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h, 42 h Präsenzstudium, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Es wird empfohlen Mechanische Verfahrenstechnik I besucht zu haben.
Lernziele:	Prinzipien der Gasentstaubung und Luftreinhaltung können fachlich wiedergegeben und interpretiert werden. Die mathematische Auslegung von Gasentstaubern kann durchgeführt und Problemstellungen aufgabenspezifisch analysiert werden.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung <ul style="list-style-type: none"> - Geschichtliches zur Gasentstaubung - Luftreinhaltung - Prozessgasreinigung - Produktgewinnung 2. Komponenten der Luftverunreinigung <ul style="list-style-type: none"> - Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Ruß - Schwefeloxide - Stickoxide 3. Allgemeine Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> - Darstellung von Partikelgrößenverteilungen - Bewertung von Abscheidern - Aerosolmesstechnik - Grundlagen der Partikelbewegung 4. Zyklone und andere Massenkraftabscheider <ul style="list-style-type: none"> - Schwerkraftabscheider - Grundlagen und Anwendungsbereiche von Gaszyklonen 5. Nasswäscher <ul style="list-style-type: none"> - Tropfenherstellung - theoretische Reinigungswirkung eines Tropfens - Aufbau und Anwendungsbereiche von Nassentstaubern 6. Speicherfilter <ul style="list-style-type: none"> - Abscheidung von Partikeln an Partikeln und Fasern - Aufbau und Anwendungsbereiche von Speicherfiltern 7. Abreinigungsfilter <ul style="list-style-type: none"> - Druckverlust - Regenerierung 8. Elektroabscheider <ul style="list-style-type: none"> - Auflademechanismen - Eigenschaften und Auslegung von Elektroabscheidern 9. Produktgewinnung bei Nanopulver aus der Gasphase <ul style="list-style-type: none"> - Abscheidemechanismen

	- Probleme beim kontinuierlichen Betrieb
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur, 120 min
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none">- M. Stieß, Mechanische Verfahrenstechnik 2, Springer-Verlag 2008- F. Löffler, Staubabscheiden, Thieme-Verlag 1988

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Mechanische Trennverfahren II (Fest-Flüssig-Trennung)
Semester:	SS
Dozent(in):	Dr. C. Bothe
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Mechanische Verfahrenstechnik I
Lernziele:	Vermittlung der physikalischen Grundlagen und Einführung in die Apparatetechnik der Fest-Flüssig-Trennung
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung 2. Grundlagen 3. Filtermittel und Filterhilfsmittel 4. Sedimentationsapparate und -zentrifugen 5. Filtrationsapparate und -zentrifugen 6. Querstromfiltration 7. Apparateverschaltungen
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung, 30 min
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - M. Stieß, Mechanische Verfahrenstechnik 2, Springer-Verlag 2008 - K. Luckert (Hrsg.), Handbuch der mechanischen Fest-Flüssig-Trennung, Vulkan-Verlag 2004

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Membrantechnik I
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr.-Ing. H. Thiess
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I und II, BioVT I
Lernziele:	Die Studierenden - lernen: - Membrantechnik - wissen: - Experimentelle und Theoretische Grundlagen - sind in der Lage: - Membrananlagen auszulegen
Inhalt:	Die Membrantechnologie ist nach wie vor eine aufstrebende Grundoperation, die jedoch nicht alle Zukunftshoffnungen der letzten Jahre erfüllt hat. Dafür gibt es eine Reihe von Gründen. Ziel der Vorlesung ist neben den Grundlagen und Anwendungen auch die Herstellung, Charakterisierung und Auslegung darzustellen, um den aktuellsten Stand des Wissens und der Forschung zu vermitteln. - Grundlagen - Stofftransport - Anwendungen
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Skript
Literatur:	- T. Melin , R. Rautenbach : „Membranverfahren Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung“ Springer Verlag

Lehrveranstaltung / Teilmodul	Multifunktionale Leichtbauwerkstoffe I+II
Semester:	WS+SS
Dozent(in):	Prof. P. Wierach
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 x Vorlesung je 2 SWS; 2 x Übung je 1 SWS; Teilnehmer unbegrenzt
Arbeitsaufwand:	240 h; 84 h Präsenzstudium, 156 h Selbststudium
Kreditpunkte:	8
Voraussetzungen:	Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie, Technischen Mechanik und Materialwissenschaft, wie sie im Rahmen des Bachelorstudienganges Materialwissenschaft und Werkstofftechnik der TU Clausthal vermittelt werden.
Lernziele	Die Lehrveranstaltung erweitert das Wissen der Studierenden über klassische Konstruktionswerkstoffe hinaus auf Funktionswerkstoffe und zeigt auf, wie diese in funktionsintegrierten Leichtbaukonzepten zur Anwendung kommen. Die Studierenden erlernen praktisch anwendbare Materialmodelle und Berechnungsmethoden, um in der Lage zu sein, multifunktionale Strukturen zu dimensionieren. Die Lehrveranstaltung vermittelt den Studierenden die notwendigen Kompetenzen, um die erarbeiteten Grundlagen auf konkrete technische Probleme anzuwenden..
Inhalt:	<p>Es werden zunächst allgemeine Anforderungen an multifunktionale Werkstoffe erarbeitet, die in einer gesamtheitlichen Betrachtung zu leichteren Strukturen führen. Systematisch werden die verschiedenen Klassen von Funktionswerkstoffen so vorgestellt, dass die vermittelten Grundlagen jeweils aufeinander aufbauen. Wegen des besonderen Anwendungsbezugs wird ein wesentlicher Fokus auf Piezokeramiken, Formgedächtnislegierungen und elektroaktive Polymere gelegt. Weitere Werkstoffe wie z.B. elektro- und magnetostruktive Materialien, aber auch aktuelle Forschungsergebnisse werden in geringerer Detailtiefe behandelt, um den Studierenden einen möglichst vollständigen Überblick zu geben. Anhand praxisorientierter Beispiele aus den Bereichen der aktiven Schwingungs- und Lärmreduktion, der aktiven Formkontrolle (Shape Morphing) und der Strukturüberwachung (Structural Health Monitoring - SHM) wird das erlernte Wissen vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an multifunktionale Werkstoffsysteme • Leichtbaukonzepte mit multifunktionalen Werkstoffsystemen • Piezoelektrische Werkstoffe • Formgedächtnislegierungen • Elektroaktive Polymere • Elektro- und Magnetostruktive Materialien • Modellierung multifunktionaler Materialsysteme • Integration multifunktionaler Materialien in Faserverbundwerkstoffe
Studien- Prüfungsleistungen:	Klausur/ 60 Minuten oder Mündliche Prüfung/ 30 Minuten
Medienformen:	Tafel, Powerpoint, Laborexperimente, Exkursion zum DLR
Literatur:	

