

Modulhandbuch für den
Studiengang
Umwelt- und Energieprozesstechnik

zur SPO 2020

ab Immatrikulation Wintersemester 2020-21



Inhaltsverzeichnis

1	Konzept unserer verfahrenstechnischen Ausbildung	5
1.1.	Verfahrenstechnik als Ingenieurdisziplin	5
1.2.	Das Studienkonzept	5
2.	Beschreibung der Ziele des Studienganges	5
2.1.	Ziele der verfahrenstechnischen Ausbildung	5
2.2.	Ziele des Bachelorstudienganges Umwelt- und Energieprozesstechnik	6
2.3.	Ziele des Masterstudienganges Umwelt- und Energieprozesstechnik	7
3.	Bachelorstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Pflichtmodule	8
3.1.	Mathematik 1 für Ingenieure (Stg A)	8
3.2.	Mathematik 2 für Ingenieure (Stg A)	9
3.3.	Stochastik	10
3.4.	Simulationstechnik	11
	Naturwissenschaften	12
3.5.	Physik	12
3.6.	Anorganische Chemie	13
3.7.	Organische Chemie	16
3.8.	Physikalische Chemie	18
3.1.	Technische Darstellungslehre	20
3.2.	Technische Mechanik I	21
3.3.	Technische Mechanik 2/3	22
3.4.	Technische Darstellungslehre	23
3.5.	Grundlagen der Maschinenelemente	24
3.6.	Werkstoffe 1	25
3.7.	Werkstoffe 2	26
3.8.	Allgemeine Elektrotechnik 1	27
3.9.	Allgemeine Elektrotechnik 2	28
3.10.	Technische Thermodynamik	29
3.11.	Strömungsmechanik	31
3.12.	Regelungstechnik	32
3.13.	Messtechnik	33
3.14.	Prozessdynamik I	35
3.15.	Wärme- und Stoffübertragung	36
3.16.	Mechanische Verfahrenstechnik	38
3.17.	Apparatetechnik	40
3.18.	Thermische Verfahrenstechnik	42
3.19.	Wärmeanlagen	44
3.20.	Umwelttechnik und Luftreinhaltung	46
3.21.	Abwasserreinigung und Abfallbehandlung	47
3.22.	Praktikum Umwelt/Energie	48
3.23.	Verfahrenstechnische Projektarbeit	49
3.24.	Nichttechnische Fächer	50
3.25.	Industriepraktikum, Exkursion, Seminarvortrag	51
3.26.	Bachelorarbeit	53
4.	Bachelorstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Wahlpflichtmodule/Kernfächer Energietechnik	54
4.1.	Combustion Engineering	54



4.2.	Fluidenergiemaschinen	56
4.3.	Fuel Cells	57
4.4.	Funktionale Materialien für die Energiespeicherung	59
4.5.	Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe	60
5	Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Pflichtmodule	61
5.1.	Thermische Prozesstechnik	61
5.2.	Nichttechnische Fächer	62
5.3.	Masterarbeit	63
6	Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Kernfächer Umwelttechnik ...	64
6.1.	Environmental Biotechnology	64
6.2.	Transport phenomena in granular, particulate and porous media	65
6.3.	Umweltchemie	66
6.4.	Waste Water and Sludge Treatment	69
7	Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Kernfächer Energietechnik....	70
7.1.	Combustion Engineering	70
7.2.	Fluidenergiemaschinen	72
7.3.	Fuel Cells	73
7.4.	Funktionale Materialien für die Energiespeicherung	75
7.5.	Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe	77
8	Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Wahlpflichtmodule.....	78
8.1.	Advanced Process Systems Engineering	78
8.2.	Analysis and Design of Experiments	79
8.3.	Aufklärung und Modellierung von Reaktionsmechanismen in der Katalyse (ab WiSe 2023 - MB wird nachgereicht)	80
8.4.	Basic principles of Process Safety (ab SoSe 2024 – MB wird nachgereicht).....	81
8.5.	Arbeitssicherheitsmanagement	86
8.6.	Computational Fluid Dynamics	87
8.7.	Dispersion of Hazardous Materials	89
8.8.	Dynamik komplexer Strömungen	90
8.9.	Einsatz von Mikrowellen und Ultraschall in der Verfahrens- und Umwelttechnik...	91
8.10.	Electrochemical Process Engineering	93
8.11.	Fuel Cells	94
8.12.	Integrierte innovative Reaktorkonzepte	96
8.13.	Kältetechnik	98
8.14.	Modellierung von Bioprozessen	99
8.15.	Nachhaltige Prozesstechnik für nachwachsende Rohstoffe und CO2 für die Chemie-Produktion	100
8.16.	Numerische Strömungsmechanik	103
8.17.	Physikalische Chemie II.....	105
8.18.	Präparationsprinzipien poröser Materialien	107
8.20.	Projektarbeit Verfahrensplanung	109
8.21.	Prozesssimulation (mit ASPEN)	111
8.22.	Reaktionstechnik in mehrphasigen Systemen (Reaktionstechnik II).....	112
8.23.	Regenerative Elektroenergiequellen – Systembetrachtung.....	114
8.24.	Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe	115
8.25.	Sustainability Assessment (LCA) for Biofuels	116
8.26.	Systemverfahrenstechnik	118
8.27.	Technische Kristallisation	120



8.28. Toxikologie / Gefahrstoffe.....	122
8.29. Transport phenomena in granular, particulate and porous media.....	123
8.30. Trocknungstechnik.....	124



1 Konzept unserer verfahrenstechnischen Ausbildung

1.1. Verfahrenstechnik als Ingenieurdisziplin

Verfahrenstechnik erforscht, entwickelt und verwirklicht

- energetisch effiziente,
- ökologisch verträgliche und damit
- wirtschaftlich erfolgreiche

industrielle Stoffwandlungsverfahren, die mit Hilfe von physikalischen, biologischen oder chemischen Einwirkungen aus Rohstoffen wertvolle Produkte erzeugt. So werden aus Feinchemikalien Arzneimittel, aus Erdöl Funktionswerkstoffe, aus Gestein Baustoffe und Gläser, aus Erzen Metalle, aus Abfall Wertstoffe oder Energie, aus Sand Siliziumchips oder Glas und aus landwirtschaftlichen Rohstoffen Lebensmittel, um nur einige Beispiele zu nennen. Die Verfahrenstechnik ist allgegenwärtig, wenn auch nicht immer ganz explizit und auf den ersten Blick erkennbar – und für Wirtschaft und Gesellschaft unverzichtbar. Vor allem dann unverzichtbar, wenn letztere den Wunsch nach Wohlstand mit der Forderung nach Effizienz, Nachhaltigkeit und einen schonenden Umgang mit Menschen und Umwelt verbindet.

1.2. Das Studienkonzept

Der Studiengang „Umwelt- und Energieprozesstechnik“ ist Bestandteil eines ganzheitlichen Magdeburger Konzepts verfahrenstechnischer Studiengänge. Dieses Studium hier in Magdeburg zeichnet sich durch die komplexe inhaltliche, multiskalige und interdisziplinäre Verknüpfung aller Teilbereiche der Ingenieurausbildung aus. Ausgangspunkt ist dabei die Vermittlung eines soliden Grundlagenwissens und detaillierten Verständnisses der physikalischen, chemischen und biochemischen Grundvorgänge. Darauf aufbauend werden alle ein Verfahren (System) ausmachenden Elemente (Prozesse, Teilprozesse, Mikroprozesse, elementaren Grundvorgänge) und deren Zusammenwirken in einer ganzheitlichen Analyse betrachtet. In die Problemlösung und Synthese werden methodische Konzepte aus der Systemtechnik und Signalverarbeitung einbezogen. Weiterhin wird die Wandlung biologischer Systeme untersucht, um von den in der Natur entwickelten effizienten Prozessen des Signalfusses und der Signalverarbeitung lernen zu können.

2. Beschreibung der Ziele des Studienganges

2.1. Ziele der verfahrenstechnischen Ausbildung

Die Umwelt- und Energieprozesstechnik bestimmt heute wesentlich den technischen Standard und die Lebensqualität einer Industrie- und Informationsgesellschaft. Die Aufgaben des Umwelt- und Energieprozesstechnikers umfassen die Reinigung von Wasser, Boden und Luft, das Wertstoffrecycling, d.h. die stoffliche Nutzung von Abfällen und Reststoffen und die Weiterentwicklung von regenerativen Energiequellen sowie eine effiziente Energienutzung. Das Studium basiert auf den Grundlagen der Naturwissenschaften und Mathematik. Diese werden angewendet, um mit Hilfe einer Kombination aus experimentellen Techniken mit modernen Methoden der Modellierung, Simulation und Prozessführung die industrielle Umwelttechnik und die Energieversorgung nachhaltig zu gestalten.



Mögliche Berufs- und Einsatzfelder:

Sehr gute Berufsaussichten bestehen in

- allen Industriezweigen, die Umweltauflagen erfüllen müssen,
- der weltweit tätigen deutschen Umwelttechnikindustrie, die Apparate, Maschinen und Anlagen (Verfahren) liefert,
- der Energiewirtschaft, einschließlich des sehr schnell wachsenden Bereichs der regenerativen Energien,
- einschlägigen Forschungsinstituten und Behörden.

Voraussetzungen für das Studium

Solide Schulkenntnisse in Naturwissenschaften und Mathematik sowie ein technisches Grundverständnis; Interesse und Spaß an technisch-naturwissenschaftlichen Fragestellungen und an der Umsetzung physikalisch-chemischer Grundlagen in die Praxis.

Der Studiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik ist konsekutiv aufgebaut: nach dem berufsqualifizierenden Bachelorabschluss wird ein fortführendes Masterstudium angeboten.

2.2. Ziele des Bachelorstudienganges Umwelt- und Energieprozesstechnik

Der Studiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik ist modular aufgebaut. In der Regelstudienzeit von 7 Semestern sind 210 Creditpoints zu erwerben. Im Bachelorstudiengang werden die Grundlagen in den wesentlichen ingenieurwissenschaftlichen und technischen Fächern über einen vergleichsweise hohen Anteil an Pflichtveranstaltungen vermittelt. Engagierte Professoren und Dozenten, ein gutes Betreuungsverhältnis, Praktika in modernen Laboren und enge Kontakte zur Industrie bieten dabei optimale Voraussetzungen für ein erfolgreiches Studium.

Die Absolventen erwerben einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss und sind befähigt, *etablierte Methoden* aus der Umwelt- und Energieprozesstechnik zur Problemlösung anzuwenden. Der Studiengang bereitet die Studenten insbesondere vor, im Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik einen zweiten berufs- und forschungsqualifizierenden Abschluss mit dem akademischen Grad „Master of Science“ zu erlangen.

Bachelor (7 Semester)

Naturwissenschaftliche Grundlagen	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	Ingenieurtechnische Fächer	Fachpraktika
Mathematik	Mechanik	Verfahrenstechnik	Industriepraktikum
Physik	Strömungen	Luftreinhaltung	Bachelorarbeit



Anorg. Chemie	Thermodynamik	Abwasserreinigung	
Org. Chemie	Werkstoffe	Energietechnik	
Physik, Chemie	Regelung	Wärmeanlagen	
	Simulationen		

2.3. Ziele des Masterstudienganges Umwelt- und Energieprozesstechnik

Neben einem vergleichsweise geringen Anteil an Pflichtveranstaltungen stellen sich die Studenten aus einem breiten und interessanten Wahlpflichtangebot eigenverantwortlich ihre Module zusammen. Außerdem bearbeiten sie in der Masterarbeit selbständig ein anspruchsvolles wissenschaftliches Forschungsprojekt. Dabei erwerben sie in der Regelstudienzeit von 3 Semestern 90 Creditpoints.

Die Absolventen des Masterstudienganges erwerben die Kompetenz, Probleme der stofflich orientierten Umwelt- und Energieprozesstechnik zu erkennen und mit *neuen methodischen Werkzeugen* zu lösen. Die Absolventen können stoffliche Produkte, Prozesse (Apparate, Maschinen), Verfahren (Anlagen) der Umwelt- und Energieprozesstechnik eigenverantwortlich entwickeln sowie stoffwirtschaftliche Betriebe planen, gestalten und technisch bewerten. Damit treten sie in die Tradition des früheren, weltweit angesehenen Diplomingenieurs und sind gefragte Experten.

Mit diesem zweiten berufs- und forschungsqualifizierenden Abschluss stehen den Absolventen vielfältige Tätigkeitsfelder in Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen offen.

Master (3 Semester)

Vertiefung Umwelttechnik Regenerative Energien Brennstoffzellen	Masterarbeit
Technische und nichttechnische Wahlpflichtfächer	



3. Bachelorstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Pflichtmodule

Mathematik

3.1. Mathematik 1 für Ingenieure (Stg A)

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Mathematik 1 für Ingenieure (Stg A)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Grundlegende mathematische Fähigkeiten zur Modellierung und Lösung ingenieurtechnischer Problemstellungen: Die Studierenden erlangen auf Verständnis beruhende Vertrautheit mit den für die fachwissenschaftlichen Module relevanten mathematischen Konzepten und Methoden und erwerben unter Verwendung fachspezifischer Beispiele die technischen Fähigkeiten im Umgang mit diesen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Mathematische Grundbegriffe• Grundlagen der linearen Algebra• Grundlagen der Stochastik und Statistik• Grundlagen der eindimensionalen Analysis• Anwendungen der eindimensionalen Analysis
Lehrformen: Vorlesung, Globalübung, Gruppenübung, selbständige Arbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit Teil 1a: 3 SWS Vorlesung, 2 SWS Globalübung, 1 SWS Gruppenübung (WiSe) Präsenzzeit Teil 1b: 3 SWS Vorlesung, 2 SWS Globalübung, 1 SWS Gruppenübung (SoSe) Selbststudium: Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung 2 Semester, Beginn WiSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung K120 / 10 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortlicher: Prof. V. Kaibel, Prof. T. Richter, Prof. M. Simon, FMA
Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung



3.2. Mathematik 2 für Ingenieure (Stg A)

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Mathematik 2 für Ingenieure (Stg A)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Grundlegende mathematische Fähigkeiten zur Modellierung und Lösung ingenieurtechnischer Problemstellungen: Die Studierenden erlangen auf Verständnis beruhende Vertrautheit mit den für die fachwissenschaftlichen Module relevanten mathematischen Konzepten und Methoden und erwerben unter Verwendung fachspezifischer Beispiele die technischen Fähigkeiten im Umgang mit diesen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Fortgeschrittene Anwendungen der eindimensionalen Analysis• Grundlagen der mehrdimensionalen Analysis• Anwendungen der mehrdimensionalen Analysis• Anwendungen der linearen Algebra• Numerische Aspekte
Lehrformen: Vorlesung, Globalübung, selbständige Arbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: Kenntnisse der Inhalte des Moduls Mathematik 1 für Ingenieure (Stg A)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit Teil 2a: 3 SWS Vorlesung, 2 SWS Globalübung, 1 SWS Gruppenübung (WiSe) Präsenzzeit Teil 2b: 3 SWS Vorlesung, 2 SWS Globalübung, 1 SWS Gruppenübung (SoSe) Selbststudium: Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung 2 Semester, Beginn WiSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung K 120 / 10 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortlicher: Prof. V. Kaibel, Prof. T. Richter, Prof. M. Simon, FMA
Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung



3.3. Stochastik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Verfahrenstechnik
Modul: Stochastik für Ingenieure
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden beherrschen die für die fachwissenschaftlichen Module relevanten Konzepte und Methoden aus der Stochastik. Sie erkennen zufallsbedingte Vorgänge und verstehen, diese mit stochastischen Methoden auszuwerten und entsprechende fundierte Entscheidungen zu treffen. Die Studierenden entwickeln Fähigkeiten zur Modellierung und Bewertung von Zufallsexperimenten und beherrschen grundlegende Regeln bei der statistischen Auswertung von Daten.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Modellierung von Zufallsexperimenten• Zufallsvariablen und ihre Kenngrößen• Zufallsvektoren und Funktionen von Zufallsvariablen• Unabhängigkeit von und Korrelation zwischen Zufallsvariablen• Gesetze der Großen Zahlen und Zentraler Grenzwertsatz• Statistische Grundkonzepte (Schätzer, Konfidenzintervalle, Tests von Hypothesen)
Lehrformen: Vorlesung, Übung, selbstständige Arbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik 1
Arbeitsaufwand: -Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K 90 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. G. Berschneider, FMA
Literaturhinweise:



3.4. Simulationstechnik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Simulationstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): In dieser Vorlesung erlangen die Studenten die Fähigkeit, die inzwischen weit verbreitete, kommerzielle mathematisch-numerische Programmierumgebung MatLab® als ein umfangreiches Ingenieurswerkzeug zu erlernen und zu benutzen, um damit Probleme und Aufgabenstellungen aus folgenden Studienveranstaltungen zu bearbeiten, in der eigenen wissenschaftliche Arbeiten anzuwenden und auch im späteren industriellen Arbeitsalltag auf vielfältige Weise zum Einsatz zu bringen. Zu Beginn der Vorlesung werden zunächst in einer kompakten Einführung die wichtigsten Grundlagen der Programmierung mit den relevanten numerischen Verfahren vermittelt. Danach erfolgt eine detaillierte, praxisorientierte Einführung in die Software. Das erworbene Wissen wird an einer Auswahl von studienfachbezogenen Problemstellungen aus den Bereichen Chemie- und Energietechnik als auch der Biotechnologie gefestigt und vertieft.
Inhalt: Theorie der Simulationstechnik <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen allgemeiner Simulationsmethodik: Beispiele und Nutzen• Grundlegende Schritte: Realität, Modell, Simulation• Modellgleichungen und Lösungsalgorithmen• Grundlagen zu relevanten numerischen Verfahren und Algorithmen• Simulationstechniken zur Modellanalyse und Parameterbestimmung• Einsatz der Simulation für Analyse, Optimierung und Design Praktische Einführung in MATLAB <ul style="list-style-type: none">• Softwarenutzung und Programmieretechniken• Funktionsaufrufe und Datenvisualisierung• Numerische Lösung algebraischer, differentieller und integraler Gleichungen• Simulation kontinuierlicher Systeme: Bilanzmodelle und chemischen Reaktoren• Simulation diskreter Systeme: Verkehrsprobleme und biotechnologischen Modelle•
Lehrformen: 1 SWS Vorlesung, 1 SWS Hörsaalübung und 1 SWS Computerlabor-Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik I und II
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Programmierung, Schriftliche Prüfung (K120) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. A. Voigt, FVST
Literaturhinweise: Benker, Mathematik mit MATLAB: Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer 2000, Bungartz Modellbildung und Simulation Springer 2009.