Lehrveranstaltung / Teilmodul	Numerische Strömungsmechanik
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. G. Brenner.
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	Vorlesung/Übung 3 SWS; Teilnehmer unbegrenzt
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium inkl. Übung, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Vorausgesetzt werden die Kenntnisse der Vorlesungen Ingenieurmathematik und Physik sowie Strömungsmechanik
Lernziele:	<p>Die Studierenden..</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen und verstehen die besprochenen Methoden zur Messung von Strömungen - sind in der Lage, für vorliegende Strömungen geeignete Messinstrumente zu wählen und ihren Einsatz zu skizzieren - verstehen und beschreiben die Funktionsweise der Messinstrumente und der zugrunde liegenden Messprinzipien - erläutern die Einflussfaktoren, denen Messergebnisse der besprochenen Verfahren und Instrumente unterliegen können
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erhaltungsgleichungen der Kontinuumsmechanik, Klassifizierung aus mathematischer Sicht, Rand- und Anfangsbedingungen 2. Finite Differenzen Methode, Prinzip der FDM, Genauigkeitsfragen, Anwendung zur Lösung einer linearen skalaren Transportgleichung in ein- und zwei Dimensionen 3. Lösung linearer Gleichungssysteme, Direkte Löser (TDMA, LU-Zerlegung), iterative Löser (Unvollständige LU), konjugierte Gradienten Verfahren 4. Finite Volumen Methode, Prinzip der FVM, Diskretisierung von skalaren konvektions-diffusions Gleichungen, gebräuchliche Diskretisierungspraktiken 5. Instationäre Strömungen, Explizite und implizite Verfahren, Einzschritt/Mehrschritt Verfahren, 6. Eigenschaften von iterativen Algorithmen, Stabilität, Konvergenz, Konsistenz (Satz von Lax), Konservativität, Beschränktheit 7. Berechnungsverfahren für elliptische Probleme, Möglichkeiten der Druck-Geschwindigkeitskopplung, SIMPLE Verfahren und Varianten, versetzte und nicht versetzte Gitter 8. Möglichkeiten der Simulation / Modellierung der Turbulenz Schließungsannahmen, Transportmodelle für Turbulenzgrößen, Wandmodellierung 9. Gittergenerierung (Preprocessing), Einbindung in andere CA Techniken, Multigrid, Parallelverarbeitung und Hochleistungsrechnen, Visualisierung/Postprocessing von numerischen Daten
Studien- Prüfungsleistungen:	Prüfungsform: bis 35 Teilnehmer*innen mündliche Prüfung, sonst Klausur
Medienformen:	Tafel, Folien

Literatur:	<ol style="list-style-type: none">1. Eigenes Skript2. J. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 1999.3. C. Hirsch, Numerical computation of internal and external flow, Wiley, 1988.
------------	---

Lehrveranstaltung / Teilmodul	Numerical Fluid Mechanics
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. G. Brenner.
Sprache:	Englisch
Lehrform / SWS:	Vorlesung/Übung 3 SWS; Teilnehmer unbegrenzt
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium inkl. Übung, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Ingenieurmathematik und Physik sowie Strömungsmechanik
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die fundamentalen Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik interpretieren. • kennen und verstehen numerische Verfahren zur Lösung und Diskretisierung der Grundgleichungen der Strömungsmechanik. • kennen die mathematischen Grundlagen der Lösung der linearen Gleichungssysteme und können Methoden zur Beschleunigung der Lösung anwenden. • sind in der Lage, die Stabilität der numerischen Verfahren zu beurteilen und Fehlerquellen abzuschätzen. • sind in der Lage, über den Einsatz verschiedener Modelle und Verfahren zu entscheiden
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erhaltungsgleichungen der Kontinuumsmechanik, Klassifizierung aus mathematischer Sicht, Rand- und Anfangsbedingungen 2. Finite Differenzen Methode, Prinzip der FDM, Genauigkeitsfragen, Anwendung zur Lösung einer linearen skalaren Transportgleichung in ein- und zwei Dimensionen 3. Lösung linearer Gleichungssysteme, Direkte Löser (TDMA, LU-Zerlegung), iterative Löser (Unvollständige LU), konjugierte Gradienten Verfahren 4. Finite Volumen Methode, Prinzip der FVM, Diskretisierung von skalaren konvektions-diffusions Gleichungen, gebräuchliche Diskretisierungspraktiken 5. Instationäre Strömungen, Explizite und implizite Verfahren, Einzschritt/Mehrschritt Verfahren, 6. Eigenschaften von iterativen Algorithmen, Stabilität, Konvergenz, Konsistenz (Satz von Lax), Konservativität, Beschränktheit 7. Berechnungsverfahren für elliptische Probleme, Möglichkeiten der Druck-Geschwindigkeitskopplung, SIMPLE Verfahren und Varianten, versetzte und nicht versetzte Gitter 8. Möglichkeiten der Simulation / Modellierung der Turbulenz Schließungsannahmen, Transportmodelle für Turbulenzgrößen, Wandmodellierung 9. Gittergenerierung (Preprocessing), Einbindung in andere CA Techniken, Multigrid, Parallelverarbeitung und Hochleistungsrechnen, Visualisierung/Postprocessing von numerischen Daten
Studien-Prüfungsleistungen:	Prüfungsform: bis 35 Teilnehmer*innen mündliche Prüfung, sonst Klausur

Medienformen:	Tafel, Folien
Literatur:	<ol style="list-style-type: none">4. Eigenes Skript5. J. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 1999.6. C. Hirsch, Numerical computation of internal and external flow, Wiley, 1988.