Naturwissenschaften

3.5. Physik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Physik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten können sicher mit den Grundlagen der Experimentalphysik (Mechanik, Wärme, Elektromagnetismus, Optik, Atomphysik) umgehen. Sie können induktive und deduktive Methoden zur physikalischen Erkenntnisgewinnung mittels experimenteller und mathematischer Herangehensweise nutzen. Sie können <ul style="list-style-type: none">• die Grundlagen im Gebiet der klassischen Mechanik und Thermodynamik beschreiben,• die mathematische Beschreibung dieser Grundlagen erklären,• die Grundlagen und ihre mathematische Beschreibung anwenden, um selbstständig einfache physikalische Probleme zu bearbeiten,• forschungsnahe Experimente durchführen• Messapparaturen selbstständig aufbauen• Messergebnisse auswerten
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">– Kinematik, Dynamik der Punktmasse und des starren Körpers, Erhaltungssätze, Mechanik deformierbarer Medien, Hydrostatik und Hydrodynamik, Thermodynamik, kinetische Gastheorie– Felder, Gravitation, Elektrizität und Magnetismus, Elektrodynamik, Schwingungen und Wellen, Strahlen- und Wellenoptik, Atombau und Spektren, Struktur der Materie– Hinweis: Modul baut auf <i>Physik I</i> auf; fakultative Teilnahme an weiteren Übungen (2 SWS) möglich <i>Übungen zu den Vorlesungen</i> <ul style="list-style-type: none">– Bearbeitung von Übungsaufgaben zur Experimentalphysik <i>Physikalisches Praktikum</i> <ul style="list-style-type: none">– Durchführung von physikalischen Experimenten zur Mechanik, Wärme, Elektrik, Optik– Messung physikalischer Größen und Ermittlung quantitativer physikalischer Zusammenhänge Hinweise und Literatur sind zu finden unter http://www.uni-magdeburg.de/iep/lehreiep.html oder http://hydra.nat.uni-magdeburg.de/ing/v.html
Lehrformen: Vorlesung / Übung / Praktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: Physik 1. Semester: keine; Physik 2. Semester: Lehrveranstaltungen aus dem 1. Semester
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 98 Stunden, Selbststudium: 202 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Praktikumsschein / K 180 / 10 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. R. Goldhahn, FNW



3.6. Anorganische Chemie

Modulbezeichnung	Anorganische Chemie
<i>Englischer Titel</i>	<i>Inorganic Chemistry</i>
<i>Modulniveau nach DQR</i>	Niveaustufe 6 (Bachelorniveau)
<i>Modulnummer</i>	
<i>Untertitel</i>	
<i>Lehrveranstaltungen</i>	<ul style="list-style-type: none">▶ Vorlesung Allgemeine und Anorganische Chemie▶ Übung Anorganische Chemie▶ Praktikum mit begleitendem Seminar Anorganische Chemie
<i>empfohlenes Studiensemester</i>	1. Semester
<i>Häufigkeit des Angebots/ Angebotsturnus</i>	einmal jährlich
<i>Modulverantwortliche:r</i>	Dr. V. Lorenz
<i>Dozent:in</i>	Dr. V. Lorenz
<i>Sprache</i>	Deutsch
<i>Zuordnung zum Studiengang/ Curriculum / Verwendbarkeit des Moduls</i>	Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
<i>Lehrform und SWS</i>	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum mit begleitendem Seminar (1 SWS)
<i>Arbeitsaufwand</i>	Präsenzzeit/Selbststudium 56 Std. / 124 Std.
<i>Dauer des Moduls</i>	1 Semester
<i>Credit Points (CP)</i>	6
<i>Voraussetzung für die Vergabe von CP</i>	Prüfungsklausur, Praktikumsschein (Praktikumsleistungen + Praktikumsklausur)
<i>Teilnahmevoraussetzungen</i>	-
<i>Empfehlungen für die Teilnahme</i>	Es wird empfohlen in der ersten Veranstaltung anwesend zu sein, um die Zugänge zum E-Learning und prüfungsrelevante Informationen zu erhalten.



*Modulziele / angestrebte
Lernergebnisse / Learning
Outcomes*

- ▶ Ausgehend von grundlegenden Gesetzmäßigkeiten des Atombaus und der Anordnung der Elemente im Periodensystem können die Studierenden Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Allgemeinen und Anorganischen Chemie im Zusammenhang betrachten und auf die Eigenschaften und das Reaktionsverhalten der Elemente und Verbindungen übertragen.
- ▶ Die Übungen dienen der Festigung des Vorlesungsstoffes und führen zu einem sicheren Umgang der Studierenden mit mathematisch fassbaren Inhalten z. B. aus den Bereichen der Stöchiometrie und der chemischen Gleichgewichte.
- ▶ Im Praktikum erwerben die Studierenden Kompetenzen im sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und können ihr theoretisches Wissen zur Chemie wässriger Lösungen anhand einfacher Nachweisreaktionen auf die Laborpraxis übertragen.

Inhalt

1. Aufbau der Materie, Atomaufbau, Kernreaktionen, Radioaktivität, Bohrsches Atommodell, Quantenzahlen, Orbitale (s, p, d), Pauli-Prinzip, Hund'sche Regel, Struktur der Elektronenhülle,
2. Mehrelektronensysteme, Periodensystem der Elemente, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Ionenbindung,
3. Atombindung (kovalente Bindung), Lewis-Formeln, Oktettregel, dative Bindung, Valenzbindungstheorie (VB), Hybridisierung, σ -Bindung, π -Bindung, Mesomerie
4. Molekülorbitaltheorie (MO-Theorie), Dipole, Elektronegativität, VSEPR-Modell, Van der Waals-Kräfte, Ideale Gase, Satz von Heß, Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Katalyse (homogen, heterogen), Ammoniaksynthese, Synthese von Schwefeltrioxid
5. Lösungen, Elektrolyte, Löslichkeitsprodukt, Säure-Base Theorie (Arrhenius) (Bronsted), pH-Wert, Oxidationszahlen, Oxidation, Reduktion, Redoxvorgänge,
6. Wasserstoff (Vorkommen, Eigenschaften, Darstellung, Verwendung), Wasserstoffverbindungen (Arten, Darstellung, Eigenschaften)
7. Edelgase (Vorkommen, Eigenschaften, Darstellung), Edelgasverbindungen
8. Halogene (Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung), Verbindungen der Halogene, Chalkogene (Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung), Verbindungen der Chalkogene
9. Sauerstoffverbindungen, Oxide, Hyperoxide, Gewinnung von Schwefel (Frasch-Verfahren), Schwefelverbindungen, Schwefelsäureherstellung (techn.)
10. Elemente der 5. Hauptgruppe (Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung) Stickstoff-Wasserstoffverbindungen, Ammoniaksynthese, Stickoxide, Salpetersäureherstellung
11. Elemente der 4. Hauptgruppe (Eigenschaften, Vorkommen,



- Darstellung), Carbide, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Carbonate, Siliziumdioxid, Herstellung von Reinstsilizium, Silikate, Gläser
12. Elemente der 3. Hauptgruppe (Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung), Herstellung von Aluminium
 13. Elemente der 2. Hauptgruppe (Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung) Elemente der 1. Hauptgruppe (außer Wasserstoff) (Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung), Chloralkalielektrolyse.

Praktikum: Einführung in grundlegende Labortechnik anhand von Ionenreaktionen in wässriger Lösung sowie der qualitativen und quantitativen Analyse.

*Studien- / Prüfungsleistungen
/ Prüfungsformen*

K 120, Praktikumsschein

Literatur

Erwin Riedel:

Allgemeine und Anorganische Chemie (de Gruyter Studium)

Charles E. Mortimer / Ulrich Müller:

Chemie – Das Basiswissen der Chemie (Georg Thieme Verlag)

E. Schweda: Jander/Blasius Anorganische Chemie I + II (Hirzel Verlag)

Sonstige Informationen

Freigabe / Version

Letzte Bearbeitung des Moduls: 08.10.2021



3.7. Organische Chemie

Modulbezeichnung	Organische Chemie
Englischer Titel Modulniveau nach DQR	Organic Chemistry
Modulnummer	
Untertitel	Grundlagen
Lehrveranstaltungen	Vorlesung Organische Chemie
empfohlenes Studiensemester	2-2
Häufigkeit des Angebots/ Angebotsturnus	Wöchentlich
Modulverantwortliche:r	Lehrstuhl für Organische Chemie, Prof. Dr. Julian Thiele
Dozent:in	Prof. Dr. Julian Thiele
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Studiengang/ Curriculum / Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">▶ Bachelor Berufsbildung Fach Prozesstechnik (BBB05)▶ Biosystemtechnik (82112)▶ Umwelt- und Energieprozesstechnik (82117)▶ Verfahrenstechnik (82111)
Lehrform und SWS	Vorlesung 2 SWS / Übung 1 SWS / Tutorium
Arbeitsaufwand	3 SWS (Präsenzzeit, Selbststudium, Klausur): 56 Std., 122 Std., 2 Std. (insgesamt 180 Std.)
Dauer des Moduls	1 Semester
Credit Points (CP)	6
Voraussetzung für die Vergabe von CP	Bestehen der Klausur und Teilnahme am Praktikum
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Empfehlungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Chemie



<i>Modulziele / angestrebte Lernergebnisse / Learning Outcomes</i>	<p>Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Grundlagen der Organischen Chemie. Sie können die Struktur von organischen Molekülen bestimmen und deren Reaktionsmöglichkeiten erkennen.</p> <p>Die Studierenden verfügen außerdem über Kenntnisse wesentlicher Reaktionskonzepte und bekannter Namensreaktionen der organischen Chemie und können diese auf andere Moleküle und Reaktionen übertragen sowie das Reaktionsgeschehen vorhersagen und interpretieren.</p>
<i>Inhalt</i>	<ul style="list-style-type: none">▶ Struktur und Bindung organischer Moleküle▶ Radikalische Substitution▶ Nucleophile Substitution▶ Eliminierungsreaktionen▶ Additionsreaktionen▶ Aromaten▶ Umlagerungen▶ Carbonylreaktionen▶ Polymerisation
<i>Studien- / Prüfungsleistungen / Prüfungsformen</i>	Klausur 120 min. / Praktikumsschein
<i>Literatur</i>	KPC Vollhardt: Organische Chemie (ISBN: 978-3-527-34582-3) J Buddrus: Grundlagen der organischen Chemie (ISBN: 978-3110305593) J Clayden: Organic Chemistry (ISBN: 978-0-19-927029-3)
<i>Sonstige Informationen</i>	
<i>Freigabe / Version</i>	Letzte Bearbeitung des Moduls: 05.04.2023



3.8. Physikalische Chemie

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Physikalische Chemie
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Ziel des Moduls ist, die Studierenden zu befähigen, mit Grundbegriffen, wichtigen Gesetzmäßigkeiten und Messmethoden der Physikalischen Chemie sicher umgehen zu können. Die Studierenden erwerben Basiskompetenzen in den Bereichen (chemische) Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie, da vor allem makroskopische, weniger mikroskopische Zusammenhänge betrachtet werden. In der Übung wird das Lösen physikalisch-chemischer Probleme anhand ausgewählter Rechenbeispiele trainiert. Im Praktikum wird das theoretische Wissen angewendet und auf das Messen von physikalisch-chemischen Größen übertragen. Trainiert werden sowohl die Beobachtungsgabe und kritische Messwerterfassung als auch eine fundierte Darstellung der Ergebnisse im zu erstellenden Protokoll.
Inhalt <u>Block 1:</u> <i>Einführung</i> Abriss der Hauptgebiete der Physikalischen Chemie; Grundbegriffe, -größen und Arbeitsmethoden der Physikalischen Chemie <i>Chemische Thermodynamik</i> System und Umgebung, Zustandsgrößen und Zustandsfunktionen, 0. Hauptsatz; Gasgleichungen, thermische Zustandsgleichung; Reale Gase, kritische Größen, Prinzip der korrespondierenden Zustände <u>Block 2:</u> 1. Hauptsatz und kalorische Zustandsgleichung; Temperaturabhängigkeit von innerer Energie und Enthalpie; molare und spezifische Wärmekapazitäten; Reaktionsenergie und -enthalpie, Heßscher Satz; Isothermen und Adiabaten; Umsetzung von Wärme und Arbeit: Kreisprozesse; 2. Hauptsatz, Entropie, und 3. Hauptsatz <u>Block 3:</u> Konzentration auf das System: Freie Energie und Freie Enthalpie; Chemisches Potential und seine Abhängigkeit von Druck, Volumen, Temperatur und Molenbruch; Mischphasen: wichtige Beziehungen und Größen, partiell molare Größen; Mischungseffekte; <u>Joule-Thomson-Effekt</u> <u>Block 4:</u> Phasengleichgewichte in Ein- und Mehrkomponentensystemen; Gibbs'sche Phasenregel; Clapeyron- und Clausius-Clapeyron-Beziehung; Raoult'sches Gesetz, Dampfdruck- und Siedediagramme binärer Systeme, Azeotrope; Kolligative Eigenschaften; Schmelzdiagramme binärer Systeme <u>Block 5:</u> Chemisches Gleichgewicht: Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante und ihre Druck- und Temperaturabhängigkeit; Oberflächenenergie: Oberflächenspannung, Eötvs'sche Regel, Kelvin-Gleichung <i>Kinetik homogener und heterogener Reaktionen</i> Grundbegriffe: allgemeiner Geschwindigkeitsansatz, Ordnung und Molekularität; einfache Geschwindigkeitsgesetze; Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit: Arrhenius-Ansatz <u>Block 6:</u>



Komplexere Geschwindigkeitsgesetze: Folgereaktionen, Quasistationaritätsnäherung und vorgelagerte Gleichgewichte; Kettenreaktionen und Explosionen; Katalyse allgemein; Adsorption und heterogene Katalyse

Block 7:

Elektrochemie (Thermodynamik und Kinetik geladener Teilchen)

Grundbegriffe; Starke und schwache Elektrolyte; Elektrodenpotentiale und elektromotorische Kraft; Spannungsreihe; Halbzellen und Batterien (galvanische Zellen); Korrosion; Doppelschichten; Kinetik von Elektrodenprozessen

Parallel zur Vorlesung, die hier in 7 Blöcke á je 4 Unterrichtsstunden (2 Semesterwochen) gegliedert ist, werden Rechenübungen, in denen die Studierenden die Lösung entsprechender physikalisch-chemischer Probleme üben sollen, sowie ein Praktikum durchgeführt; in letzterem werden verschiedene Versuche aus den in der Vorlesung behandelten Gebieten durchgeführt.

Lehrformen:

Vorlesung, Rechenübung, Praktikum mit Seminar

Voraussetzung für die Teilnahme:

Mathematik I

Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 70 Stunden, Selbststudium: 110 Stunden

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

K 120 / Praktikumsschein / 6 CP

Modulverantwortlicher:

Prof. Dr. H. Weiß, FVST, in Zusammenarbeit mit PD Dr. J. Vogt



Ingenieurtechnische Grundlagen

3.1. Technische Darstellungslehre

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Technische Darstellungslehre
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Erlernen und Ausprägen von Fähigkeiten und Fertigkeiten zur technischen Darstellung von Produkten und deren Dokumentation• Bestimmen von Funktion, Struktur und Gestalt technischer Gebilde (Bauteile, Baugruppen, technische Systeme)• Erwerben von Grundkenntnissen zur normgerechten Zeichnungserstellung im Maschinenbau• Erwerben von Grundkenntnissen der 3D-CAD-Modellierung (Volumenmodellierung, Datenaustausch und Datenmanagement, Baugruppen- und Zeichnungserstellung)
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Darstellung technischer Gebilde• Grundlagen technischer Zeichnungen: Projektionsarten, Darstellung von Ansichten, Maßstäben, Linienarten und Linienstärken, Anfertigung von Handzeichnungen von Bauteilen• Projektionsmethoden: Vorgang, Beziehungen von Punkten, Geraden und Ebenen, wahre Größen, Durchdringung und Abwicklung von Körpern• Normgerechtes Darstellen von Formelementen an Bauteilen (z.B. Radien, Fasen, Freistich, Zentrierbohrung, Gewinde) und Maschinenelementen (z.B. Wälzlager, Zahnrad, Dichtungselemente)• Grundlagen der Bemaßung und Bemaßungsregeln• Gestaltabweichung: Maß-, Form- und Lageabweichungen, Tolerierungsgrundsatz, Oberflächenabweichungen• Einführung in die Produktdokumentation• Grundlagen der rechnerintegrierten Produktentwicklung: 3D-CAD-Systeme, Erstellen von Einzelteilen und Baugruppen, Datenaustausch und Datenmanagement, Ableitung und Vervollständigen von Baugruppen- und Einzelteilzeichnungen sowie Stücklisten
Lehrformen: Vorlesung und vorlesungsbegleitende Übungen, selbständiges Bearbeiten von Belegaufgaben
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine (als Erasmus Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung Selbständiges Arbeiten: eigenständige Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übung, Anfertigen von Belegen 1 Semester, jedes WiSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung Zweiteilige Prüfung: K120 und 3D-CAD-Klausur K90 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortlicher: Prof. Beyer, FMB Weitere Lehrende: Dr. Träger, Dr. Schabacker, FMB
Literaturhinweise:



3.2. Technische Mechanik I

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Technische Mechanik I
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Die Studenten kennen die Grundbegriffe und grundlegenden Methoden der Technischen Mechanik aus den Bereichen Statik und Festigkeitslehre und können sie hinsichtlich ihrer Gültigkeit einordnen.• Für Problemstellungen aus dem Bereich Statik und ersten Grundlagen der Festigkeitslehre sind sie in der Lage, unter Nutzung der vermittelten Prinzipien und der resultierenden Vorgehensweise Lösungen zu ermitteln, die zu analysieren und zu vergleichen. Nach Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden eine systematische Kompetenz zur Modellierung und Berechnung einfacher starrer Systeme unter statischen Bedingungen erworben und sich erste grundlegende Erkenntnisse im Rahmen der Festigkeitslehre erarbeitet.
Inhalt: Grundlagen der Statik: <ul style="list-style-type: none">- ebene und räumliche Kraftsysteme, Schnittlasten an Stab- und Balkentragwerken, Reibung und Haftung, Schwerpunktberechnung Grundlagen der Festigkeitslehre: <ul style="list-style-type: none">- Annahmen, Definition für Verformungen und Spannungen, Hookesches Gesetz, Grundbeanspruchungen.
Lehrformen: Vorlesungen, Übungen, selbständige Arbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlegende mathematische Kenntnisse, Mathematik 1/I (als Erasmus-Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesung, 4 SWS Übung Selbständiges Arbeiten: Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen und Übungen, Klausurvorbereitung 1 Semester, jedes SoSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Übungsschein (Zulassungsklausur, Laborübung) K120 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortliche: Jun.-Prof. Woschke, Prof. Juhre, FMB
Literaturhinweise:



3.3. Technische Mechanik 2/3

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Technische Mechanik 2/3
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Die Studenten kennen die Grundbegriffe und grundlegenden Methoden der Technischen Mechanik aus den Bereichen Festigkeitslehre und Dynamik und können das methodische Wissen einsetzen.• Für festigkeitsrelevante und dynamische Problemstellungen können sie unter Wechselwirkung verschiedener Grundbeanspruchungen einfache Lösungsansätze reproduzieren und auf andere Systeme übertragen. Unter Nutzung der vermittelten Prinzipien und der resultierenden methodischen Vorgehensweise können die Studierenden die Lösungen analysieren und grundlegende Schlussfolgerungen hinsichtlich zulässiger Spannungen und Dehnungen, wirkender dynamischer Lasten oder möglicher Schwingungen ableiten. <p>Nach Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden eine grundlegende systematische Kompetenz zur Modellierung und Berechnung einfacher technischer Systeme erworben, wobei die prinzipiellen Einflüsse des Deformationsverhaltens und signifikante dynamische Effekte diskutiert wurden.</p>
Inhalt: Fortsetzung der Festigkeitslehre: <ul style="list-style-type: none">• Grundbeanspruchungen Zug/Druck, Biegung, Torsion, Querkraftschub, zusammengesetzte Beanspruchung, Versagenskriterien Grundlagen der Dynamik: <ul style="list-style-type: none">• Kinematische Grundlagen von Massenpunkten und starren Körpern, Kinetik von Systemen aus Massenpunkten und starren Körpern, Energieprinzipien, Einführung in die Schwingungslehre
Lehrformen:
Voraussetzung für die Teilnahme: Technische Mechanik I, Mathematik I (als Erasmus-Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesung, 3 SWS Übung Selbständiges Arbeiten: Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen und Übungen, Klausurvorbereitung 1 Semester, jedes WiSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Übungsschein (Zulassungsklausur, Laborübung) K120 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortlicher: Prof. Juhre, FMB Weitere Lehrende: Dr. Duvigneau, FMB
Literaturhinweise:



3.4. Technische Darstellungslehre

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Technische Darstellungslehre
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Erlernen und Ausprägen von Fähigkeiten und Fertigkeiten zur technischen Darstellung von Produkten und deren Dokumentation• Bestimmen von Funktion, Struktur und Gestalt technischer Gebilde (Bauteile, Baugruppen, technische Systeme)• Erwerben von Grundkenntnissen zur normgerechten Zeichnungserstellung im Maschinenbau• Erwerben von Grundkenntnissen der 3D-CAD-Modellierung (Volumenmodellierung, Datenaustausch und Datenmanagement, Baugruppen- und Zeichnungserstellung)
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Darstellung technischer Gebilde• Grundlagen technischer Zeichnungen: Projektionsarten, Darstellung von Ansichten, Maßstäben, Linienarten und Linienstärken, Anfertigung von Handzeichnungen von Bauteilen• Projektionsmethoden: Vorgang, Beziehungen von Punkten, Geraden und Ebenen, wahre Größen, Durchdringung und Abwicklung von Körpern• Normgerechtes Darstellen von Formelementen an Bauteilen (z.B. Radien, Fasen, Freistich, Zentrierbohrung, Gewinde) und Maschinenelementen (z.B. Wälzlager, Zahnrad, Dichtungselemente)• Grundlagen der Bemaßung und Bemaßungsregeln• Gestaltabweichung: Maß-, Form- und Lageabweichungen, Tolerierungsgrundsatz, Oberflächenabweichungen• Einführung in die Produktdokumentation• Grundlagen der rechnerintegrierten Produktentwicklung: 3D-CAD-Systeme, Erstellen von Einzelteilen und Baugruppen, Datenaustausch und Datenmanagement, Ableitung und Vervollständigen von Baugruppen- und Einzelteilzeichnungen sowie Stücklisten
Lehrformen: Vorlesung und vorlesungsbegleitende Übungen, selbständiges Bearbeiten von Belegaufgaben
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine (als Erasmus Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung Selbständiges Arbeiten: eigenständige Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und Übung, Anfertigen von Belegen 1 Semester, jedes WiSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung Zweiteilige Prüfung: K120 und 3D-CAD-Klausur K90 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortlicher: Prof. Beyer, FMB Weitere Lehrende: Dr. Träger, Dr. Schabacker, FMB
Literaturhinweise:



3.5. Grundlagen der Maschinenelemente

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Grundlagen der Maschinenelemente
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">○ Erwerb des grundlegenden Verständnisses der Funktionsweise von ausgewählten Maschinenelementen○ Erlernen von Fähigkeiten zur Dimensionierung und Nachrechnung von Maschinenelementen○ Vermittlung von Kompetenzen zur konstruktiven Gestaltung von Maschinenelementen
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">○ Federn○ Verbindungselemente○ Achsen und Wellen○ Welle-Nabe-Verbindungen○ Wälzlager (Grundlagen)○ Gleitlager (Grundlagen)○ Kupplungen und Bremsen (Grundlagen)○ Zahnradgetriebe (Grundlagen)
Lehrformen: Vorlesungen und Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Technische Mechanik 1 und 2, Technische Darstellungslehre, Konstruktionstechnik (als Erasmus-Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Prüfung Selbständiges Arbeiten: Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Übungen 1 Semester, jedes SoSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung K120 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortliche: apl. Prof. Dr. D. Bartel, FMB Weitere Lehrende: Dr. Bobach, FMB
Literaturhinweise:



3.6. Werkstoffe 1

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Werkstoffe 1
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Das grundlegende Verständnis des Aufbaus von Werkstoffen ist Voraussetzung für ihre Anwendung, Auslegung und fertigungstechnische Verarbeitung. Die Studierenden erwerben in diesem Modul die Grundlagen der Werkstofftechnik mit Fokus auf den inneren Aufbau und den daraus ableitbaren Struktur-Eigenschafts-Beziehungen. Die Studierenden lernen, werkstofftechnische Sachverhalte zu beschreiben, zu analysieren und bei der Entwicklung von Werkstoffen und Produkten selbständig auszuwenden. Ebenso können sie Werkstoffprüfverfahren nach ihrer Leistung beurteilen und zweckgerichtet einsetzen. Fragestellungen zu Werkstoffeigenschaften, -herstellung und -einsatz können sicher unter Verwendung der erworbenen Kenntnisse bearbeitet werden. Die Analyse von mikrostrukturellen Vorgängen in den Werkstoffklassen der Metalle und der Nichtmetalle werden in Grundlagen beherrscht.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Festkörperstrukturen• Zustände und Zustandsänderungen• Binäre Zustandsdiagramme• Wärmebehandlung von metallischen Konstruktionswerkstoffen• Mechanische Prüfung und technologische Eigenschaften
Lehrformen: Experimentalvorlesung, seminaristische Übungen und praktische Teamarbeit an einer vorgegebenen Problematik in kleinen, selbständig arbeitenden Gruppen
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlegende Kenntnisse in Chemie und Physik auf Abiturniveau (als Erasmus-Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesungen, 2 SWS seminaristische Übung, 1 SWS Praktikum, selbständiges Arbeiten 1 Semester, jedes WiSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung; Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung K90 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortliche: Prof. Halle, Prof. Krüger, Prof. Scheffler, FMB (rotierende Lehrende je nach Studienjahrgang) Weitere Lehrende: Dr. Rosemann, Dr. Hasemann, Dr. Betke, Dr. Benziger, FMB
Literaturhinweise:



3.7. Werkstoffe 2

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Werkstoffe 2
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Voraussetzungen für das Verständnis von Konstruktions- und ausgewählten Funktionswerkstoffen sowie Anwendung, Auslegung und fertigungstechnische Verarbeitung ist das zentrale Verständnis der Mikrostruktur-Eigenschafts-Beziehungen. Die Studierenden lernen in diesem Modul vertiefte Inhalte der Werkstofftechnik kennen mit einem Fokus auf intrinsische Mechanismen und spezielle Werkstoffeigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, spezielle und vertiefte Probleme zu analysieren und innerhalb von anwendungsnahen Fragestellungen zur Werkstoff- und Produktentwicklung umzusetzen. Dabei nutzen sie die erworbenen Kompetenzen auf den Gebieten der Werkstoffeigenschaften, der Werkstoffherstellung und der gezielten Beeinflussung der Eigenschaften durch die Wärmebehandlung.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• komplexe mechanische Eigenschaften• ausgewählte elektrische, thermische, magnetische und optische Eigenschaften• spezielle Probleme der Wärmebehandlung bei metallischen Werkstoffen• chemische Eigenschaften• ausgewählte Verfahren der Werkstoffherstellung
Lehrformen: Experimentalvorlesung, seminaristische Übungen und praktische Teamarbeit an einer vorgegebenen Problematik in kleinen selbständig arbeitenden Gruppen
Voraussetzung für die Teilnahme: Werkstoffe I (als Erasmus-Austauschmodul geeignet)
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: 2 SWS Vorlesungen, 2 SWS seminaristische Übung, 1 SWS Praktikum, selbständiges Arbeiten 1 Semester, jedes SoSe
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Prüfungsvorleistung: Bekanntgabe zu Beginn der Lehrveranstaltung K90 / 5 CP (Notenskala gemäß Prüfungsordnung)
Modulverantwortliche: Prof. Halle, Prof. Krüger, Prof. Scheffler, FMB (rotierende Lehrende je nach Studienjahrgang) Weitere Lehrende: Dr. Rosemann, Dr. Hasemann, Dr. Betke, Dr. Benziger, FMB
Literaturhinweise:



3.8. Allgemeine Elektrotechnik 1

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Allgemeine Elektrotechnik 1
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden werden durch das Modul in die Lage versetzt, Grundbegriffe der Elektrotechnik nachzuvollziehen und anzuwenden. Sie können grundlegende Zusammenhänge erkennen. Sie sind befähigt, einfache Berechnungen und elementare Versuche im Labor durchzuführen.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Grundbegriffe• Stromkreise• Wechselgrößen• Felder - elektrisches Feld, magnetisches Feld
Lehrformen: Vorlesung (V), Übung (Ü), einschließlich Laborübung
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik, Physik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit 42 Stunden, Selbststudium 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Leistungsnachweis im Wintersemester zur Zulassung zum Praktikum im Sommersemester Praktikumsschein / K 60 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. A. Lindemann, FEIT
Literaturhinweise: Aktuelle Literatur zu diesem Modul ist im E-Learning-Portal moodle http://moodle.ovgu.de/m19/course/ angegeben.



3.9. Allgemeine Elektrotechnik 2

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Allgemeine Elektrotechnik 2
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Dieses Modul soll die Studierenden in die Lage versetzen, die grundlegende Wirkungsweise und das Verhalten von elektrischen Maschinen und elektronischen Schaltungen nachzuvollziehen. Sie sollen somit die wichtigsten Einsatzmöglichkeiten der Elektrotechnik erkennen. Sie sind befähigt, einfache Berechnungen und elementare Versuche im Labor durchzuführen
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Elektrische Maschinen• Grundlagen der Elektronik• Analog- und Digitalschaltungen• Leistungselektronik• Messung elektrischer Größen• Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen
Lehrformen: Vorlesung (V), Übung (Ü), einschließlich rechnerischer Praktika
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik, Physik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit 42 Stunden, Selbststudium 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Leistungsnachweis im Wintersemester zur Zulassung zum Praktikum im Sommersemester Praktikumsschein / K 60 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. R. Leidhold, FEIT
Literaturhinweise: Aktuelle Literatur zu diesem Modul ist im E-Learning-Portal moodle http://moodle.ovgu.de/m19/course/ angegeben.



3.10. Technische Thermodynamik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Technische Thermodynamik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Das Modul verfolgt das Ziel, Basiswissen zu den Grundlagen der Energieübertragung und Energiewandlung sowie dem Zustandsverhalten von Systemen zu vermitteln. Die Studenten besitzen Fertigkeiten zur energetischen Bilanzierung von technischen Systemen sowie zur energetischen Bewertung von Prozessen. Sie sind befähigt, die Methodik der Thermodynamik für die Schulung des analytischen Denkvermögens zu nutzen und erreichen Grundkompetenzen zur Identifizierung und Lösung energetischer Problemstellungen. Die Studenten kennen die wichtigsten Energiewandlungsprozesse, können diese bewerten und besitzen die Fähigkeit zu energie- und umweltbewusstem Handeln in der beruflichen Tätigkeit.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Systematik und Grundbegriffe, Wärme als Form des Energietransportes, Arten der Wärmeübertragung, Grundgesetze und Wärmedurchgang2. Wärmeübergang durch freie und erzwungene Konvektion, Berechnung von Wärmeübergangskoeffizienten, Energietransport durch Strahlung3. Wärme und innere Energie, Energieerhaltungsprinzip, äußere Arbeit und Systemarbeit, Volumenänderungs- und technische Arbeit, dissipative Arbeit, p,v-Diagramm4. Der erste Hauptsatz, Formulierungen mit der inneren Energie und der Enthalpie, Anwendung auf abgeschlossene Systeme, Wärme bei reversiblen Zustandsänderungen5. Entropie und zweiter Hauptsatz, Prinzip der Irreversibilität, Entropie als Zustandsgröße und T,s-Diagramm, Entropiebilanz und Entropieerzeugung, reversible und irreversible Prozesse in adiabaten Systemen, Prozessbewertung (Exergie)6. Zustandsverhalten einfacher Stoffe, thermische und energetische Zustandsgleichungen, charakteristische Koeffizienten und Zusammenhänge, Berechnung von Zustandsgrößen, ideale Flüssigkeiten, reale und ideale Gase, Zustandsänderungen idealer Gase7. Bilanzen für offene Systeme, Prozesse in Maschinen, Apparaturen und Anlagen: Rohrleitungen, Düse und Diffusor, Armaturen, Verdichter (Δ), Gasturbinen, Windräder, Pumpen, Wasserturbinen und Pumpspeicherkraftwerke, Wärmeübertrager, instationäre Prozesse8. Thermodynamische Potentiale und Fundamentalgleichungen, freie Energie und freie Enthalpie, chemisches Potential, Maxwell-Relationen, Anwendung auf die energetische Zustandsgleichung (van der Waals-Gas)9. Mischungen idealer Gase (Gesetze von Dalton und Avogadro, Zustandsgleichungen) und Grundlagen der Verbrennungsrechnungen, Heiz- und Brennwert, Luftbedarf und Abgaszusammensetzung, Abgastemperatur und theoretische Verbrennungstemperatur (Bilanzen und h,9-Diagramm)10. Grundlagen der Kreisprozesse, Links- und Rechtsprozesse (Energiewandlungsprozesse: Wärmekraftmaschine, Kältemaschinen und Wärmepumpen), Möglichkeiten und Grenzen der Energiewandlung (2. Hauptsatz), Carnot-Prozess (Bedeutung als Vergleichsprozess für die Prozessbewertung)11. Joule-Prozess als Vergleichsprozess der offenen und geschlossenen Gasturbinenanlagen, Prozessverbesserung durch Regeneration, Verbrennungskraftmaschinen (Otto- und Dieselprozess) – Berechnung und Vergleich, Leistungserhöhung durch Abgasturbolader, weitere Kreisprozesse12. Zustandsverhalten realer, reiner Stoffe mit Phasenänderung, Phasengleichgewicht und Gibbs'sche Phasenregel, Dampf tafeln und Zustandsdiagramme, Tripelpunkt und kritischer Punkt, Clausius-Clapeyron'sche Gleichung, Zustandsänderungen mit Phasenumwandlung



13. Kreisprozesse mit Dämpfen, Clausius-Rankine-Prozess als Sattdampf- und Heißdampfprozesse, „Carnotisierung“ und Möglichkeiten der Wirkungsgradverbesserung (Vorwärmung, mehrstufige Prozesse, ...)
14. Verluste beim Kraftwerksprozess, Kombiprozesse und Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung, Gas-Dampf-Mischungen, absolute und relative Feuchte, thermische und energetische Zustandsgleichung, Taupunkt

Lehrformen:

Vorlesung, Übungen

Voraussetzung für die Teilnahme:

Lehrveranstaltung des Sommersemesters baut auf die Lehrveranstaltung im Wintersemester auf

Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 112 Stunden, Selbststudium: 188 Stunden

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

K 180 / 10 CP

Modulverantwortlicher:

Prof. F. Beyrau, FVST



3.11. Strömungsmechanik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Strömungsmechanik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Auf der Basis der Vermittlung der Grundlagen der Strömungsmechanik und der Strömungsdynamik haben die Studenten Fertigkeiten zur Untersuchung und Berechnung von inkompressiblen Strömungen erworben. Sie besitzen Basiskompetenzen zur Betrachtung kompressibler Strömungen. Die Studierenden sind befähigt, eigenständig strömungsmechanische Grundlagenprobleme zu lösen. Durch die Teilnahme an der Übung sind sie in der Lage, die abstrakten theoretischen Zusammenhänge in Anwendungsbeispiele zu integrieren. Sie können die Grundgleichungen der Strömungsmechanik in allen Varianten sicher anwenden. Außerdem können sie Grundkonzepte wie Kontrollvolumen und Erhaltungsprinzipien meistern.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Einführung, Grundprinzipien der Strömungsdynamik• Wiederholung notwendiger Konzepte der Thermodynamik und der Mathematik• Kinematik• Kontrollvolumen und Erhaltungsgleichungen• Reibungslose Strömungen, Euler-Gleichungen• Ruhende Strömungen• Bernoulli-Gleichung, Berechnung von Rohrströmungen• Impulssatz, Kräfte und Momente• Reibungsbehaftete Strömungen, Navier-Stokes-Gleichungen• Ähnlichkeitstheorie, dimensionslose Kennzahlen• Grundlagen der kompressiblen Strömungen• Experimentelle und numerische Untersuchungsmethoden
Lehrformen: Vorlesung, Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik I und II, Physik, Thermodynamik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. D. Thévenin, FVST
Literaturhinweise: siehe www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/Vorlesungen/buecher.pdf



3.12. Regelungstechnik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Regelungstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden erwerben einen ersten Einblick in die Analyse und Synthese kontinuierlicher Regelungssysteme. Über die mathematische Beschreibung durch Differentialgleichungen werden sie befähigt, zunächst die wesentlichen Eigenschaften linearer zeitinvarianter Systeme im Zeitbereich und anschließend im Frequenzbereich zu untersuchen. Die erreichte Zielkompetenz besteht darin, diese Methoden erfolgreich zur Analyse und dem Entwurf von Regelsystemen einzusetzen.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Einführung: Ziele und Wege der Regelungstechnik2. Mathematische Modellierung dynamischer Systeme3. Verhalten linearer zeitinvarianter Systeme4. Beschreibung im Frequenzbereich5. Laplace-Transformation und Übertragungsfunktion6. Regelverfahren7. Analyse und Entwurf von Regelkreisen
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik I-II
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: K 90 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. A. Kienle, FEIT



3.13. Messtechnik

Modulbezeichnung	Messtechnik für FVST
<i>Englischer Titel</i>	Measurement Technology for FVST
<i>Modulniveau nach DQR</i>	Niveau 6 (Bachelor) Niveau 7 (Master)
<i>Modulnummer</i>	
<i>Untertitel</i>	
<i>Lehrveranstaltungen</i>	Vorlesung Übung/Praktikum
<i>empfohlenes Studiensemester</i>	VT, UEPT, CIW 5. Semester, VT, UEPT, CIW Dual 7. Semester, SGA Master (WPF) 2. Semester
<i>Häufigkeit des Angebots/ Angebotsturnus</i>	im WS
<i>Modulverantwortliche:r</i>	Dr. Katharina Zähringer, Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungstechnik
<i>Dozent:in</i>	Dr. Katharina Zähringer
<i>Sprache</i>	Deutsch
<i>Zuordnung zum Studiengang/ Curriculum / Verwendbarkeit des Moduls</i>	<ul style="list-style-type: none">▶ BA Verfahrenstechnik▶ BA Umwelt- und Energieprozesstechnik▶ BA Chemieingenieurwesen▶ MA Sicherheit und Gefahrenabwehr Master (WPF)
<i>Lehrform und SWS</i>	Vorlesung 2 SWS Übung/Praktikum 2 SWS
<i>Arbeitsaufwand</i>	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 94 Stunden
<i>Dauer des Moduls</i>	1 Semester
<i>Credit Points (CP)</i>	5
<i>Voraussetzung für die Vergabe von CP</i>	Vollständige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung/Praktikum, erfolgreiche Teilnahme an Klausur
<i>Teilnahmevoraussetzungen</i>	Mathematik I und II, Strömungsmechanik, Thermodynamik
<i>Empfehlungen für die Teilnahme</i>	Teilnahme an der ersten Vorlesung ist imperativ für die Teilnahme am Praktikum



<i>Modulziele angestrebte Lernergebnisse Learning Outcomes</i>	<ul style="list-style-type: none">▶ Nach Abschluss dieses Moduls haben die Studenten ein Grundverständnis für die Basisbegriffe derjenigen Messtechnik, die in der Verfahrenstechnik regelmäßig für Transport- und Energieprozesse eingesetzt wird.▶ Durch die Anwendung in der Übung/Praktikum sind sie in der Lage, mit konventionellen und optischen Messgeräten zu arbeiten, um integrale und lokale Größen zu bestimmen und auszuwerten.▶ Sie haben die Kompetenzen erlangt, die für Stoff und Energie umwandelnde Prozesse relevanten Messgrößen zu erkennen, die geeignete Messtechnik auszuwählen und die erforderlichen Messungen erfolgreich durchzuführen und auszuwerten.
<i>Inhalt</i>	<ul style="list-style-type: none">▶ Grundbegriffe der Messtechnik, Messgenauigkeit, Messbereich, Kalibrierung.▶ Messfehler▶ Signalerfassung und -verarbeitung▶ Messverfahren: für Geschwindigkeit, Massen- und Volumenstrom, Dichte, Druck, Temperatur, Viskosität, Oberflächenspannung und Feuchte▶ Laseroptische Messverfahren: LDA, PDA, LIF, PIV, Schattenverfahren▶ Optische Messverfahren: Schlieren, Interferometrie, Holographie, Absorption, Emission▶ Konzentrationsmessung▶ Füllstandsmessung und Wägung
<i>Studien- Prüfungsleistungen / Prüfungsformen</i>	Praktikumsprotokolle 25%, schriftliche Klausur (90 Minuten) 75%
<i>Literatur</i>	http://www.lss.ovgu.de/lss_media/Downloads/Lehre/Vorlesung/Messtechnik/Literaturverzeichnis.pdf
<i>Sonstige Informationen</i>	
<i>Freigabe / Version</i>	20.9.2021



Verfahrenstechnische Grundlagen

3.14. Prozessdynamik I

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Prozessdynamik I
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden sind befähigt, das dynamische Verhalten von örtlich konzentrierten Prozessen der Verfahrenstechnik, der Energietechnik und der Biosystemtechnik mittels mathematischer Modelle zu beschreiben und zu analysieren. Sie sind in der Lage, diese Modelle für vorgegebene Prozesse konsistent aufzustellen, geeignete numerische Lösungsverfahren auszuwählen und darauf aufbauend stationäre und dynamische Simulationen durchzuführen. Sie können qualitative Aussagen über die Stabilität autonomer Systeme treffen und sind befähigt, das dynamische Antwortverhalten technischer Prozesse für bestimmte Eingangssignale quantitativ vorherzusagen. Ausgehend von den erzielten Analyseergebnissen sind die Studierenden in der Lage, die Wirkung von Struktur- und Parametervariationen auf die Dynamik der untersuchten Prozesse korrekt einzuschätzen.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Motivation und Anwendungsbeispiele• Bilanzgleichungen für Masse und Energie• Thermodynamische und kinetische Gleichungen• Allgemeine Form dynamischer Modelle• Numerische Simulation dynamischer Systeme• Linearisierung nichtlinearer Modelle• Stabilität autonomer Systeme• Laplace-Transformation• Übertragungsverhalten von „Single Input Single Output“ (SISO) Systemen• Übertragungsverhalten von „Multiple Input Multiple Output“ (MIMO) Systemen• Übertragungsverhalten von Totzeitgliedern• Analyse von Blockschaltbildern
Lehrformen: 2 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik I und II, Simulationstechnik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Schriftliche Prüfung (K120) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. K. Sundmacher, FVST
Lehrender: Dr. A. Voigt, FVST
Literaturhinweise: [1] B.W. Bequette, <i>Process Dynamics</i> , Prentice Hall, New Jersey, 1998. [2] D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, <i>Process Dynamics and Control</i> , John Wiley & Sons, New York, 1989. [3] B.A. Ogunnaike, W.H. Ray, <i>Process Dynamics, Modeling and Control</i> , Oxford University Press, New York, 1994.



3.15. Wärme- und Stoffübertragung

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Wärme- und Stoffübertragung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verstehen die Mechanismen der Wärme- und Stoffübertragung. Auf dieser Basis können Sie für verschiedene Fluide und Apparate Wärme- und Stoffübergangs-koeffizienten berechnen. Einfache Wärmeübertragungsprozesse können thermisch ausgelegt werden, wobei die Vielfältigkeit von geometrischen Lösungen bewusst ist. Dabei wird ein Verständnis für die Gegensätzlichkeit von Betriebs- und Investitionskosten sowie für die wirtschaftliche Auslegung erworben. Einfach Verdampfungsprozesse können bei noch vorgegebener Wärmezufuhr thermisch ausgelegt werden. Dabei erlernen sie Stabilitäts-kriterien zu beachten und anzuwenden. Die Studierenden können Wärmeverluste von Apparaten und Gebäuden berechnen sowie die Wirkung und die Wirtschaftlichkeit von Wärmedämmmaßnahmen beurteilen. Sie können Gleichgewichtsbeziehungen auf Transportvorgänge zwischen flüssigen und gasförmigen Phasen anwenden und sind somit befähigt, an den Modulen Thermische Verfahrenstechnik und Reaktionstechnik teilzunehmen.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Arten der Wärmeübertragung (Grundgleichungen für Leitung, Konvektion und Strahlung), Erwärmung von thermisch dünnen Körpern und Fluiden (Newtonsches Kapazitätsmodell)2. Wärmedurchgang in mehrschichtigen Wänden, Wärmewiderstände, Wirkung von Wärmedämmungen und Rippen3. Konvektion, Herleitung Nusseltfunktion, laminare und turbulente Grenzschichten, überströmte Körper (Platte, Kugel, Rohre, Rohbündel), durchströmte Körper (Rohre, Kanäle, Festbetten), temperaturabhängige Stoffwerte, Prallströmungen (Einzeldüse, Düsensysteme)4. Freie Konvektion (Grenzschichten, Nu-Funktionen für verschiedene Geometrien), Verdampfung (Mechanismus, Nu-Funktionen, Stabilität von Verdampfer, Kühlvorgänge), Kondensation (Filmtheorie, laminare und turbulente Nu-Funktionen)5. Rekuperatoren (Gleich-, Gegen- und Kreuzstrom), Regeneratoren,6. Arten der Diffusion (gewöhnlich, nicht-äquimolar, Porendiffusion, Darcy, Knudsen), Stoffübergang7. Stationäre Vorgänge, Diffusion durch mehrschichtige Wände, Katalysatoren, Stoffübergang zwischen Phasen (Henry), Kopplung von Wärme- und Stoffübertragung am Beispiel Verdampfung
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Projektarbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Projektarbeit (wird auf die Klausurnote angerechnet, Prüfungsvoraussetzung) / K 120 / 5 CP
Modulverantwortliche: JP A. Dieguez-Alonso, FVST



Literaturhinweise:

Specht, Eckehard: Wärme- und Stoffübertragung in der Thermoprosesstechnik (Vulkan Verlag);
Baer, Stephan: Wärme- und Stoffübertragung (Springer Verlag)



3.16. Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Mechanische Verfahrenstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• erlernen Methoden zur mathematischen Beschreibung der Eigenschaften und des Verhaltens einzelner und mehrerer Partikel.• erlernen Grundkenntnisse wesentlicher dynamischer Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik und Partikeltechnik.• analysieren und gestalten Prozesse zur Lagerung, zum Transport, zur Trennung und Zerkleinerung von disperser Stoffsysteme.• entwickeln ihre Fertigkeiten bei der Auswahl, Auslegung, Gestaltung und verfahrenstechnischen Bewertung stochastischer und stationärer mechanischer Prozesse.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Charakterisierung von Partikeln<ul style="list-style-type: none">• Beschreibung der Größe, Größenverteilung und Packungsstrukturen2. Strömung einzelner Partikel<ul style="list-style-type: none">• Herleitung der Bewegungsgleichungen und Erhaltungsgesetze3. Strömung mehrerer Partikel<ul style="list-style-type: none">• Suspensionen und Ablagerungsverhalten4. Kolloide und ultrafeine Partikel<ul style="list-style-type: none">• Oberflächenkräfte, Suspensionsrheologie und Partikelvergrößerung5. Lagerung von Partikeln<ul style="list-style-type: none">• Gestaltung von Vorratsbehältern und Schubspannungsanalyse6. Transport von Partikeln<ul style="list-style-type: none">• Pneumatischer Transport und Steigrohre7. Strömungen durch Schüttungen<ul style="list-style-type: none">• Filtrierung und Wirbelschichtverfahren8. Separierung von Partikeln unterschiedlicher Größe<ul style="list-style-type: none">• Separierung in Gas- und Hydrozyklonen9. Mischung und Trennung von Partikeln unterschiedlicher Größe<ul style="list-style-type: none">• Gestaltung und Analyse von Mischungs- und Trennungsprozesse10. Zerkleinerung von Partikeln<ul style="list-style-type: none">• Zerkleinerungsmechanismen und –prozesse, Energieverbrauch.
Lehrformen: Vorlesung, Übungen und Praktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: Stochastik, Physik, Technische Mechanik, Strömungsmechanik I
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: schriftliche Prüfung / Prüfungsvorleistung: 3 Versuche / K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. B. van Wachem, FVST



Literaturhinweise:

[1] Manuskript mit Text, Bildern und Übungen.

[2] M. Rhodes, *Introduction to Particle Technology*, John Wiley & Sons Ltd., 2008.

[3] H. Schubert, *Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik*, Wiley-VCH, 2003.



3.17. Apparatetechnik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Apparatetechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Ausgehend von den unterschiedlichen wesentlichen Prozessen in der Verfahrenstechnik besitzen die Studenten Basiskompetenzen für deren apparative Umsetzung. Sie haben ein Grundverständnis für die erforderlichen Apparate sowie deren Gestaltung von der Funktionserfüllung bis zur Apparatefestigkeit. Den Studenten sind die wesentlichen Grundlagen für die festigkeitsseitige Berechnung wichtiger Apparateteile bekannt. Sie können, ausgehend von den verfahrenstechnischen Erfordernissen, die verschiedenen Typen von Wärmeübertragungsapparaten, Stoffübertragungsapparaten, Apparaten für die mechanische Stofftrennung und -vereinigung sowie Pumpen und Ventilatoren in ihrer Wirkungsweise einschätzen und beherrschen vereinfachte Berechnungsansätze in Form von Kriterialequationen. Sie besitzen ein erstes Verständnis für den Betrieb derartiger Apparate und Anlagen. Sie haben durch eine Exkursion in einen Produktionsbetrieb (z. B. Zuckerfabrik) direkten Einblick in die Betriebsabläufe und die Funktionsweise von wichtigen Apparatetypen erhalten.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Einführung, Aufgaben des Chemischen Apparatebaus, Überblick über wesentliche Grundlagen, Prinzipielle Methoden der Berechnung von Prozessen und zugehörigen Apparaten, Wichtige Gesichtspunkte für den Apparatentwurf2. Gewährleistung der Apparatefestigkeit, Grundlagen, Beispiele für Festigkeitsberechnungen von zylindrischen Mänteln, ebenen und gewölbten Böden und anderen Apparateteilen3. Wärmeübertragungsapparate, Berechnungsgrundlagen Bauarten von Wärmeübertragungsapparaten und wesentliche Leistungsdaten von Wärmeübertragern4. Stoffübergangsapparate, Grundgesetze, Thermische Gleichgewichte zwischen verschiedenen Phasen, Blasendestillation, Mehrstufige Prozesse, Rektifikation, Konstruktive Stoffaustauschelemente, Hydraulischer Arbeitsbereich, Allgemeiner Berechnungsablauf für Kolonnenböden, Konstruktive Details von Kolonnen5. Apparate für die Trocknung von Feststoffen, Berechnungsgrundlagen, Arten der Trocknung, Übersicht über technisch wichtige Trocknerbauformen6. Apparate für die mechanische Trennung disperser Systeme, Apparative Gestaltung von Sedimentationsapparaten, Filtrationsapparate, Apparative Gestaltung von Zentrifugen, Dekantern7. Rohrleitungen und Armaturen, Apparative Ausführung von Pumpen und Ventilatoren und deren Betriebsweise
Lehrformen: Vorlesung, Übung (Im Rahmen der Übung wird ein Apparat berechnet und konstruktiv entworfen), Exkursion
Voraussetzung für die Teilnahme: Mathematik, Physik, Strömungsmechanik I
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Konstruktiver Entwurf eines Apparates (Die positive Bewertung ist Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung), K 120 / 5 CP



Modulverantwortlicher:

Prof. U. Krause, FVST

Literaturhinweise:

Eigenes Script in moodle zum Herunterladen; Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer-Verlag, 21. Auflage 2005; VDI-Wärmeatlas, VDI-Verlag, 10. Auflage 2006; Verfahrenstechnische Berechnungsmethoden, Teil 2: Thermisches Trennen, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart 1996; Apparate–Technik–Bau–Anwendung, Vulkan-Verlag Essen, 1997; Grundlagen der Rohrleitungs- und Apparatechnik, Vulkan-Verlag Essen, 2004; Berechnung metallischer Rohrleitungsbauteile nach EN 13480-3, Vogel-Buchverlag Würzburg, 2005



3.18. Thermische Verfahrenstechnik

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Thermische Verfahrenstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können thermodynamische oder kinetische Effekte identifizieren, die zur Trennung von Stoffgemischen nutzbar sind. Sie sind in der Lage, Trennprozesse für die Verfahrenstechnik, die Umwelttechnik sowie die Energietechnik auszulegen, und können die apparative Umsetzung und Wirtschaftlichkeit solcher Prozesse einschätzen. Diese an ausgewählten Beispielen (Destillation/Rektifikation, Absorption, Extraktion, Konvektionstrocknung) erlangten Fähigkeiten, können sie im Grundsatz auf weitere, im Modul nicht explizit behandelte thermische Trennprozesse übertragen und anwenden.
Inhalt <u>Gleichgewichtstrennprozesse:</u> <ul style="list-style-type: none">• Thermodynamik der Dampf-Flüssig-Gleichgewichte• Absatzweise und stetige Destillation• Theorie der Trennkaskaden, Rektifikation in Boden- und Füllkörperkolonnen• Trennung azeotroper Gemische• Praktische Ausführung und hydraulische Auslegung von Boden- und Füllkörperkolonnen• Lösungsgleichgewichte von Gasen in Flüssigkeiten• Absorption in Boden- und Füllkörperkolonnen• Praktische Ausführung von Absorptionsapparaten• Thermodynamik der Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte• Trennung von Flüssigkeitsgemischen durch Extraktion• Praktische Ausführung von Extraktionsapparaten <u>Kinetisch kontrollierte Trennprozesse:</u> <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Konvektionstrocknung• Sorptionsgleichgewichte und normierte Trocknungskurve der Einzelpartikel• Auslegung von Konvektionstrocknern• Verdunstung von Flüssigkeitsgemischen• Diffusionsdestillation und Beharrungsazeotrope
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik I
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. E. Tsotsas, FVST



Literaturhinweise:

Eigene Notizen zum Download; Thurner, Schlünder: Destillation, Absorption, Extraktion (Thieme Verlag); Schlünder: Einführung in die Stoffübertragung (Thieme Verlag); Seader, Henley: Separation process principles (Wiley).