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Optimierung für Ingenieure
Semester:	2.
Dozent(in):	Prof. J. Bremer
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	4 V/Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Ingenieurmathematik, Programmierkenntnisse
Hier Lernziele:	<p>Die Studierenden erlernen die Grundlagen der numerischen, modellgestützten Optimierung; exemplarisch dargestellt an einfachen Systemen der Verfahrenstechnik.</p> <p>Folgende Fähigkeiten/Qualifikationen erlangen die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierungsprobleme aus technischen oder wirtschaftlichen Fragestellungen formulieren und klassifizieren • Überblick über verfügbare computergestützte Lösungsverfahren für stationäre Optimierungsprobleme • Auswahl angemessener Algorithmen für verschiedene Optimierungsprobleme • Detaillierte Kenntnisse zu den Vor- und Nachteilen der erlernten Verfahren • Optimierungsprobleme in Simulationsumgebungen implementieren und dessen Ergebnisse adäquat beurteilen - sowohl für den Fall des Scheiterns des Verfahrens als auch für die Beurteilung einer gefunden Näherungslösung
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur und Formulierung von Optimierungsproblemen (Zielfunktion, Nebenbedingungen, Freiheitsgrade) 2. Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Optimalitätsbedingungen (notwendige und hinreichende Bedingungen) 2.2 Eindimensionale Optimierungsmethoden (äquidistante Suche, Interpolationsverfahren, goldener Schnitt) 2.3 Mehrdimensionale Optimierungsmethoden; Liniensuchrichtungen (sequentielle Variation der Variablen, steilster Abstieg, konjugierte Gradienten), Nelder-Mead-Verfahren, Newton-Methoden (Newton-Raphson, Quasi-Newton-methoden, Gauss-Newton für quadratische Probleme) 2.4 Liniensuchmethoden (Wolfe-Bedingungen, „trust region“-Methode, „dogleg“-Methode, Marquardtverfahren) 3. Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Optimalitätsbedingungen (Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen), Eindeutigkeit der Lösung 3.2 Nichtlineare Programmierung (reduzierter Gradient, sequentielle quadratische Programmierung, „active set“-Strategie) 3.3 Straffunktionen, Barrierefunktionen 3.4 Lineare Programmierung (Simplexmethode nach Dantzig)

	<p>4 Globale Optimierung</p> <p>4.1 Genetische Algorithmen</p> <p>4.2 Evolutionäre Algorithmen</p> <p>5 Optimalsteuerung</p> <p>5.1 Optimalitätsbedingungen (Euler-Lagrange-Gleichungen) für unbeschränkte und beschränkte Probleme</p> <p>5.2 Hamiltonfunktion</p>
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (120 Minuten), bei geringer Teilnehmerzahl eventuell auch mündliche Prüfung.
Medienformen:	Tafel, Folien, Computerarbeit
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - M. Papageorgiou, Optimierung, Oldenbourg Verlag, München, 1996 - J. Nocedal, S. Wright, Numerical Optimization, Springer-Verlag, New York, 2008 - T.F. Edgar, D.M. Himmelblau, Optimization of Chemical Processes, McGraw-Hill, 1988

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Partikelmesstechnik
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. A. Weber
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Strömungsmechanik, Experimentalphysik, Mechanische VT
Lernziele:	Prinzipien der Partikelmesstechnik erkennen, sowie wichtige Messgeräte und ihre Anwendungsbereiche erfassen. Grundlegende physikalische Wirkweisen von Messverfahren bestimmen und beurteilen, sowie deren Mess- und Einflussgrößen interpretieren und erläutern. Fachübergreifende Fähigkeiten vor dem Hintergrund allgemeiner Anwendungsfälle der Partikelmesstechnik und Charakterisierung disperser Systeme durchschauen und erarbeiten.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Partikelmerkmale 1.2. Äquivalent-Durchmesser 1.3. PGV 1.4. Kräfte auf Partikel 1.5. Theorem von Cauchy 2. Probennahme <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Schüttgüter 2.2. Suspensionen 2.3. Pasten 2.4. Strömende Gase 2.5. Strömende Suspensionen 2.6. Systematische Fehler 3. Dispergierung <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Trockendispergierung 3.2. Nassdispergierung 3.3. Stabilität des Dispergierzustands 3.4. Experimentelle Überprüfung der Dispergierung 3.5. Wirkungsmechanismen der Dispergierhilfsmittel 4. Abbildende Verfahren <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Lichtmikroskopie 4.2. Elektronenmikroskopie 4.3. Rastersondenverfahren 4.4. Bildverarbeitung 5. Zählverfahren (Einzelpartikelmessung) <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Lichtstreuung 5.2. Coulter-Counter 5.3. Kondensationspartikelzähler 5.4. Elektrometer 5.5. Koinzidenz 6. Trennverfahren <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Siebung 6.2. Sedimentation 6.3. Windsichter

	6.4. Elektrophorese 6.5. Diffusionsbatterie 7. Spektroskopische Verfahren (Messung am Partikelkollektiv) 7.1. Laserbeugung 7.2. Photonenkorrelationsspektroskopie 7.3. Ultraschallextinktion 7.4. Inversionsproblem 8. Spezialthemen 8.1. Spezifische Oberfläche 8.2. Dichtebestimmung 8.3. Gasanalytik 8.4. Aussagekraft von Mittelwerten
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur, 120 Minuten
Medienformen:	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Granulometrie (Bernhardt, 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990) - Aerosol Measurement (eds. Baron/Willeke, Wiley & Sons, New York, 2001)