3.19. Wärmekraftanlagen

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Wärmekraftanlagen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können wesentliche Leistungs- und Bewertungsgrößen einschließlich der thermischen Wirkungsgrade der verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von mechanischer Energie aus Wärme berechnen. Die Vor- und Nachteile der Verfahren sowie deren wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind bekannt. Die Verfahren können ökologisch bewertet werden hinsichtlich Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">- Die Energiewandlung als Basis für die Entwicklung der Menschheit und ihre Auswirkung auf die Umwelt, globale Energieverbräuche, Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland, Prinzipielle Möglichkeiten der Energieeinsparung- Fossile Brennstoffe, Feuerungstechnische Wirkungsgrade, Emissionen- Motorische Energiewandlung, Vormischflammen, Diffusionsflammen, Motorenkonzepte, thermische Wirkungsgrade, Diesel-Motor- Otto-Motor, Zündung, Verbrennung, Gas-Motor, Gasturbine- Grundlagen der Kreisprozesse zur Erzeugung elektrischer Energie: Carnotisierung, Prozesscharakteristiken, Prinzip der Regeneration, Anwendung der Berechnungsprogramme von Wagner zur Beschreibung des Zustandsverhaltens von Wasser nach IAPWS-I 97 (Industriestandard)- Dampfturbinenprozesse: Kreisprozesscharakteristik, Möglichkeiten der Wirkungsgradverbesserung, Regenerative Speisewasservorwärmung, Zwischenüberhitzung, überkritische Arbeitsweise- Dampfkraftanlagen: Schaltbilder und Energieflussdiagramme, Dampf-erzeuger, Verluste, Abgasbehandlung und Umweltaspekte, Wirkungsgrade und technischer Stand- Kombiprozesse: Energetische Bewertung, Grundsaltungen, Leistungsverhältnis, Wirkungsgrade und technischer Stand- Kraft-Wärme-Kopplung: Getrennte und gekoppelte Erzeugung von Wärme und Elektroenergie, Bedarfsanalyse, Stromkennzahl, Grundsaltungen, wärme- und stromgeführte Fahrweise, Dampfturbinen für Wärmeauskopplung (Gegendruck- und Entnahme-Kondensationsanlage), BHKW's mit Kolbenmotoren und Gasturbinen, thermodynamische Bewertung und Umweltaspekte
Lehrformen: Vorlesung mit Übung
Voraussetzungen für die Teilnahme: Thermodynamik, Physikalische Chemie, Strömungsmechanik
Leistungsnachweis/Prüfung/Credits: Klausur 120 min / 5 CP
Arbeitsaufwand: 4 SWS Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 94 Stunden



Modulverantwortlicher:
Dr. F. Schulz, FVST

Literaturhinweise:
Skript zum downloaden



3.20. Umwelttechnik und Luftreinhaltung

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Umwelttechnik und Luftreinhaltung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden sind befähigt, Quellen und Auswirkungen von Schadstoffemissionen in Luft sowie Probleme und Rahmenbedingungen der Umwelttechnik zu erkennen und zu analysieren. Durch Verständnis der entsprechenden Grundlagen können sie Prozesse und Apparate der mechanischen, thermischen, chemischen und biologischen Gasreinigung auslegen. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, Problemlösungen durch effiziente Kombination mechanischer, thermischer, chemischer und biologischer Prozesse der Luftreinhaltung zu entwickeln.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Begriffe, rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen, Begriffe der Umwelttechnik, Rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen2. Arten, Quellen, Mengen (Aufkommen) und Auswirkungen von Schadstoffen in Abluft und Abgasen3. Typische Trennprozesse und Prozessgruppen der Gasreinigung4. Grundlagen der Partikel- und Staubabscheidung, Bewertung der Prozessgüte und der Gasreinheit, Prozess- und Apparatebeispiele: Trägheitsabscheider, Nassabscheider, Partikel- und Staubfilter, elektrische Abscheider5. Schadgasabscheidung durch Kondensation, Absorption, chemische Wäsche6. Schadgasabscheidung durch Adsorption, Membranen, biologische Prozesse7. Thermische und katalytische Nachverbrennung
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Wärme- und Stoffübertragung, Mechanische Verfahrenstechnik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. E. Tsotsas, FVST
Lehrende: Prof. E. Tsotsas, Dr. W. Hintz, Prof. H. Köser, L. Briest
Literaturhinweise: Eigene Notizen zum Download; Görner, Hübner: Umweltschutztechnik (Springer Verlag); Cheremisinoff: Handbook of air pollution prevention and control (Butterworth-Heinemann).



3.21. Abwasserreinigung und Abfallbehandlung

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Abwasserreinigung und Abfallbehandlung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none">- Probleme und Rahmenbedingungen der Abwasserreinigung erkennen und analysieren, Abwässer charakterisieren,- Grundlagen und Prozesse der mechanischen, biologischen, thermischen, chemischen Abwasserreinigung verstehen, Prozesse und Apparate auslegen,- Probleme der Klärschlammbehandlung, adsorptiven Abwasserreinigung, Kühlwasser- und Abwassernutzung darlegen- Mechanische, thermische und chemische Prozesse der Abfallbehandlung in ihren Grundsätzen verstehen und anwenden
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Wassergüte• Typische Verfahren der Abwasserreinigung• Mechanische Prozesse der Abwasserreinigung• Biologische Prozesse der Abwasserreinigung• Thermische und chemische Prozesse der Abwasserreinigung• Klärschlammbehandlung• Adsorptive Abwasserreinigung: Vertiefende Betrachtung• Kühlwasser- und Abwassernutzung• Einführung in die Abfallbehandlung• Mechanische Prozesse der Abfallbehandlung• Thermische und Chemische Prozesse der Abfallbehandlung
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Mechanische Verfahrenstechnik, Wärme- und Stoffübertragung
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: K 120 / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. E. Tsotsas, FVST
Lehrende: Prof. E. Tsotsas, Dr. W. Hintz, PD Dr. Kharaghani
Literaturhinweise: Eigene Notizen zum Download; Droste: Theory and practice of water and wastewater treatment (Wiley); Löhr, Melchiorre, Kettermann: Aufbereitungstechnik (Carl Hanser Verlag).



3.22. Praktikum Umwelt/Energie

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Praktikum Umwelt/Energie
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können mit verschiedenen Messapparaturen wichtige Stoffwerte ermitteln. Sie können die Reproduzierbarkeit und Genauigkeit von Messergebnissen bewerten. Sie können selbständig Geräte einstellen und bedienen.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Querstromfiltration (MVT)2. Verweilzeitmodellierung (TVT)3. Rektifikation (TVT)4. Kaltdampfprozess (ISUT)5. Brennbare Flüssigkeiten (IAUT)6. Brennbare Feststoffe (IAUT)7. Bestimmung von Schwermetallen (IAUT)8. Bestimmung von Wärmeübergangskoeffizienten mittels Infrarottechnik (ISUT)9. Heizwertbestimmung und Elementaranalyse von Festbrennstoffen (IAUT)
Lehrformen: Praktikum, Versuchsdurchführung in Gruppen
Voraussetzung für die Teilnahme: Messtechnik
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Praktikumsbericht / 5 CP
Modulverantwortliche: Dr. G. Boye, FVST PD Dr. Kharaghani, Dr. Vorhauer-Huget



Berufspraktisches Training Softskills / Projektarbeit

3.23. Verfahrenstechnische Projektarbeit

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Prozesstechnische Projektarbeit
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Frühzeitige Beschäftigung mit einem verfahrenstechnischen Prozess ausgehend von eigenen experimentellen Untersuchungen über das Produktverhalten und die Produkteigenschaften bis zur vollständigen Beschreibung der Herstellung,• Sammlung von Erfahrungen in der Gruppenarbeit und in der Präsentation,• Entwicklung von sozialen Beziehungen zwischen den Studierenden des Studienganges.
Inhalt: <p>Für gegebene Produkte soll das Verfahren zur Herstellung beschrieben werden. Dazu sollen jeweils Versuche durchgeführt werden, um das Verhalten des Produktes während der Stoffumwandlung kennen zu lernen. In den Instituten stehen entsprechende Versuchsanlagen und Laborgeräte zur Verfügung. Zu jedem Projekt ist ein Ansprechpartner angegeben, der in die Versuche und Messungen einweist und für Diskussionen über die Verfahren bereitsteht. So sollen z. B. Schnaps gebrannt, Kaffee geröstet, Getreide getrocknet, Bier gebraut, Zucker kristallisiert, Kalk gebrannt werden usw.</p> <p>Um Informationen über das Verfahren und den Prozess zu erhalten, soll vornehmlich das Internet genutzt werden. Für Versuche und Recherchen ist der Zeitraum des 1. Semesters vorgesehen. Mit dem Betreuer sind regelmäßig Treffen zu vereinbaren, bei dem über den Stand der Arbeiten berichtet wird. Während des 2. Semesters werden Verfahren und Prozess in einem Seminarvortrag allen Mitstudierenden vorgestellt. So weit möglich soll Powerpoint verwendet werden.</p>
Lehrformen: Übung mit Experimenten, Seminar
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 28 Stunden, Selbststudium: 62 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Präsentation / 2 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Hintz., FVST



3.24. Nichttechnische Fächer

Studiengang: Pflichtfächer Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Nichttechnische Fächer
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verstehen die Spielregeln des Berufslebens, soziale Kompetenzen und Teamarbeiten. Sie können Projekte und Zeit managen.
Inhalt: Vergleiche Katalog „Nichttechnische Fächer“
Lehrformen: Vorlesung, Seminare, Projekte, Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Leistungsnachweise / 5 CP
Modulverantwortliche: https://lsf.ovgu.de/qislsf/rds?state=wtree&search=1&category=veranstaltung.browse&navigationPosition=lectures%2Clectureindex&breadcrumb=lectureindex&topitem=lectures&subitem=lectureindex Die Module, die unter Schlüsselkompetenzen und Nichttechnische Wahlpflichtfächern stehen, werden anerkannt.



3.25. Industriepraktikum, Exkursion, Seminarvortrag

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Industriepraktikum, Exkursion, Seminarvortrag
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Im Industriepraktikum haben die Studierenden Erfahrungen zu Arbeitsverfahren, Arbeitsmitteln und Arbeitsprozessen gesammelt. Sie kennen organisatorische und soziale Verhältnisse der Praxis und haben ihre eigenen sozialen Kompetenzen trainiert. Sie können die Dauer von Arbeitsabläufen zeitlich abschätzen. Sie können die Komplexität von Arbeitsabläufen und die Stellung des Ingenieurs im Gesamtkontext einordnen. Durch die Exkursion haben die Studierenden einen Einblick in einen gesamten Verfahrensablauf erhalten und können die Größenordnung von Apparaten abschätzen. Durch den Seminarvortrag können die Studierenden Ergebnisse und Erkenntnisse einem Publikum präsentieren und diesbezügliche Fragen beantworten. Sie erhalten ein Feedback über die Art und Weise ihres Vortrages und dessen Verständlichkeit.
Inhalt: Das Industriepraktikum umfasst grundlegende Tätigkeiten und Kenntnisse zu Produktionstechnologien sowie Apparaten und Anlagen. Aus den nachfolgend genannten Gebieten sollen mindestens fünf im Praktikum in mehreren Abschnitten berücksichtigt werden. Das Praktikum kann in Betrieben stattfinden. <ul style="list-style-type: none">- Energieerzeugung- Behandlung von Feststoffen- Behandlung von Fluiden- Instandhaltung, Wartung und Reparatur- Messen, Analysen, Prüfen, Qualitätskontrolle- Entwicklung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Prozessanalyse- Montage und Inbetriebnahme- Bioprozess-, Pharma- und Umwelttechnik- Gestaltung von Produkten- Fertigungsplanung, Arbeitsvorbereitung, Auftragsabwicklung- Fachrichtungsbezogene praktische Tätigkeit nach Absprache mit dem Praktikantenamt Für die Erarbeitung der Präsentation im Rahmen des Seminarvortrages werden fachübergreifende Themen angeboten, die die Zusammenführung der theoretischen Kenntnisse aus den Grundlagenmodulen und dem Wissen aus den fachspezifischen Gebieten fordert. Der Seminarvortrag umfasst eine eigenständige und vertiefte schriftliche Auseinandersetzung mit einem Problem aus dem Arbeitszusammenhang des jeweiligen Moduls unter Einbeziehung und Auswertung einschlägiger Literatur. In einem mündlichen Vortrag (mindestens 15 Minuten) mit anschließender Diskussion soll die Arbeit dargestellt und ihre Ergebnisse vermittelt werden. Die Ausarbeitungen müssen schriftlich vorliegen.
Lehrformen: Industriepraktikum, Exkursion (Organisation: Fachschaft, aber auch eigenverantwortlich Firmenbesichtigungen möglich), Seminarvortrag
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: 450 Stunden / 15 CP



Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

Praktikumsbericht, Teilnahmebescheinigung, Seminarvortrag

Modulverantwortlicher:

Studiengangfachberater*in



3.26. Bachelorarbeit

Studiengang: Pflichtmodul Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Bachelorarbeit
Ziel des Moduls (Kompetenzen): Es soll der Nachweis erbracht werden, dass innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem unter Anleitung mit wissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden kann. Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden zudem in der Lage, selbst erarbeitete Problemlösungen strukturiert vorzutragen und zu verteidigen.
Inhalt: Themenstellungen zu aktuellen Forschungsvorhaben werden von den Professoren der am Studiengang beteiligten Fakultäten bekannt gegeben. Die Studierenden können sich ein Thema ihrer Neigung auswählen. Die Ausgabe des Themas ist im Prüfungsamt mit den Namen der Prüfenden aktenkundig zu machen. Im Kolloquium haben die Studierenden nachzuweisen, dass sie in der Lage sind, die Arbeitsergebnisse aus der wissenschaftlichen Bearbeitung eines Fachgebietes in einem Fachgespräch zu verteidigen. In dem Kolloquium sollen das Thema der Bachelorarbeit und die damit verbundenen Probleme und Erkenntnisse in einem Vortrag von max. 15 Minuten dargestellt und diesbezügliche Fragen beantwortet werden.
Lehrform: Problembearbeitung unter Anleitung mit Abschlussarbeit
Voraussetzung für Teilnahme: 150 CP
Arbeitsaufwand: 3 Monate
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Bachelorarbeit mit Kolloquium / 15 CP
Modulverantwortlicher: Prüfungsausschussvorsitzender



4. Bachelorstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Wahlpflichtmodule/Kernfächer Energietechnik

4.1. Combustion Engineering

Course: Wahlpflichtmodul zur Energietechnik Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Module: Combustion Engineering
Objectives and Competence: The students can conduct energy and mass balances in order to calculate product composition, flame temperature of burners or firing efficiency for heating devices. The student can formulate reaction rates for elementary reactions and identify elementary reactions from global mechanism. They are aware of the techniques to simplify detailed mechanism for specific situations (e.g. lean or rich combustion). The students understand the concept of explosion and flammability, and are able to assess risk related to combustion. They understand the concept of laminar flame propagation that gradients sustained by the chemical reactions permit the necessary heat and mass transport for flame propagation. They can draw qualitatively for a premixed flame, where the flame front is, and the profiles of various quantities (temperature, density, velocity, mass fractions of reactant, intermediate and products). They can estimate the flame height, and they can evaluate the effect of various parameters (pressure, fuel, reactant temperature) on the laminar flame speed. For laminar non-premixed flame, they can draw qualitatively mass fraction and temperature contours, and estimate the length of flame. They grasp the concept of turbulence, and understand the effect of turbulence on the length of turbulent flames whether premixed or non-premixed. They have a basic understanding of the main mechanism involved in the combustion of liquid and solid and fuels. They know the main routes for pollutant formations and available reductive measures. They understand the functioning principles and limitations of the measurement techniques for temperature, velocity, or species concentration for combustion research.
Contents: <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Phenomenology and Typology of Combustion<input type="checkbox"/> Thermodynamics of Combustion<input type="checkbox"/> Chemical kinetics<input type="checkbox"/> Ignition<input type="checkbox"/> Laminar flame theory (premixed and non-premixed flame)<input type="checkbox"/> Turbulent Combustion<input type="checkbox"/> Pollutant formations<input type="checkbox"/> Combustion of Liquids and Solids<input type="checkbox"/> Combustion diagnostics
Teaching: Lectures with tutorials
Requirement for participation: Thermodynamics, Heat Transfer, Fluid Mechanics, Reaction kinetics
Work load: 3 SWS, Time of attendance: 42 hours, Autonomous work: 78 hours
Examination/Credits: Written exam 120 min / 5 CP



Responsibility:

Prof. F. Beyrau, FVST

Literature:

- Documents to be downloaded on e-learning platform
- S. Turns, "*An introduction to Combustion: Concepts and Applications*" McGraw-Hills, 2011
- J. Warnatz, U. Mass and R.W. Dibble, "*Combustion*" Springer, 2006



4.2. Fluidenergiemaschinen

Studiengang: Wahlpflichtmodul zur Energietechnik Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Fluidenergiemaschinen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Nach der Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studenten das grundsätzliche Funktionsprinzip der Fluidenergiemaschinen (FEM) und kennen die charakteristischen Typen (Pumpen, Verdichter, Gebläse, Ventilatoren, Wasserturbinen, Dampfturbinen, Windturbinen) sowie ihre volkswirtschaftliche Bedeutung und die speziellen Einsatzgebiete. Sie kennen das Betriebsverhalten der FEM und sind in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten dieser Maschinen zu beurteilen und sie selbständig auszuwählen. Durch Rechenbeispiele in der Übung beherrschen sie insbesondere das Zusammenspiel einer Pumpe und einer Dampfturbine mit der jeweiligen Anlage.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Aufgabe von Fluidenergiemaschinen, Einteilung der Fluidenergiemaschinen nach verschiedenen Kriterien• Strömungstechnische und thermodynamische Grundlagen zur Beschreibung der Funktion von Fluidenergiemaschinen• Änderung der Arbeitsfähigkeit des Fluids beim Durchströmen einer Fluidarbeitsmaschine und einer Fluidkraftmaschine, Energieflussdiagramm, Verluste, Wirkungsgrade• Energieübertragung im Laufrad einer Fluidenergiemaschine, Ähnlichkeitsgesetze, Kennzahlen• Aufbau, konstruktive Merkmale und Einsatzgebiete sowie Betriebsverhalten von Fluidarbeitsmaschinen (Pumpen, Verdichter, Gebläse, Ventilator), Grenzleistungsbedingungen• Aufbau, konstruktive Merkmale und Einsatzgebiete sowie Betriebsverhalten von Fluidkraftmaschinen (Wasser-, Dampf-, Windturbinen), Grenzleistungsbedingungen• Zusammenwirken von Fluidenergiemaschinen mit Anlagen
Lehrformen: V.: 2 SWS; Ü.: 1 SWS
Voraussetzung für die Teilnahme: Strömungstechnik, Thermodynamik, Konstruktionslehre
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Hoerner, FVST
Literaturhinweise: siehe: http://www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/Vorlesungen/buecher_FEM.pdf