Lehrveranstaltung/ Teilmodul:	Pflanzenbasierte, ressourceneffiziente Verfahrenstechnik zur Gewinnung wertvoller Wirkstoffe aus den Perspektiven von Bio- und Ingenieurwissenschaften
Studiensemester:	WS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube, PD Dr. Martin Tegtmeier, Prof. Dr. J. Papenbrock (Hannover), Prof. Dr. R. Hänsch (TU BS), wissenschaftliche Mitarbeiter
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	12 V / Ü / S
Arbeitsaufwand:	720 h; 120 h Präsenzstudium; 600 h Selbststudium
Kreditpunkte:	12
Voraussetzungen	Bioverfahrenstechnik I, Thermische Verfahrenstechnik I
Lernziele:	Entwurf und Auslegung von Herstellungsprozessen von Phytochemikalien (Pharmazeutika, Nutraceuticals, Lebensmittelzusatzstoffen, Aromen/Flavors, Kosmetika und Agrochemikalien) unter deren regulatorischen Bedingungen, Planung/Durchführung und Auswertung von Laborexperimenten zur Bestimmung von Stoffdaten und Modellparametern aller Grundoperationen wie Feststoffextraktion als Mazeration und Perkolation sowie Wasserdampfdestillation inkl. Vorbehandlung des Pflanzenmaterials (Trocknen, Zerkleinern, Befeuchten, Lagern, Transport), nachfolgende Extraktreinigung mittels Membrantechnologie, Flüssig-Flüssig Extraktion, Chromatographie, Kristallisation und Fällung inkl. Lösungsmittelrecycling, Phys.-chem. basierte Gesamtprozessmodellierung und –simulation, Prozessoptimierung mittels Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Quality by Design Ansatz mittels statistischer Versuchsplanung und phys.-chem Modellierung.
Inhalt:	
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur	– Skript u.a.

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Planung und Bau von Chemieanlagen
Semester:	WS
Dozent(in):	Dr.-Ing. H. Fröhlich
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I und II, Prozesstechnik empfohlen
Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - Lernen: alle Stufen der Anlagenplanung kennen - wissen: die dazu notwendigen Methoden und Grundlagen - sind in der Lage: eigenständig derartige Projekte zu bearbeiten
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Einleitung - Vorprojekt - Basic Engineering - Detail Engineering - Beschaffung - Montage und Inbetriebnahme - Project Management
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript u.a.

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Polymer Thermodynamics
Semester:	WS
Dozent(in):	Prof. Dr. rer. nat M. Fischlschweiger
Sprache:	Englisch
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können die Herstellungs-, Verarbeitungs- und Recyclingverfahren von Polymeren mit den Methoden der Thermodynamik analysieren. • Studierende sind in der Lage, Energie- und Stoffumwandlungen in der Polymerverfahrenstechnik mit den Methoden der Thermodynamik zu berechnen und insbesondere Stoffkreisläufe zu bewerten. • Studierende können selbstständig, im Rahmen der Übung, die Methodik des Prozessdesigns für die Herstellung, die Verarbeitung und das Recycling von Polymeren auf Basis der Thermodynamik anwenden..
Inhalt:	Eigenschaften von Polymeren, Herstellungs- Verarbeitungs- und Recyclingverfahren, Thermodynamische Modelle zur Beschreibung des Phasenverhaltens von Polymeren, Zustandsgleichungen für Polymere, Druckeinfluss auf Polymer-Phasengleichgewichte, Grenzflächeneigenschaften von Polymeren, Thermodynamische Modellierung von polymeren Herstellungs-, Verarbeitungs- und Recyclingprozessen, Bewertung von polymeren Stoffkreisläufen auf Basis der Thermodynamik
Studien- Prüfungsleistungen:	Klausur (120 Min.) (bei weniger als 5 Teilnehmern mündlich)
Medienformen:	Folien/Powerpoint, Tafel, Übungsaufgaben
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • P.J. Flory: Principles of Polymer Chemistry, Cornell University Press, Ithaca and London, 16th Ed. 1995 • J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Prentice Hall PTR, Third Ed. 1999 • S. Enders, B.A. Wolf: Polymer Thermodynamics Liquid Polymer-Containing Mixtures, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Polymerwerkstoffe I – Thermoplastische Systeme
Semester:	3.
Dozent(in):	Dr. Leif Steuernagel
Sprache:	Deutsch/englisch (auf Wunsch der Studierenden)
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	keine
Lernziele:	Die Studierenden können den Aufbau und die Struktur von Polymerwerkstoffen erläutern und diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften für die Werkstoffauswahl anwenden. Sie beherrschen die Grundlagen der wichtigsten Verarbeitungsverfahren der thermoplastischen Polymere und können die dort entstehenden Abkühlvorgänge und das Kristallisieren der Schmelze erläutern. Weiterhin können Sie die Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung des Fließverhaltens anwenden. Die Studierenden können das mechanische Verhalten von Kunststoffen analysieren und geeignete Materialanwendungen abwägen.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Problematik und Aufbau der Polymere <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau, Zustandsbereiche - Bindungskräfte von Polymeren - Einfluss von Zuschlagsstoffen - Reaktion vom Monomer zum Polymer 2. Struktur der Polymerwerkstoffe <ul style="list-style-type: none"> - Homogene Polymerwerkstoffe - Heterogene Polymerwerkstoffe - Heterogene Verbundwerkstoffe 3. Schmelzeverhalten von Polymeren <ul style="list-style-type: none"> - Fließverhalten von Polymeren - Rechnerische Abschätzung nach Potenzgesetz - Viskositäts-Temperatur-Verschiebungsprinzip - Orientierungen in der Schmelze - Einfluss der Molekülgestalt 4. Abkühlvorgänge von Polymeren aus der Schmelze <ul style="list-style-type: none"> - Abkühlvorgänge - Thermodynamische Kenngrößen und Zustandsänderungen - Erstarrungsvorgänge bei amorphen und teilkristallinen Polymeren, Nukleierung - Kristallisationskinetik - Verzug-Eigenstressungen 5. Mechanisches Verhalten <ul style="list-style-type: none"> - Kurzzeitbeanspruchung, Einfluss der Beanspruchungsgeschwindigkeit - Rechnerische Abschätzung nach verschiedenen Modellen (Maxwell-, Voigt-Kelvin-Modell) - Langzeitverhalten, Relaxations-, Retardationsvorgänge