4.3. Fuel Cells

Studiengang: Wahlpflichtmodul zur Energietechnik Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Fuel Cells
Ziele des Moduls (Kompetenzen): The participants understand the principles of electrochemical energy conversion. They are aware of the technical applications and future trends in the area of fuel cells. The participants are able to analyse, design and optimise fuel cell systems and possess basic knowledge in the area of fuel processing.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Introduction to fuel cells<ul style="list-style-type: none">- Working principle- Types of fuel cells- Applications2. Steady-state behaviour of fuel cells<ul style="list-style-type: none">- Potential field- Constitutive relations (Nernst equation, electrochemical reaction kinetics, mass transport)- Integral balance equations for mass and energy- Current-voltage-curve, efficiencies, design3. Experimental methods in fuel cell research4. Fuels<ul style="list-style-type: none">- Handling and storage of hydrogen- Fuel processing5. Fuel cell systems
Lehrformen: Lecture and tutorial
Voraussetzung für die Teilnahme: Basic knowledge on thermodynamics, reaction engineering and mass transport is advantageous
Arbeitsaufwand: 30h time of attendance (one-week full-time block seminar), 10h outside classes presence: 42 hours (3 SWS), private studies: 108 h (lit. survey)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Written exam 60 min / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. T. Vidakovic-Koch, MPI Magdeburg



Literaturhinweise:

1. Lecture notes, available for download
2. Vielstich, W. *et al.*: Handbook of Fuel Cells, Wiley 2003
3. Larminie, J. and Dicks, A.: Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003
4. Haman, C.H. and Vielstich, W.: Electrochemistry, Wiley, 1998
5. Bard, A.J. and Faulkner, L.R.: Electrochemical Methods, Wiley, 2001
6. Wesselingh, J.A. and Krishna, R.: Mass Transfer in Multi-Component Mixtures, Delft Univ. Press, 2000



4.4. Funktionale Materialien für die Energiespeicherung

Studiengang: Wahlpflichtmodul zur Energietechnik Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Funktionale Materialien für die Energiespeicherung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können die Einflussfaktoren und wichtigsten Techniken der heutigen Energieversorgung für Deutschland sowie weltweit benennen und analysieren. Sie können die Notwendigkeit für die Entwicklung und den verstärkten Einsatz von Energiespeichern begründen. Die Studierenden sind in der Lage, die unterschiedlichen Prinzipien zur Speicherung thermischer, elektrischer, chemischer und mechanischer Energie zu beschreiben und die möglichen Verfahren bezüglich der materialspezifischen Anforderungen zu werten. Besonderes Augenmerk wird dabei auch auf aktuelle Entwicklungen in der Forschung gelegt.
Inhalt 1. Thermische Energie Temperaturbereiche der Energiespeicherung und Temperaturhub zw. Wärmequelle und -bedarf sensible, latente, Adsorptions- und Absorptionswärme; Grundlagen Unterschied Kurzzeit-, Langzeit- u. Saisonspeicher Materialien: feste Systeme, flüssige Systeme Spezifische Anwendungen 2. Elektrische Energie Akkumulatoren und Batterien: Übersicht, Arten, Einsatzgebiete gravimetrische und volumetrische Speicherdichte Standardpotentiale, Abhängigkeit von Temperatur des Systems und Konzentration der Reaktanden Nernst-Gleichung für die einzelnen Systeme Lade-/Entladekinetik; thermische Belastung; Auslegung Bilder existierender Anlagen Supercaps: Funktionsweise 3. Chemische Energie Wasserstoff, Herstellung über Elektrolyse, Speicherung Adam- und Eva-Prozess 4. Druckluft Speicherorte und Potentiale Funktionsweise 5. Schwungräder Langsame, schnelle, Potentiale, Wirkprinzip 6. Sonstiges z.B. Pumpspeicherwerke
Lehrformen: Vorlesung, Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: 3 SWS, (2 VL, 1 Ü), Selbststudium 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur 90 min / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. F. Scheffler, FVST
Literaturhinweise: Energy Storage, R. A. Huggins (Springer Verlag), Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig (Carl Hanser Verlag), Foliensatz zum download



4.5. Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe

Studiengang: Wahlpflichtmodul zur Energietechnik Bachelor Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">– Überblick über Energiemix, Energieverbrauch, Herkunft von Primärenergie,– grundlegende Begriffe; Aufbau von Energie wandelnden Systemen; Einsparpotentiale
Inhalt <ul style="list-style-type: none">– Arten von Energiequellen, Definitionen, insbesondere Solarthermie,– Konzentration von Solarstrahlung,– Planetenenergie,– Geothermie,– Biomasse,– Solarchemie,– Kraft-Wärme-Kopplung von RE-Generatoren– Anlagenauslegung anhand von ausgewählten Beispielen
Lehrformen: Vorlesung und Praktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: naturwissenschaftliche oder ingenieurtechnische Grundlagenvorlesungen; ggf. erweitert durch Anpassungsveranstaltungen gemäß Studiengangsbeschreibung
Arbeitsaufwand: 120 h (42 h Präsenzzeit VL+ 108 selbständige Arbeit, + Vor- und Nachbereitung)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. M. Scheffler, FMB
Literaturhinweise: werden in der Einführungsveranstaltung bekanntgegeben



5 Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Pflichtmodule

5.1. Thermische Prozesstechnik

Studiengang: Pflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Thermische Prozesstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können die Erwärmungs- und die Abkühlungsvorgänge fester Körper wie Metalle, Keramiken, Brennstoffe berechnen. Sie kennen den Mechanismus des Wärmeübergangs durch Strahlung. Sie wissen, wie durch Strahlungsschirme und Sekundärstrahlung der Wärmeübergang beeinflussen werden kann. Sie können die Verfahren zur Intensivkühlung mit Flüssigkeiten anwenden. Sie können gekoppelte Wärme- und Stofftransportvorgänge unter Verwendung von Gleichgewichtsbeziehungen berechnen. Sie sind damit in der Lage, Prozesse der Hochtemperaturverfahrenstechnik und der Energietechnik thermisch auszulegen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">- Wärmebehandlungsprozesse von Feststoffen, Anwendungsbeispiele, Herstellung von Keramik und Metallen, Temperaturverläufe, Fourier'sche Dgl. mit Grenzbedingungen- Vereinfachte analytische Lösung für eindimensionale Wärmeleitung, dimensionslose Beschreibung, Beispiele, mehrdimensionale Wärmeleitung, Wärmetransport in halbunendlichen Körpern und bei kurzen Zeiten, Kontakttemperatur- Wärmeübertragung durch Strahlung, Mechanismus, Intensitäten, Emissionsgrade für feste, flüssige und gasförmige Stoffe, Staub- und Rußstrahlung- Einstrahlzahlen, Strahlungsaustausch, Strahlungsschirm, Treibhauseffekt, Sekundärstrahlung- Erstarrungs- und Schmelzvorgänge- Intensivkühlvorgänge, Tauch-, Film- und Spritzkühlung, Einfluss von Flüssigkeiten, kritische Wärmestromdichten, Leidenfrostproblematik- Gekoppelte Wärme- und Stofftransportvorgänge, Gleichgewichtsbedingungen an Phasengrenzen, Beispiel Kohlenstoffverbrennung, Kalksteinzersetzung-
Lehrformen: Vorlesung mit Übung und Experimenten
Voraussetzung für die Teilnahme: Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Strömungstechnik, Physikalische Chemie
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Mündlich / 5 CP
Modulverantwortlicher: JP A. Dieguez-Alonso, FVST
Literaturhinweise: Skript zum Download, Stefan; Baehr: Wärmeübertragung



5.2. Nichttechnische Fächer

Studiengang: Pflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Nichttechnische Fächer
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Vergleiche Katalog „Nichttechnische Fächer“
Inhalt Vergleiche Katalog „Nichttechnische Fächer“
Lehrformen: Vorlesung, Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Leistungsnachweise / 5 CP
Modulverantwortliche: https://lsf.ovgu.de/qislsf/rds?state=wtree&search=1&category=veranstaltung.browse&navigationPosition=lectures%2Clectureindex&breadcrumb=lectureindex&topitem=lectures&subitem=lectureindex Die Module, die unter Schlüsselkompetenzen und Nichttechnische Wahlpflichtfächern stehen, werden anerkannt.



5.3. Masterarbeit

Studiengang: Pflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Masterarbeit
Ziel des Moduls (Kompetenzen): Es soll der Nachweis erbracht werden, dass innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbständig mit wissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden kann. Sie haben die Fähigkeit, mögliche Lösungsansätze zu analysieren und kritisch zu bewerten. Sie können ihre Arbeit im Kontext der aktuellen Forschung einordnen.
Inhalt: Themenstellungen zu aktuellen Forschungsvorhaben werden von den Professoren der Fakultät bekannt gegeben. Die Studierenden können sich ein Thema ihrer Neigung auswählen. Die Ausgabe des Themas ist im Prüfungsamt mit den Namen der Prüfer aktenkundig zu machen. Im Kolloquium haben die Studierenden nachzuweisen, dass sie in der Lage sind, Arbeitsergebnisse aus der selbständigen wissenschaftlichen Bearbeitung in einem Fachgespräch zu verteidigen. Dazu müssen die Ergebnisse in einem Vortrag von max. 15 Minuten dargestellt und diesbezügliche Fragen beantwortet werden.
Lehrform: Selbstständige Problembearbeitung mit Abschlussarbeit
Voraussetzung für Teilnahme: 30 CP
Arbeitsaufwand: 20 Wochen
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Masterarbeit mit Kolloquium / 30 CP
Modulverantwortlicher: Prüfungsausschussvorsitzender



6 Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Kernfächer Umwelttechnik

6.1. Environmental Biotechnology

Course: Kernfach zur Umwelttechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Module: Environmental Biotechnology
Objectives: The students achieve a deeper understanding in microbiological fundamentals. They are able to characterize the industrial processes of the biological waste gas and biogenic waste treatment and the corresponding reactors and plants. They know the fundamentals of the reactor and plant design. They realise the potential of biotechnological processes for more sustainable industrial processes.
Contents: <ul style="list-style-type: none">• Biological Fundamentals (structure and function of cells, energy metabolism, turnover/degradation of environmental pollutants)• Biological Waste Gas Treatment (Biofilters, Bioscrubbers, Trickle Bed Reactors)• Biological Treatment of Wastes (Composting, Anaerobic Digestion)• Bioremediation of Soil and Groundwater• Prospects of Biotechnological Processes – Benefits for the Environment
Teaching: Lectures/Presentation, script, company visit; (winter semester)
Prerequisites: None
Work load: 2 hours per week Lectures and tutorials: 28 h, Private studies: 62 h
Examinations/Credits: Oral exam / 4 CP
Responsible lecturer: Dr. D. Benndorf, FVST
Literature: <ul style="list-style-type: none">- Michael T. Madigan, John M. Martinko, David Stahl, Jack Parker, Benjamin Cummings: Brock Biology of Microorganisms, 13 edition (December 27, 2010)- Jördening, H.-J (ed.): Environmental biotechnology: concepts and applications, Weinheim: Wiley-VCH, 2005- Environmental Biotechnology (ed. by Lawrence K. Wang, Volodymyr Ivanov, Joo-Hwa Tay), Springer Science+Business Media, LLC, 2010 (Handbook of Environmental Engineering, 10)- Further literature will be given in the lecture



6.2. Transport phenomena in granular, particulate and porous media

Course: Kernfach zur Umwelttechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Module: Transport phenomena in granular, particulate and porous media
Objectives: Dispersed solids find broad industrial application as raw materials (e.g. coal), products (e.g. plastic granulates) or auxiliaries (e.g. catalyst pellets). Solids are in this way involved in numerous important processes, e.g. regenerative heat transfer, adsorption, chromatography, drying, heterogeneous catalysis. To the most frequent forms of the dispersed solids belong fixed, agitated and fluidized beds. In the lecture the transport phenomena, i.e. momentum, heat and mass transfer, in such systems are discussed. It is shown, how physical fundamentals in combination with mathematical models and with intelligent laboratory experiments can be used for the design of processes and products, and for the dimensioning of the appropriate apparatuses. <ul style="list-style-type: none">• Master transport phenomena in granular, particulate and porous media• Learn to design respective processes and products• Learn to combine mathematical modelling with lab experiments
Contents: <ul style="list-style-type: none">• Transport phenomena between single particles and a fluid• Fixed beds: Porosity, distribution of velocity, fluid-solid transport phenomena Influence of flow maldistribution and axial dispersion on heat and mass transfer Fluidized beds: Structure, expansion, fluid-solid transport phenomena• Mechanisms of heat transfer through gas-filled gaps• Thermal conductivity of fixed beds without flow Axial and lateral heat and mass transfer in fixed beds with fluid flow• Heat transfer from heating surfaces to static or agitated bulk materials• Contact drying in vacuum and in presence of inert gas• Heat transfer between fluidized beds and immersed heating elements
Teaching: Lectures / Exercises; (summer semester)
Prerequisites:
Work load: 3 hours per week Lectures and tutorials: 42 h, Private studies: 108 h
Examinations/Credits: Oral exam / 5 CP
Responsible lecturer: Prof. E. Tsotsas, FVST
Literature: <ul style="list-style-type: none">- Own notes for download- Schlünder, E.-U., Tsotsas, E., Wärmeübertragung in Festbetten, durchmischten Schüttgütern und Wirbelschichten, Thieme, Stuttgart, 1988- Geankoplis, C.J., Transport processes and separation process principles, Prentice Hall, 2003



6.3. Umweltchemie

Studiengang: Kernfach zur Umwelttechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Umweltchemie
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden kennen die grundsätzlichen Zusammenhänge der chemischen Abläufe in den Umweltkompartimenten Luft, Wasser und Boden. Sie können Gefährdungen durch den Eintrag von Stoffen in diese Kompartimente abschätzen und Strategien entwickeln, diese zu reduzieren. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, analytische Methoden zur Bestimmung der charakteristischen Parameter von Luft, Wasser und Boden zu beschreiben.
Inhalt <ol style="list-style-type: none">1. Einleitung: Umwelt und Umweltfaktoren, Kompartimente und Ökosystem, Mensch und Umwelt, Historie der anthropogenen Umweltbeeinflussung, Umweltbewusstsein und zukünftige Entwicklung2. Aufbau der Erde: Sphären der Erde, Erdschichten, Erdoberfläche, Atmosphäre, globale Stoffkreisläufe, Kompartimente mit Transport- und Speicherfunktion, Quellen und Senken3. Stoffe in der Umwelt: Umweltbelastungen, Transport von Stoffen zwischen den Umweltkompartimenten, anthropogener Eintrag von Stoffen in die Umwelt, geographische Verbreitung von Umweltbelastungen, Gefahrstoffe, Umweltchemikalien, Mobilität von Stoffen in der Umwelt, Persistenz, Abbaubarkeit, geologische und biologische Anreicherung, Schadwirkungen4. Umweltschutz: Produkt- und produktionsbezogener Umweltschutz, produktionsintegrierter und additiver Umweltschutz, Maßnahmen in Gewerbe und Industrie, Erhöhung der Energieeffizienz,5. Umweltrecht: Ziele der Umweltgesetzgebung, Umweltschutz und Grundgesetz, Gesetze, Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften, Normen und technische Regeln, bestimmte und unbestimmte Rechtsbegriffe, Grenzwerte und Richtwerte, EU-Richtlinien und -verordnungen, Struktur und Prinzipien des Umweltrechts, Instrumente des Umweltrechts, Gesetze des Umweltrechts6. Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung und Gefahrgutgesetz: Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, REACH-Verordnung, CLP-Verordnung, Arbeitsplatzgrenzwert, Gefährdungszahl, biologischer Grenzwert, Gefahrgut, Gefahrgutbeförderungsgesetz7. Die Lufthülle der Erde: Bedeutung und Zusammensetzung der Atmosphäre, Luftqualität, natürliche Emissionen, anthropogene Emissionen, ubiquitäre Stoffe, Durchmischungszeit in der Atmosphäre, Lebensdauer von Stoffen in der Atmosphäre, Transport von Luftverunreinigungen, Deposition von Luftverunreinigungen, Schäden durch Luftverunreinigungen, Grundlagen der Photochemie, OH-Radikale in der Troposphäre8. Kohlendioxid: Eigenschaften, Wirkung auf den Menschen, Photosynthese, Quellen und Senken, fossile Brennstoffe, Primärenergieverbrauch, CO₂-Emissionen, Kohlenstoffkreislauf, Änderungen des CO₂-Gehaltes in der Atmosphäre, Spurengase und Klima, Treibhauseffekt, Klimaänderungen9. Kohlenmonoxid: Eigenschaften, Quellen und Senken, CO-Emissionen, Wirkungen beim Menschen10. Schwefelverbindungen: Eigenschaften und Verwendung, Quellen und Senken, Schwefelverbindungen in der Atmosphäre, atmosphärischer Schwefelkreislauf, SO₂-Emissionen, London-Smog, Wirkung auf Lebewesen und Sachgüter, saurer Regen, neuartige Waldschäden11. Oxide des Stickstoffs: Eigenschaften, Stickstoffkreislauf, Quellen und Senken von N₂O, photochemisches NO/NO₂-Gleichgewicht, Quellen für NO_x, NO_x-Emissionen, Einfluss von NO_x auf Lebewesen12. Flüchtige organische Verbindungen: Quellen und Senken von Methan, Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe, Photooxidantien, Ozon in der Troposphäre, Quellen und Senken von Ozon, Los-Angeles-Smog, Abbau von Kohlenwasserstoffen in der Atmosphäre, Wirkungen und Schäden durch photochemischen Smog, Automobilabgase, Abgasreinigung13. Ozon in der Stratosphäre: Vorkommen und Eigenschaften, Der Chapman-Zyklus, katalytischer Ozonabbau, katalytischer ClO_x-, HO_x- und NO_x-Zyklus, Ozonloch, Schädigungen durch UV-Strahlung, FCKW, CKW, Halone, Ozonzerstörungspotential, FCKW-Ersatzstoffe