	- Ermüdungs-, dynamisches und Stoßverhalten
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur oder mündliche. Prüfung
Medienformen:	Abrufbare Skripte, Tafel, Präsentationen, Videos
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Menges: Werkstoffkunde Kunststoffe, Carl Hanser Verlag, München Wien - Schwarz: Kunststoffkunde, Vogel Buchverlag, Würzburg (1988) - Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Carl Hanser Verlag, München Wien

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Projektierung von Apparaten zur Stoffübertragung
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 42 h Präsenzstudium; 48 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I und II, Prozesstechnik empfohlen
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lernen: Apparate zur Stoffübertragung im Detail auszulegen - Wissen: die dazu notwendigen Grundlagen in Fluidodynamik, Phasengleichgewicht und Stoffübertragung sowie Wärmetechnik - sind in der Lage: typische Fragestellungen in Basic und Detail Engineering zu bearbeiten.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Destillation, Rektifikation - Fl.-Fl. Extraktion - Fest-Flüssig Extraktion inkl. SFE - Membrantechnik UF/DF, MF, Pervaporation - Chromatographie Elution und Gradient - Kristallisation/Fällung
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript, u.a.

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Prozessintensivierung
Semester:	3.
Dozent(in):	Dr. Reinhard Ditz (Merck KGaA), Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren, Prozesstechnik
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - lernen: Stand der Forschung - wissen: Mikrotechnik, Hybridtechnik, Integrationsverfahren - sind in der Lage: Prozesse zu intensivieren
Inhalt:	<p>Prozessintensivierung umfasst Prozessintegration und Prozessverstärkung. Prozessintegration beinhaltet die verfahrenstechnische Integration von Reaktion und Trennung sowie Hybride Trennverfahrenstechnik. Prozessverstärkung hat die Verstärkung von Wärme- und Stoffaustausch Phänomen zum Ziel, z.B. durch Nutzung von Mikro-Effekten in Mikro-Verfahrenstechnik Bauteilen und smart factory Konzepten. Alle diese Teilthemen sind Forschungsschwerpunkt auf den sich die führenden deutschen Chemie-Firmen im Rahmen der Dechema geeinigt haben, um den Standort Deutschland gezielt zu stärken.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung: Definition, Motivation und Aufgabenstellung; Prozessintensivierung 2. Prozessintegration - Reaktive Trennverfahren : Reaktiv-Destillation,- Reaktiv-Extraktion, Reaktiv-Adsorption/Chromatographie 3. Prozessintegration - Hybride Trennverfahren:- Destillation/Pervaporation,- Destillation/Kristallisation, Extraktion/Kristallisation, Chromatographie/Kristallisation 4. Prozessverstärkung - Smart Solvents : Aufgabenstellung und Konzepte, Rahmenbedingungen, Ionic Liquids, Green Solvents, Sub/Super Critical Fluids 5. Prozessverstärkung - Mikro-Verfahrenstechnik: Auslegung, Design von Bauteilen, Grundlagen, Theorie und Experimente 6. Prozessverstärkung – Umsetzungsstrategien:- Reengineering, Smart Factory 7. Exkursion
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Prozessmodellierung für Ingenieure 2
Semester:	SS
Dozent(in):	PD Dr. J. Wendelstorf
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 V/Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Ing. Mathematik, Physik, Prozessmodellierung (Grundkenntnisse)
Lernziele:	Aufbauend auf den beispielsweise in der Einführung in die Prozessmodellierung (W7925) erworbenen Grundkenntnissen in der Prozessmodellierung und dem Umgang mit Mathematica und dem SystemModeler lernen die Studenten die wissenschaftlichen Grundlagen und die Praxis der Prozessmodellierung.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>1. Systematik der Prozessmodellierung</u> Prozessmodellierung wird als iterative Annäherung des Modells an die Realität verstanden und die allgemeine Systematik der Vorgehensweise (workflow) wird behandelt. 2. <u>Prozessmodelle parametrieren und validieren</u> Es werden fortschrittliche Verfahren zur Modellparametrierung und Validierung behandelt. 3. <u>IT Werkzeuge in der Prozessmodellierung</u> Die Auswahl der Werkzeuge zur Realisierung von Prozessmodellen ist mission critical. Es werden die Details der für eine wissenschaftliche Prozessmodellierung zur Verfügung stehenden Softwaresysteme behandelt, z.B. Mathematica und der SystemModeler. 4. <u>Naturwissenschaftliche Grundlagen der Prozessmodellierung:</u> Dem Hörerkreis entsprechend werden die Methoden der Implementierung von physikalischen und chemischen Grundlagen in Prozessmodelle behandelt. 5. <u>Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen der Modellierung komplexer Prozesse</u> Für die ausgewählten Anwendungsbeispiele werden die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen bereitgestellt. 6. <u>Beispiele aus der Praxis</u> Auf der Basis der Fachgebiete der Hörer und dem jeweiligen Stand der Technik werden Prozessmodelle selbst erstellt, analysiert und optimiert. Die Realisierung erfolgt mit den jeweils optimalen Softwarewerkzeugen.
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündlichen oder schriftlichen Prüfung, näheres regelt die Prüfungsordnung.
Medienformen:	Powerpoint, Tafel, Softwaresysteme (Mathematica, SystemModeler, ..)

Literatur:

- *Aktuelle Fachartikel und*
 1. *R Aris (1978): Mathematical modelling techniques*
 2. *M M Denn (1986): Process modelling*
 3. *R Aris (1999): Mathematical Modeling A Chemical Engineer's Perspective*
 4. *K M Hargos, I T Cameron (2001): Process modelling and model analysis*
 5. *J Mikles, M Fikar (2007): Process Modelling, Identification and Control*
- *J. Wendelstorf (2016): Prozessmodellierung in der Hochtemperaturverfahrenstechnik*

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Prozesstechnik
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I
Lernziele:	<p>Die Studierenden lernen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prozessentwicklung - Versuchsplanung <p>wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prozessplanung - Prozess- und Verfahrensentwicklung - Prozesssimulation - Prozesssynthese <p>sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gesamte Prozesse entwerfen und optimieren
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verfahrensentwicklung, Vorprojektierung 2. Methoden der Prozessentwicklung, Prozesssynthese 3. Statistische Versuchsplanung 4. Pinch-Technologie 5. Mini-Plant Technologie, begl. Prozesssimulation 6. Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Reactive Flows in High Temperature Processes
Semester:	2.
Dozent(in):	Dr.-Ing. M. Mancini
Sprache:	Englisch
Lehrform / SWS:	2 V / 2 Ü
Arbeitsaufwand:	120h; 56h Präsenzstudium; 64h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Grundlagenkenntnisse aus einem Bacheloringenieurstudium (Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärmeübertragung)
Lernziele:	Die Studierenden - kennen und verstehen die Methoden physikalischer Modellbildung für reaktive und kontinuumsmechanische Systeme - können unbekannte Problemstellungen analysieren und die vorgestellten Simulationsmethoden darauf anwenden - können eine Problemstellung in begrenzter Zeit gemeinsam im Team und eigenständig bearbeiten - können die gewonnenen numerischen Ergebnisse dieser Arbeit visualisieren, präsentieren und kritisch hinterfragen
Inhalt:	1. Equations of reactive computational fluid dynamics A. Mass and momentum conservation B. Energy and enthalpy conservation C. Entropy conservation 2. Turbulence and its effects 3. Reduction of complex mechanisms 4. Interaction of chemistry and turbulence A. EBU and EDC models B. Flamelet and further probabilistic models 5. Solution of the radiative heat transfer equation 6. Conversion of solid fuels A. DPM models B. Heterogeneous reactions 7. Applications to industrial processes
Studien- / Prüfungsleistungen:	sonstige praktische/theoretische Arbeit gemäß APO §14, 1d (Absatz 6) inklusive Präsentation und Diskussion
Medienformen:	Skript, Powerpoint, Tafel, PC-Übungen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Own lecture notes - Computational methods for turbulence reactive flows, R. Fox, 1995 - Turbulent Combustion, N. Peters, 2000

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Sektorenkopplung
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. I. Hauer
Sprache:	Englisch
Lehrform / SWS:	4 V / Ü
Arbeitsaufwand:	180 h; 56 h Präsenzstudium; 124 h Selbststudium
Kreditpunkte:	6
Voraussetzungen:	Elektrotechnik, Nachhaltige Energiesysteme I
Lernziele:	<p>The students recognize the energetic sector coupling as a necessity in sustainable energy systems and understand the complexity of integrated energy systems with material and non-material energy carriers. They are able to differentiate between the various concepts of energetic sector coupling, know the characteristics and can name the specific demands on the energy system, and understand its basic functions. Through the lecture series, students are able to reenact different perspectives regarding the advantages and disadvantages of possible concepts and will have at their command the principles for further scientific specialization.</p>
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Energy economy basics of sector coupling 3. Power demand, energy supply, primary and secondary energy carriers, power flow charts 4. Sector coupling as the basis of decarbonization 5. Electricity production 6. Renewable production of electricity, onshore and offshore 7. Thermal transfer: Heat pumps and storage, Prof. Fischschweiger 8. Power-to-Gas and Gas-to-Power 9. Hydrogen production by electrolysis, Prof. Turek 10. Fuelcell and hydrogen storage, Dr. Lindermeir 11. Underground storage of hydrogen, Prof. Ganzer 12. Hydrogen storage and transport in ammonia, Prof. Bremer 13. Legal framework for the hydrogen industry, Prof. Weyer 14. Power-to-Liquid, Methanation and Fischer-Tropsch-synthesis, Dr. Lindermeir 15. Sustainable mobility and traffic, Prof. Hauer 16. Industrial processes, Dr. Mecke 17. Sector coupling for decarbonization of primary production 18. Example: SALCOS 19. Sector coupling using the example of CUTEC Energiepark, Dr. zum Hingst 20. Introduction to optimization (example household/quarter), Dr. Tayyab
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur

Medienformen:	Presentation, blackboard, exercises, video
Literatur:	- tba

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. T. Turek
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Chemische Reaktionstechnik I
Lernziele:	Die Studierenden lernen Gefährdungen für Mensch und Umwelt kennen, die durch chemische Substanzen im Allgemeinen und den Betrieb chemischer Anlagen im Besonderen entstehen. Sie analysieren das Ansehen der chemischen Industrie und lernen die historische Entwicklung der chemischen Sicherheitstechnik, der gesetzlichen Vorschriften für die Bewertung chemischer Substanzen und den Betrieb von Anlagen sowie der Instrumentarien zur Weiterentwicklung des Sicherheitsniveaus chemischer Produktion kennen. Auf der Grundlage ihres Wissens im Bereich der Chemie und der Chemischen Reaktionstechnik verstehen die Studierenden, wie Gefährdungen in der Praxis entstehen und wie aus einer allgemeinen sicherheitstechnischen Analyse von Prozessen oder Teilschritten technische und organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung von Störungen abgeleitet werden können.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bedeutung der Sicherheitstechnik für die Chemische Industrie 2. Gefährliche Eigenschaften von Stoffen und chemischen Reaktionen 3. Beispiele für Unfälle: "learning from accidents" 4. Prozesssicherheit chemischer Reaktoren 5. Einführung in das Technische Recht 6. Sicherheitstechnische Regelungen und Anforderungen 7. Technische und organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung von Störungen und Unfällen
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche Prüfung (30 Minuten)
Medienformen:	Tafel, Folien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Skript „Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie“ - J. Steinbach: "Chemische Sicherheitstechnik", VCH Weinheim, 1995 - H.F. Bender: "Das Gefahrstoffbuch", VCH Weinheim, 1996 - U. Onken, A. Behr: "Chemische Prozesskunde", Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1996