14. **Aerosole:** Bedeutung, Quellen und Eigenschaften, Umwandlungen, Zusammensetzung, Größe, Lebensdauer, Verteilung, Einfluss auf den Menschen, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, Tabakrauch, Asbeste
15. **Immissionsschutzrecht:** Bundes-Immissionsschutzgesetz, Rechtsverordnungen, anlagenbezogener Immissionsschutz, produkt- und gebietsbezogener Immissionsschutz, Störfallverordnung
16. **Wasser – Grundlagen:** Bedeutung und Eigenschaften, Wasser als Lösungsmittel, Löslichkeit von Salzen, Hydratation, exotherme und endotherme Lösungsvorgänge, Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit, Löslichkeit von Molekülen, Löslichkeit von Gasen, Säure-Base-Reaktionen, pH-Wert, Stärke von Säuren und Basen, pH-Wert-Berechnungen, Fällung von Hydroxiden, Flockung
17. **Inhaltsstoffe natürlicher Gewässer und Wasserbelastungen:** Inhaltsstoffe natürlicher Gewässer, Oberflächenwasser, Grundwasser, Meerwasser, pH-Wert natürlicher Gewässer, gelöste Kationen, gelöste Anionen, gelöste Gase, organische Wasserinhaltsstoffe, dispergierte Feststoffe, Wasserbelastungen, Nährstoffe, Trophiegrad von Gewässern, Salze und Schwermetalle, Selbstreinigung, Saprobien-Index, Sauerstoffgehalt, aerober und anaerober Abbau
18. **Bewertung wassergefährdender Stoffe:** Wassergefährdende Stoffe, Biotests, toxikologische Untersuchungen, Permanganat-Index, chemischer Sauerstoffbedarf, biochemischer Sauerstoffbedarf, biochemischer Abbaugrad, Einwohnergleichwert, AOX und TOC, Gewässergüteklassen
19. **Spezielle Wasserbelastungen:** Wasch- und Reinigungsmittel, Wasserhärte, polychlorierte Dibenzodioxime und Dibenzofurane, polychlorierte Biphenyle, Öl
20. **Trinkwassergewinnung und Abwasserreinigung:** Trinkwasserbedarf, Anforderungen an Trinkwasser, Trinkwassergewinnung und –aufbereitung, Abwasser, Reinigung kommunaler Abwässer, mechanische und biologische Abwasserreinigung, Behandlung und Beseitigung von Klärschlamm, chemische Abwasserreinigung, photokatalytische Abwasserreinigung
21. **Gewässerschutzrecht:** Wasserhaushaltsgesetz, Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe, Abwasserverordnung, EU-Wasserrahmenrichtlinie
22. **Boden – Grundlagen:** Zusammensetzung, Humus und Huminstoffe, Tonminerale, Bodenlebewesen, Bedeutung und Funktionen, Verwitterung, Erosion, Nährstoffe, Düngung
23. **Bodenbelastungen:** Schadstoffe im Boden, Bodenversauerung, der Boden als Puffer, Pestizide, DDT
24. **Schwermetalle:** Bedeutung und Vorkommen, Emissionen von Metallen und Kreisläufe, Persistenz von Metallen, Schwermetalle und Pflanzen, Quecksilber, Blei, Cadmium
25. **Altlasten:** Wirkungspfade, Bewertung, Sanierung und Sicherung
26. **Bodenschutzrecht:** Überblick
27. **Umweltanalytik:** Gegenstand der Umweltanalytik, Schritte der chemischen Analyse, Fehlerarten, Präzision und Richtigkeit, Fehlerquellen in der Analytik, instrumentelle Analytik, Atomspektroskopie (AAS, ICP-OES), Photometrie, Chromatographie (GC, HPLC), Massenspektrometrie, Wasseranalytik, Probennahme, Protokoll, Transport und Aufbewahrung, organoleptische Prüfung, physikalisch-chemische Untersuchung, pH-Wert-Messung, Messung der elektrischen Leitfähigkeit, nasschemische Methoden, Bestimmung der Säure- und Basekapazität, Bestimmung der Wasserhärte
28. **Abfall:** Entstehung von Abfällen, Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Abfälle aus Industrie und Gewerbe, Entsorgung von Abfällen; Entsorgung von Hausmüll, Deponien, Deponieklassen, Umweltbelastung und Gefahren von Deponien, Deponiegas, Deponieverbote, Müllverbrennung, Brennbarkeit von Abfällen, Müllverbrennungsanlagen, Entsorgung von Sonderabfall, chemische Vorbehandlung, thermische Behandlung, Sonderabfalldeponien, Abfallbeseitigung auf See, Recycling, Recyclingarten, Verwendung und Verwertung, Möglichkeiten und Grenzen des Recyclings, Abfallrecht

Lehrformen:

Vorlesung

Voraussetzung für die Teilnahme:

Grundlegende Kenntnisse in Anorganischer und Organischer Chemie

Arbeitsaufwand:

3 SWS

Präsenzzeit 42 Stunden, Selbststudium+Prüfungsvorbereitung: 108 Stunden



Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

K 120 / 5 CP

Modulverantwortlicher:

Dr. M. Schwidder, FVST

Literaturhinweise:



6.4. Waste Water and Sludge Treatment

Studiengang: Kernfach zur Umwelttechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Waste water and sludge treatment (WWST)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): The student should be able to <ul style="list-style-type: none">• identify the relevant physical, chemical and biological properties of a wastewater• understand the fundamentals of wastewater treatment technologies• identify the relevant physical, chemical and biological properties of biosolids from wastewater treatment• develop creative solutions for the treatment of wastewater and the control of emissions to surface water
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Constituents and analysis of waste water• Principles of mechanical treatment processes• Principles of biological treatment processes• Principles of chemical treatment processes• Activated sludge processes• Biofilm processes• Process selection• Wastewater sludge treatment processes• Disinfection processes• Water reuse
Lehrformen: lecture (presentation of slides, additional information on blackboard) and tutorial (exercise on board)
Voraussetzung für die Teilnahme: bachelor in chemical or biological engineering or equivalent
Arbeitsaufwand: lectures, tutorials: 42 h; private studies: 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: written exam / 5 CP
Responsible lecturer: Dr.-Ing. D. Müller, FVST
Literature: script; N.F. Gray "Water Technology", Elsevier 2005; Metcalf a. Eddy "Wastewater Engineering" MacGrawHill 2003, P. A. Vesilind "Wastewater treatment plant design" and "Student Workbook" IWA Publishing, 2003;



7 Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Kernfächer Energietechnik

7.1. Combustion Engineering

Course: Kernfach zur Energietechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Combustion Engineering
Objectives and Competence: The students can conduct energy and mass balances in order to calculate product composition, flame temperature of burners or firing efficiency for heating devices. The student can formulate reaction rates for elementary reactions and identify elementary reactions from global mechanism. They are aware of the techniques to simplify detailed mechanism for specific situations (e.g. lean or rich combustion). The students understand the concept of explosion and flammability, and are able to assess risk related to combustion. They understand the concept of laminar flame propagation that gradients sustained by the chemical reactions permit the necessary heat and mass transport for flame propagation. They can draw qualitatively for a premixed flame, where the flame front is, and the profiles of various quantities (temperature, density, velocity, mass fractions of reactant, intermediate and products). They can estimate the flame height, and they can evaluate the effect of various parameters (pressure, fuel, reactant temperature) on the laminar flame speed. For laminar non-premixed flame, they can draw qualitatively mass fraction and temperature contours, and estimate the length of flame. They grasp the concept of turbulence, and understand the effect of turbulence on the length of turbulent flames whether premixed or non-premixed. They have a basic understanding of the main mechanism involved in the combustion of liquid and solid and fuels. They know the main routes for pollutant formations and available reductive measures. They understand the functioning principles and limitations of the measurement techniques for temperature, velocity, or species concentration for combustion research.
Contents: <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Phenomenology and Typology of Combustion<input type="checkbox"/> Thermodynamics of Combustion<input type="checkbox"/> Chemical kinetics<input type="checkbox"/> Ignition<input type="checkbox"/> Laminar flame theory (premixed and non-premixed flame)<input type="checkbox"/> Turbulent Combustion<input type="checkbox"/> Pollutant formations<input type="checkbox"/> Combustion of Liquids and Solids<input type="checkbox"/> Combustion diagnostics
Teaching: Lectures with tutorials
Requirement for participation: Thermodynamics, Heat Transfer, Fluid Mechanics, Reaction kinetics
Work load: 3 SWS Time of attendance: 42 hours, Autonomous work: 78 hours



Examination/Credits:

Written exam 120 min / 5 CP

Responsibility:

Prof. F. Beyrau, FVST

Literature:

- Documents to be downloaded on e-learning platform
- S. Turns, *"An introduction to Combustion: Concepts and Applications"* McGraw-Hills, 2011
- J. Warnatz, U. Mass and R.W. Dibble, *"Combustion"* Springer, 2006



7.2. Fluidenergiemaschinen

Studiengang: Kernfach zur Energietechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Fluidenergiemaschinen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Nach der Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studenten das grundsätzliche Funktionsprinzip der Fluidenergiemaschinen (FEM) und kennen die charakteristischen Typen (Pumpen, Verdichter, Gebläse, Ventilatoren, Wasserturbinen, Dampfturbinen, Windturbinen) sowie ihre volkswirtschaftliche Bedeutung und die speziellen Einsatzgebiete. Sie kennen das Betriebsverhalten der FEM und sind in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten dieser Maschinen zu beurteilen und sie selbständig auszuwählen. Durch Rechenbeispiele in der Übung beherrschen sie insbesondere das Zusammenspiel einer Pumpe und einer Dampfturbine mit der jeweiligen Anlage.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Aufgabe von Fluidenergiemaschinen, Einteilung der Fluidenergiemaschinen nach verschiedenen Kriterien• Strömungstechnische und thermodynamische Grundlagen zur Beschreibung der Funktion von Fluidenergiemaschinen• Änderung der Arbeitsfähigkeit des Fluids beim Durchströmen einer Fluidarbeitsmaschine und einer Fluidkraftmaschine, Energieflussdiagramm, Verluste, Wirkungsgrade• Energieübertragung im Laufrad einer Fluidenergiemaschine, Ähnlichkeitsgesetze, Kennzahlen• Aufbau, konstruktive Merkmale und Einsatzgebiete sowie Betriebsverhalten von Fluidarbeitsmaschinen (Pumpen, Verdichter, Gebläse, Ventilator), Grenzleistungsbedingungen• Aufbau, konstruktive Merkmale und Einsatzgebiete sowie Betriebsverhalten von Fluidkraftmaschinen (Wasser-, Dampf-, Windturbinen), Grenzleistungsbedingungen• Zusammenwirken von Fluidenergiemaschinen mit Anlagen•
Lehrformen: V.: 2 SWS; Ü.: 1 SWS
Voraussetzung für die Teilnahme: Strömungstechnik, Thermodynamik, Konstruktionslehre
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 108 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. Hoerner, FVST
Literaturhinweise: siehe: http://www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/Vorlesungen/buecher_FEM.pdf



7.3. Fuel Cells

Studiengang: Kernfach zur Energietechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Fuel Cells
Ziele des Moduls (Kompetenzen): The participants understand the principles of electrochemical energy conversion. They are aware of the technical applications and future trends in the area of fuel cells. The participants are able to analyse, design and optimise fuel cell systems and possess basic knowledge in the area of fuel processing.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Introduction to fuel cells<ul style="list-style-type: none">- Working principle- Types of fuel cells- Applications2. Steady-state behaviour of fuel cells<ul style="list-style-type: none">- Potential field- Constitutive relations (Nernst equation, electrochemical reaction kinetics, mass transport)- Integral balance equations for mass and energy- Current-voltage-curve, efficiencies, design3. Experimental methods in fuel cell research4. Fuels<ul style="list-style-type: none">- Handling and storage of hydrogen- Fuel processing5. Fuel cell systems
Lehrformen: Lecture and tutorial
Voraussetzung für die Teilnahme: Basic knowledge on thermodynamics, reaction engineering and mass transport is advantageous
Arbeitsaufwand: 32h time of attendance (one-week full-time block seminar), 10h outside classes presence: 42 hours (3 SWS), private studies: 108 h (literature survey)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Written exam 60 min / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. T. Vidakovic-Koch, MPI Magdeburg
Literature: <ol style="list-style-type: none">[1] Lecture notes, available for download[2] Vielstich, W. <i>et al.</i>: Handbook of Fuel Cells, Wiley 2003[3] Larminie, J. and Dicks, A.: Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003[4] Haman, C.H. and Vielstich, W.: Electrochemistry, Wiley, 1998



- [5] Bard, A.J. and Faulkner, L.R.: Electrochemical Methods, Wiley, 2001
- [6] Wesselingh, J.A. and Krishna, R.: Mass Transfer in Multi-Component Mixtures, Delft Univ. Press, 2000



7.4. Funktionale Materialien für die Energiespeicherung

Studiengang: Kernfach zur Energietechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Funktionale Materialien für die Energiespeicherung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können die Einflussfaktoren und wichtigsten Techniken der heutigen Energieversorgung für Deutschland sowie weltweit benennen und analysieren. Sie können die Notwendigkeit für die Entwicklung und den verstärkten Einsatz von Energiespeichern begründen. Die Studierenden sind in der Lage, die unterschiedlichen Prinzipien zur Speicherung thermischer, elektrischer, chemischer und mechanischer Energie zu beschreiben und die möglichen Verfahren bezüglich der materialspezifischen Anforderungen zu werten. Besonderes Augenmerk wird dabei auch auf aktuelle Entwicklungen in der Forschung gelegt.
Inhalt <ol style="list-style-type: none">1. Thermische Energie Temperaturbereiche der Energiespeicherung und Temperaturhub zw. Wärmequelle und -bedarf sensible, latente, Adsorptions- und Absorptionswärme; Grundlagen Unterschied Kurzzeit-, Langzeit- u. Saisonalspeicher Materialien: feste Systeme, flüssige Systeme Spezifische Anwendungen2. Elektrische Energie Akkumulatoren und Batterien: Übersicht, Arten, Einsatzgebiete gravimetrische und volumetrische Speicherdichte Standardpotentiale, Abhängigkeit von Temperatur des Systems und Konzentration der Reaktanden Nernst-Gleichung für die einzelnen Systeme Lade-/Entladekinetik; thermische Belastung; Auslegung Bilder existierender Anlagen Supercaps: Funktionsweise3. Chemische Energie Wasserstoff, Herstellung über Elektrolyse, Speicherung Adam- und Eva-Prozess4. Druckluft Speicherorte und Potentiale Funktionsweise5. Schwungräder Langsame, schnelle, Potentiale, Wirkprinzip6. Sonstiges z.B. Pumpspeicherwerke
Lehrformen: Vorlesung, Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme:
Arbeitsaufwand: 3 SWS, (2 VL, 1 Ü) Selbststudium 108 h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur 90 min / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. F. Scheffler, FVST



Literaturhinweise:

Energy Storage, R. A. Huggins (Springer Verlag), Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig (Carl Hanser Verlag), Foliensatz zum Download



7.5. Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe

Studiengang: Kernfach zur Energietechnik Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">– Überblick über Energiemix, Energieverbrauch, Herkunft von Primärenergie,– grundlegende Begriffe; Aufbau von Energie wandelnden Systemen; Einsparpotentiale
Inhalt <ul style="list-style-type: none">– Arten von Energiequellen, Definitionen, insbesondere Solarthermie,– Konzentration von Solarstrahlung,– Planetenenergie,– Geothermie,– Biomasse,– Solarchemie,– Kraft-Wärme-Kopplung von RE-Generatoren– Anlagenauslegung anhand von ausgewählten Beispielen
Lehrformen: Vorlesung und Praktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: naturwissenschaftliche oder ingenieurtechnische Grundlagenvorlesungen; ggf. erweitert durch Anpassungsveranstaltungen gemäß Studiengangsbeschreibung
Arbeitsaufwand: 120 h (42 h Präsenzzeit VL+ 108 selbständige Arbeit, + Vor- und Nachbereitung)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. M. Scheffler, FMB
Literaturhinweise: werden in der Einführungsveranstaltung bekanntgegeben



8 Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik, Wahlpflichtmodule

8.1. Advanced Process Systems Engineering

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Advanced Process Systems Engineering
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <p>The students should learn how to derive mathematical models for the analysis and design of complex chemical and biochemical production systems on different time and length scales (molecular level, particle level, continuum phase level, process unit level, plant level). The students will be able to model multiphase systems, including various phase combinations and interfacial transport phenomena. Furthermore students will learn to apply advanced model reduction techniques.</p>
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Multilevel modelling concepts• Molecular fundamentals of kinetics and thermodynamics• Modelling of complex continuum systems• Advanced process optimization techniques
Lehrformen: Vorlesung / Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Bachelor in Verfahrenstechnik, oder einem verwandten Studiengang
Arbeitsaufwand: 4 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 108 Stunden (Nacharbeiten der Vorlesungen, Lösung von Übungsaufgaben, Prüfungsvorbereitung, Projektarbeit)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. K. Sundmacher, FVST
Literaturhinweise: wird in der Vorlesung bekannt gegeben



8.2. Analysis and Design of Experiments

Studiengang:

Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik

Modul:

Analysis and Design of Experiments

Ziele des Moduls:

The students learn how to use statistical methods to evaluate experimental data, how to estimate parameters along with their confidence intervals for linear and nonlinear models using classical and modern regression techniques. They are able to use different methods to discriminate between possible process models and to design and evaluate classical experimental plans. Additionally, the students learn to use modern design of experiments for sampling design sites used in computer experiments or simulations. This allows the student to then perform various forms of analysis, such as system prediction, optimization, visualization, etc. for computationally based process models.