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Systematische Prozessentwicklung im regulatorischen Umfeld
Semester:	3.
Dozent(in):	Dr.-Ing. Steffen Zobel-Roos; Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V/ 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I, Bioverfahrenstechnik I, Modellierung und Simulation Verfahrenstechnischer Systeme
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lernen: die Grundlagen der Prozessentwicklung und die damit verbundene, moderne Methodik (Quality by Design, Design of Experiments, etc) - Wissen: wie Prozesse entworfen und Anlagen dimensioniert werden - Sind in der Lage: typische Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Prozessentwicklung - Quality by Design (QbD): <ul style="list-style-type: none"> o Target Product Profile o Risk Assessment o Design Space - Planung und Durchführung von Studien: <ul style="list-style-type: none"> o Prozessscreening o Design of Experiments (DoE) - Prozesssimulation <ul style="list-style-type: none"> o Modellentwicklung o Modellparameter Bestimmung o Modellvalidierung - Umsetzung: Lab to process: <ul style="list-style-type: none"> o Online Messtechnik & Prozessanalysetechnologien (PAT) o Advanced Process Control (APC)
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript, PC-Übungen
Literatur:	

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Stationäre Simulation mit Aspen Plus
Semester:	3.
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren, Prozesstechnik
Lernziele:	Die Studierenden lernen: <ul style="list-style-type: none"> - Prozesssimulationen wissen: <ul style="list-style-type: none"> - Modellierung sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> - Verfahrenstechnische Prozesse stationär zu simulieren
Inhalt:	8. Einführung in die Prozesssimulation 9. Grundlagen der Modellierung 10. Aufbau und Arbeitsweise von Aspen Plus 11. Unit Operation Modelle 12. Grundlagen der Thermodynamik 13. Stoffdatenmodelle 14. Bestimmung von Stoffdaten mit Aspen Plus
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	PC-Übung, begleitendes Skript
Literatur:	-

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Technische Chromatographie
Semester:	3.
Dozent(in):	Dr. Reinhard Ditz (Merck KGaA); Prof. Dr.-Ing. Jochen Strube
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V
Arbeitsaufwand:	90 h; 28 h Präsenzstudium; 62 h Selbststudium
Kreditpunkte:	3
Voraussetzungen:	Thermische Trennverfahren I und II, Bioverfahrenstechnik I, Pharmazeutische Verfahrenstechnik, Praktikumsversuch Chromatographie und Kristallisation sowie Bioanalytik empfohlen
Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - Lernen: die Grundklagen der Technischen Chromatographie - Wissen: wie Prozesse entworfen und Anlagen dimensioniert werden - Sind in der Lage: typische Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Stationäre Phasen, - Mobile Phasen und Grundoperationen (CSP, NP/RP, SEC, IEX, HIC, MM, Affinität) - Phasenscreening - Methodenentwicklung und –optimierung - Batch und Konti. SMB Prozesse, Elution und Gradienten Fahrweise - Analytischen Trennungen, Präparative Trennungen, Scale-up Methoden - Prozessbegleitende Modellierung und Simulation - Experimentelle Modellparameterbestimmung - Säulenpacktechnologien - Anlagen- und Apparatechnik bis Produktionsmaßstab inkl. Detektorkonzepte - Prozessintegration (Lösungsmittelrecycling, Kristallisation etc.)
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 Minuten) > ca. 15 Teilnehmer, mündliche Prüfung (30 Minuten, Einzelprüfung) < ca. 15 Teilnehmer
Medienformen:	Vorlesung, begleitendes Skript, PC-Übungen, Experimente
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - K.K. Unger Handbuch der HPLC I+II, GIT Verlag 2004 u.a.

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Thermische Behandlung von Rest- und Abfallstoffen
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. M. Fischlschweiger
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	-
Lernziele:	<p>Die Studierenden haben die Funktion von thermischen Abfallbehandlungsanlagen im Detail verstanden. Sie können die einzelnen Komponenten einer Anlage benennen und deren Funktion beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, das Zusammenwirken der Einzelkomponenten zu erkennen und zu erklären. Sie können das System energetisch bilanzieren. Sie können die Auswirkungen der Abfallbehandlungsanlagen auf die Umwelt beurteilen.</p> <p>Die Studierenden wenden Methoden der Systembetrachtung an, um die Interaktionen zwischen einzelnen Komponenten zu erkennen und zu abstrahieren. Sie verknüpfen dafür disziplinares Einzelwissen und erarbeiten sich entsprechende Lösungsansätze. Mit Berechnungsmethoden werden Zusammenhänge quantifiziert und diskutiert.</p> <p>Die Studierenden lernen in der Lehrveranstaltung komplexere Verfahren zu analysieren und zu interpretieren.</p>
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung und Problemstellung 2. Abfallcharakterisierung und -vorbehandlung 3. Haupteinflussgrößen 4. Verbrennung 5. Vergasung 6. Pyrolyse 7. Mechanismen zur Schadstoffentstehung und -verminderung in Feuerungen 8. Systematischer Aufbau von Prozessführungen 9. Apparate 10. Systematische Darstellung, Bilanzierung und Bewertung 11. Derzeitiger Stand der Technik von thermischen Abfallbehandlungsverfahren 12. Entwicklungstendenzen thermischer Abfallbehandlungsverfahren 13. Konzepte aus mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrensbausteinen 14. Mathematische Modellierung thermischer Prozesse zur Abfallbehandlung - Beispiele
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (60 Min.)
Medienformen:	Vortrag, Beamer, Skript, Tafel
Literatur:	- R. Scholz, F. Schulenburg, M. Beckmann: Abfallbehandlung in thermischen Verfahren - Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Verfahrens- und Anlagenkonzepte, Aktuelle Auflage: 1. Auflage Februar 2001, ISBN: 978-3-519-00402-8, Vieweg + Teubner Verlag, 460 Seiten.

	<p>- R. Scholz, T. Harnaut, M. Beckmann, M. Horeni: Zur systematischen Bewertung der Energieumwandlungen bei der thermischen Abfallbehandlung – Was ist Energieeffizienz? In Optimierung der Abfallverbrennung 1, TK – Verlag, Neuruppin 2004, ISBN 3-935317-16-6, S. 203 – 235.</p>
--	--

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Thermische Prozesse in Kraftwerken
Semester:	WS
Dozent(in):	Mancini, M.
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Technische Thermodynamik I
Lernziele:	<p>Studierende können:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. die mathematischen und physikalischen Grundlagen der Gasdynamik wiedergeben, erläutern und auf die einfachen Problemstellungen im Bereich der Kraftwerktechnik anwenden. 2. die eigenständige Berechnung thermischer Strömungsmaschinen sowohl mit idealen als auch realen Gasen durchführen. 3. die thermische Strömungsmaschine im energetischen Sinne bewerten und die Ergebnisse auch konkret beurteilen sowie verifizieren. 4. den Stand der Technik bei thermischen Kraftwerksprozessen beschreiben und die Anwendung verschiedener Technologien begründen. <p>Studierende können:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. erlerntes Wissen eigenständig vertiefen und ergänzen. 2. in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen. 3. eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung 2. Einführung in die Gasdynamik 3. Thermische Maschinen 4. Kreisläufe mit idealem Gas 5. Kreisläufe mit realem Gas (Dampf) 6. Kessel und Kondensatoren 7. Kombinierte Gas-, Dampfturbinenkraftwerke
Studien- / Prüfungsleistungen:	mündliche. Prüfung (Dauer max. 60 min)
Medienformen:	
Literatur:	<p>Skript</p> <p>Käppeli, Ernst: Hydrostatik, Hydrodynamik, Gasdynamik, Strömungsmaschinen; 1. Auflage, Deutsch Verlag, 1996</p> <p>Strauß, Karl: Kraftwerkstechnik: zur Nutzung fossiler, regenerativer und nuklearer Energiequellen; 3. Auflage, Springer Verlag, 1997</p> <p>Dolezal, Richard: Kombinierte Gas- und Dampfkraftwerke; Springer Verlag, 2001</p> <p>Kehlhofer, Rolf: Gasturbinenkraftwerke, Kombikraftwerke, Heizkraftwerke und Industriekraftwerke; Hrsg.: T. Bohn, Technischer Verlag Resch / Verlag TÜV Rheinland, 1984</p>

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Thermo- und Partikeldynamik disperser Systeme
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. A. Weber, Prof. M. Türk
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	2 V / 1 Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium; 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Voraussetzungen: keine; Empfehlungen: Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik, Chemische Thermodynamik
Lernziele:	Die Studierenden entwickeln ein tieferes Verständnis für die Entstehung, das Wachstum und das Verhalten von Partikeln und Partikelsystemen. Sie können den Zusammenhang zwischen Prozessparametern und erzielten Produkteigenschaften erläutern und kennen Messmethoden, um diese zu charakterisieren
Inhalt:	Thermodynamik der Grenzflächen; Spontane Phasenübergänge; Metastabile Phasen; Homogene und heterogene Keimbildung; Wachstum disperser Phasen; Erzeugung von Nanopartikeln in der Gasphase, Agglomerationsdynamik und Strukturbildung, Stabilisierung von Nanopartikeln
Studien- / Prüfungsleistungen:	Mündliche Prüfung (ca. 20 min.)
Medienformen:	ppt-Präsentation, gedrucktes und elektronisches Skript, Tafel
Literatur:	Skript Friedlander, S.K.F.: Smoke, Dust and Haze – Fundamentals of Aerosol Dynamics, (2 nd Ed.) Oxford Univ. Press, New York Oxford 2000 Debenedetti, P.G. : Metastable Liquids - Concepts and Principles, Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey 1996

Lehrveranstaltung / Teilmodul:	Turbulente Strömungen (+)
Semester:	SS
Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. habil. Gunther Brenner
Sprache:	Deutsch
Lehrform / SWS:	3V/Ü
Arbeitsaufwand:	120 h; 42 h Präsenzstudium, 78 h Selbststudium
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Vorausgesetzt werden die Kenntnisse der Vorlesungen Mechanik, Ingenieurmathematik und Strömungsmechanik 1
Lernziele:	<p>Die Studierenden..</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen und erläutern die Eigenschaften und Erscheinungsformen turbulenter Strömungen - können aus den Schließungsannahmen die Ansätze zur Modellierung von Turbulenz herleiten und bewerten - können Modelle zur Berücksichtigung spezieller Strömungsregime (Wandgrenzschichten, Scherströmungen) beschreiben und erklären - können die Ansätze zur Turbulenzmodellierung und –berechnung erläutern - können eine Stabilitätsbetrachtung durchführen - können auf Basis der Grundgleichungen die statistische Beschreibung für Turbulenz herleiten
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Allgemeine Grundlagen 2. Homogene Turbulenz 3. Dynamik turbulenter Felder 4. Turbulente Scherströmungen 5. Erscheinungsformen turbulenter Scherströmungen 6. Modellierung industrieller Strömungsprobleme 7. Möglichkeiten der direkten Simulation
Studien- / Prüfungsleistungen:	Prüfungsform: bis 10 Teilnehmer Seminarleistung (Vortrag zu ausgewählten Problemen turbulenter Strömungen), bis 35 Teilnehmer*innen mündliche Prüfung, sonst Klausur
Medienformen:	Skript, Tafel, Folien
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Tennekes, Lumley, A first course in Turbulence. - Rotta, Turbulente Strömungen. - Bradshaw, An introduction to turbulence and its measurement.