Inhalt:

- Basic concepts: variables, parameters, models, design of experiments
- Statistical foundations: probability, probability distributions, population, sample, estimators, confidence intervals
- Parameter estimation: linear and nonlinear regression, simultaneous multiple regression, Bayesian regression, Maximum-Likelihood method, goodness/lack of fit, individual and joint confidence regions
- Design of experiments: classical design methods for models of first and second order, factorial and blocked designs, modern methods for use with computational models
- Interactive use of Matlab for illustrative purposes on important examples

Lehrformen:

3 SWS, Lectures, tutorials and Matlab tutorials

Voraussetzung für die Teilnahme:

Bachelor in chemical engineering or related fields. Basic knowledge of statistics and maths.

Arbeitsaufwand:

Regular Study: 42 h, Private Study: 78 h

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

- / Written exam 90 min / 4 CP

Modulverantwortlicher:

Dr. Voigt, FVST



- 8.3 ***Aufklärung und Modellierung von Reaktionsmechanismen in der Katalyse (ab WiSe 2023 - MB wird nachgereicht)***



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

VST

FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-
UND SYSTEMTECHNIK

8.4. Basic principles of Process Safety (ab SoSe 2024 – MB wird nachgereicht)

**8.5. Bioorganische Chemie**

Modulbezeichnung	Bioorganische Chemie
<i>Englischer Titel</i>	Bioorganic Chemistry
<i>Modulniveau nach DQR</i>	Niveaustufe 7 (Masterniveau)
<i>Modulnummer</i>	
<i>Untertitel</i>	
<i>Lehrveranstaltungen</i>	Vorlesung Bioorganische Chemie
<i>empfohlenes Studiensemester</i>	1.-2. Semester
<i>Häufigkeit des Angebots/ Angebotsturnus</i>	einmal jährlich; Sommersemester
<i>Modulverantwortliche:r</i>	Lehrstuhl für Biokatalyse, Prof. Dr. Jan von Langermann
<i>Dozent:in</i>	Prof. Dr. Jan von Langermann
<i>Sprache</i>	Deutsch
<i>Zuordnung zum Studiengang/ Curriculum / Verwendbarkeit des Moduls</i>	Wahlpflichtmodul in den Studiengängen <ul style="list-style-type: none">▶ MSc Biosystemtechnik▶ MSc Chemieingenieurwesen: Molekulare und Strukturelle Produktgestaltung (CIW:MSPG)▶ MSc Umwelt- und Energieprozesstechnik
<i>Lehrform und SWS</i>	Vorlesung 2 SWS
<i>Arbeitsaufwand</i>	Präsenz / selbständiges Arbeiten 28 Std. / 62 Std.
<i>Dauer des Moduls</i>	1 Semester
<i>Credit Points (CP)</i>	3
<i>Voraussetzung für die Vergabe von CP</i>	Bestehen der mündlichen Prüfung
<i>Teilnahmevoraussetzungen</i>	Teilnahme an Grundvorlesung Organische / Allgemeine Chemie
<i>Empfehlungen für die Teilnahme</i>	Es wird empfohlen in der ersten Veranstaltung anwesend zu sein, um die Zugänge zum E-Learning und prüfungsrelevante Informationen zu erhalten.



<i>Modulziele / angestrebte Lernergebnisse / Learning Outcomes</i>	<ul style="list-style-type: none">➤ Kenntnisse zu den Grundlagen der Bioorganischen Chemie➤ Verständnis der grundlegenden Prinzipien der organischen und physikalischen Chemie in biologischen Systemen➤ Verständnis ausgewählter Mechanismen in biologischen Katalysatoren incl. der Interaktion mit den relevanten Hilfsstoffen
<i>Inhalt</i>	<ul style="list-style-type: none">➤ Einführung in die bioorganische Chemie➤ Biologisch relevante Chemie der<ul style="list-style-type: none">○ Aminosäuren○ Peptide○ Kohlenhydrate○ Nukleoside, Nukleotide, bis hin zu den Ribonukleinsäuren und Desoxyribonukleinsäuren○ Lipide○ Coenzyme/ Cofaktoren○ Metallionen➤ Grundlagen der Enzymchemie➤ Ausgewählte Beispiele der aktuellen Forschung in der Bioorganischen Chemie
<i>Studien- / Prüfungsleistungen / Prüfungsformen</i>	Mündliche Prüfung
<i>Literatur</i>	Wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben
<i>Sonstige Informationen</i>	-
<i>Freigabe / Version</i>	Letzte Bearbeitung des Moduls: 26.1.2023



8.6. Charakterisierung von Festkörperkatalysatoren und Adsorbentien

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Charakterisierung von Festkörperkatalysatoren und Adsorbentien
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden kennen die wichtigsten modernen Analysemethoden zur Charakterisierung von Festkörpern (oberflächenaktive Materialien für Katalyse und Adsorption), können das Prinzip beschreiben und die technische Vorgehensweise beschreiben. Sie sind in der Lage die Methoden bezüglich ihres Nutzens für verschiedene analytische Fragestellungen einzuschätzen und eine sinnvolle Auswahl an Methoden oder Methodenkombinationen zu treffen, um analytische Probleme zu lösen. Durch praktische Übungen sind die Studierenden in die Lage versetzt, ausgewählte Analysengeräte selbständig zu nutzen, Besonderheiten bzw. spezielle Potenziale einzelner Methoden zu erkennen und auf eigene Fragestellungen anzuwenden.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Klassifizierung der Eigenschaften, strukturelle, texturale, oberflächenchemische~2. Adsorptive Methoden, Gasadsorption (N₂, Ar, CO₂), Porenvolumen, Oberfläche, Porenradienverteilung3. Quecksilberporosimetrie, Porenradienverteilung4. Partikelgrößenbestimmung, Zetapotenzial5. Temperaturprogrammierte Ammoniak-Desorption6. Adsorption spezieller Sondenmoleküle7. Thermoanalyse, TGA, DSC8. Elektronenmikroskopie, SEM, TEM9. Festkörper NMR10. UV-VIS, IR11. Chemische Zusammensetzung, Nasschemischer Aufschluss12. ICP-OES, AAS
Lehrformen: Vorlesung, Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Chemische Grundvorlesungen
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit 48 Stunden, Selbststudium 96 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Präsentation / Klausur 90 min oder mdl. Prüfung / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. Dr. F. Scheffler
Literaturhinweise: <ul style="list-style-type: none">• Handbook of Porous Solids, Eds. F. Schüth, K. Sing, J. Weitkamp, Wiley-VCH,• Haman, C.H. and Vielstich, W.: Electrochemistry, Wiley, 1998



- [Foliensatz zum Download](#)



8.5. Arbeitssicherheitsmanagement



8.6. Computational Fluid Dynamics

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozessstechnik
Modul: Computational Fluid Dynamics
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Numerical flow simulation (usually called <i>Computational Fluid Dynamics</i> or CFD) is playing an essential role in many modern industrial projects. Knowing the basics of fluid dynamics is very important but insufficient to be able to learn CFD on its own. In fact the best way of learning CFD is by relying to a large extent on “learning by doing” on the PC. This is the purpose of this Module, in which theoretical aspects are combined with many hands-on and exercises on the PC. By doing this, students are able to use autonomously, efficiently and target-oriented CFD-programs in order to solve complex fluid dynamical problems. They also are able to analyse critically CFD-results.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Introduction and organization. Historical development of CFD. Importance of CFD. Main methods (finite-differences, -volumes, -elements) for discretization.• Vector and parallel computing. How to use supercomputers, optimal computing loop, validation procedure, Best Practice Guidelines.• Linear systems of equations. Iterative solution methods. Examples and applications. Tridiagonal systems. Realization of a Matlab-Script for the solution of a simple flow in a cavity (Poisson equation), with Dirichlet-Neumann boundary conditions.• Choice of convergence criteria and tests. Grid independency. Impact on the solution.• Introduction to finite elements on the basis of COMSOL. Introduction to COMSOL and practical use based on a simple example.• Carrying out CFD: CAD, grid generation and solution. Importance of gridding. Best Practice (ERCOFTAC). Introduction to Gambit, production of CAD-data and grids. Grid quality.• Physical models available in Fluent. Importance of these models for obtaining a good solution. Introduction to Fluent. Influence of grid and convergence criteria. First- and second-order discretization. Grid-dependency.• Properties and computation of turbulent flows. Turbulence modeling. Computation of a turbulent flow behind a backward-facing step. Dispatching subjects for the final project.•
Lehrformen: Vorlesung mit Übungen und Computerpraktika
Voraussetzung für die Teilnahme: Strömungsmechanik
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 4 CP



Modulverantwortlicher:

apl. Prof. Dr. G. Janiga, FVST

Literaturhinweise:

Ferziger and Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer



8.7. Dispersion of Hazardous Materials

Course: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Module: Dispersion of Hazardous Materials
Objectives (competences): Course participants deal with the problem of accidental releases of hazardous substances from industrial installations. They learn the principles of passive and jet dispersion in gas or particle phase and in relation to the atmospheric stability conditions. They are capable to apply mathematical tools to calculate concentration profiles for emitted substances in the x-y-z space and depending on time. They can assess the hazard for organism present in the radius of action of the release by comparing the calculated concentrations with relevant hazard threshold values.
Content <ul style="list-style-type: none">• Emission and passive dispersion of neutral and heavy gases, atmospheric stability conditions,• Gaussian distribution based dispersion models,• Particle trajectories-based simulation models,• Jet dispersion,• Partitioning and fate of chemicals in the environment,• Toxicity of substances, the Acute Exposure Guideline Level concept,• Release of liquids and gases from leakages,• Dispersion of radionuclides.
Teaching: Lecture with tutorial/English
Prerequisites: -
Workload: 2-1-0, classroom = 42 hours and self-studies = 78 hours
Examination/Credits: Written exam/4 CP
Responsible Lecturer: Dr. R. Zinke, FVST
Literature: <ul style="list-style-type: none">- Steinbach: Safety Assessment for Chemical Processes- Steen/Hattwig: Handbook of Explosion protection- Eckhoff: Dust explosions in the Process Industries- Mannan: Lee's Loss prevention in the Process Industries- Stoessel: Thermal Safety of Chemical Processes- UN Handbook for Transportation of Dangerous Goods ("Orange Book")- TNO Coloured Books Series



8.8. Dynamik komplexer Strömungen

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Dynamik komplexer Strömungen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden sind befähigt, die grundlegenden Mechanismen komplexer Strömungen in verfahrenstechnischen Apparaten zu verstehen, zu beurteilen und zu berechnen. Sie verfügen über vertiefte Kenntnisse im Bereich der Strömungsmechanik und der Strömungsdynamik und kennen spezifische Themen, die für die Verfahrenstechnik besonders wichtig sind. Das betrifft insbesondere solche Komplexitätsmerkmale (mehrere Phasen mit Wechselwirkung, komplexes Stoffverhalten, reaktive Prozesse, Dichteänderungen...), die für Verständnis, Auslegung und Optimierung praktischer verfahrenstechnischer Prozesse erforderlich sind. Da sie während der Lehrveranstaltung entsprechende Aufgaben gelöst haben, können die Studenten, in den entsprechenden Themenbereichen eigenständig Strömungen analysieren.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Einführung, Wiederholung notwendiger Grundkenntnisse• Kompressible Strömungen mit Reibungsverlusten und Wärmeaustausch• Verdichtungsstöße und Verdünnungswellen• Laminare und turbulente Grenzschichten• Strömungen mit freier oder erzwungener Konvektion, reaktive Strömungen• Strömungen komplexer Fluide, nicht-newtonsches Verhalten• Turbulente Strömungen und deren Modellierung• Mehrphasenströmungen<ul style="list-style-type: none">○ Grundeigenschaften○ Analyse disperser Systeme○ Analyse dicht beladener Systeme
Lehrformen: Vorlesung mit Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Strömungsmechanik
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium:78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. D. Thévenin, FVST
Literaturhinweise: siehe www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/Vorlesungen/buecher.pdf



8.9. Einsatz von Mikrowellen und Ultraschall in der Verfahrens- und Umwelttechnik

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Einsatz von Mikrowellen und Ultraschall in der Verfahrens- und Umwelttechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">• Erarbeitung der physikalischen Grundlagen zum Verständnis wellenbasierter Energieformen und der Wechselwirkung mit Dielektrika und viskoelastischen Fluiden• Erarbeitung der technischen Grundlagen der Mikrowellenthermie und des Leistungsultraschalls• Vertiefung des Verständnisses für die Vorteile und die Voraussetzungen für die sinnvolle Nutzung von Mikrowellen und Ultraschall• Überblick über die Einsatzmöglichkeiten für die Unterstützung von Trennoperationen, Stoffwandlungen in der chemischen Reaktionstechnik und der Materialsynthese
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Physikalische Grundlagen der Mikrowellenerwärmung/ des Leistungsultraschalls (Wellenlehre, Elektromagnetische Felder, Dielektrika, Piezoakustik)2. Einführung in die Mikrowellentechnik für Erwärmungsprozesse (Mikrowellengeneratoren, -transmission, -hohlleiter, Applikatorkonzepte, Temperaturmessung)3. (Hybride) Mikrowellenthermie (Erwärmungsprozess, Ofenaufbau, Auslegung)4. Mikrowellenapplikationen (Trocknung, Desorption, Sinter-, Temperprozesse, Schmelzen, Umkristallisation, Hochtemperaturprozesse, Mikrowellensynthese)5. (Schallerzeugung, -übertragung, Transducer, Messung der Schalleistung)6. Sonoinduzierte Kavitation, Sonolumineszenz und elektrochemische Effekte7. Mischen, Dispergieren, Emulgieren und Reagieren mit Leistungsultraschall8.
Lehrformen: Vorlesung und Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Wärme- und Stoffübertragung
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 4 CP
Modulverantwortlicher: Dr. St. Gai / Prof. E. Tsotsas, FVST



Literaturhinweise:

- V. M. Schmidt, Elektrochemische Verfahrenstechnik, Grundlagen, Reaktionstechnik, Prozessoptimierung, Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, 2003, ISBN 3-527-29958-0.
- K. Scott, Electrochemical Reaction Engineering, Academic Press Limited, 1991, ISBN 0-12-633330-0.
- D. Pletcher, F. C. Walsh, Industrial Electrochemistry, 2nd Edition, Blackie Academic & Professional, Paperback edition, 1993, ISBN 0-7514-0148-X.



8.10. Electrochemical Process Engineering

Studiengang:

Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik

Modul:

Electrochemical Process Engineering

Ziele des Moduls (Kompetenzen):

In this course the students acquire physicochemical and engineering basics of electrochemical process engineering (EPE). In the first part the students learn fundamentals of EPE. They learn to determine the most important figures of merit in EPE, like current efficiency, yield and selectivity, specific energy consumption and space time yield. In the second part they acquire knowledge how EPE fundamentals are transferred into praxis to develop some of the most important electrochemical technologies. The lectures are followed by experimental laboratory courses which strengthen the relationship between theory and experimental methods in EPE. The students also learn to critically evaluate and analyse experimental data.

Inhalt

- Introduction (Fundamental laws, Figures of merit, Cell voltage)
- Basics of electrochemistry (Ionic conductivity, Electrochemical thermodynamics, Double layer, Electrochemical kinetics)
- Mass transport (Diffusion, Migration, Convection)
- Current distribution (Primary, Secondary, Tertiary)
- Electrochemical reaction engineering (Electrolyte, Electrodes, Separators, Reactors, Mode of operation)
- Electrolysis (Chlor-alkali electrolysis, Organic electrosynthesis, Electroplating)
- Electrochemical energy sources (Batteries, Supercapacitors) and Corrosion and its control

:

Lehrformen:

Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)

Voraussetzung für die Teilnahme:

- Basic knowledge in chemistry and physical chemistry
- Mass and heat transport
- Chemical reaction engineering

Arbeitsaufwand:

3 SWS,

Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

- / M / 4 CP

Modulverantwortlicher:

Dr. T. Vidakovic-Koch, FVST

Literaturhinweise:

- V. M. Schmidt, Elektrochemische Verfahrenstechnik, Grundlagen, Reaktionstechnik, Prozessoptimierung, Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, 2003, ISBN 3-527-29958-0.
- K. Scott, Electrochemical Reaction Engineering, Academic Press Limited, 1991, ISBN 0-12-633330-0.
- D. Pletcher, F. C. Walsh, Industrial Electrochemistry, 2nd Edition, Blackie Academic & Professional, Paperback edition, 1993, ISBN 0-7514-0148-X.



8.11. Fuel Cells

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Fuel Cells
Ziele des Moduls (Kompetenzen): The participants understand the principles of electrochemical energy conversion. They are aware of the technical applications and future trends in the area of fuel cells. The participants are able to analyse, design and optimise fuel cell systems and possess basic knowledge in the area of fuel processing.
Inhalt: 6. Introduction to fuel cells - Working principle - Types of fuel cells - Applications 7. Steady-state behaviour of fuel cells - Potential field - Constitutive relations (Nernst equation, electrochemical reaction kinetics, mass transport) - Integral balance equations for mass and energy - Current-voltage-curve, efficiencies, design 8. Experimental methods in fuel cell research 9. Fuels - Handling and storage of hydrogen - Fuel processing 10. Fuel cell systems
Lehrformen: Lecture and tutorial
Voraussetzung für die Teilnahme: Basic knowledge on thermodynamics, reaction engineering and mass transport is advantageous
Arbeitsaufwand: 32h time of attendance (one-week full-time block seminar), 10h outside classes presence: 42 hours (3 SWS), private studies: 78 h (lit. survey)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Written exam 60 min / 5 CP
Modulverantwortlicher: Dr. T. Vidakovic-Koch, MPI Magdeburg



Literature:

- [1] Lecture notes, available for download
- [2] Vielstich, W. *et al.*: Handbook of Fuel Cells, Wiley 2003
- [3] Larminie, J. and Dicks, A.: Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003
- [4] Haman, C.H. and Vielstich, W.: Electrochemistry, Wiley, 1998
- [5] Bard, A.J. and Faulkner, L.R.: Electrochemical Methods, Wiley, 2001
- [6] Wesselingh, J.A. and Krishna, R.: Mass Transfer in Multi-Component Mixtures, Delft Univ. Press, 2000



8.12. Integrierte innovative Reaktorkonzepte

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Integrierte innovative Reaktorkonzepte
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden <ul style="list-style-type: none">• haben methodisch grundlagenorientierte Lösungskompetenz für Problemstellungen bei reaktiven Prozessen in der Verfahrenstechnik• sind in der Lage die Wechselwirkungen zwischen Reaktionsführung, Produktselektivität und Aufarbeitung sowie Probleme der Wärmeab-/zufuhr im Reaktor zu analysieren, zu modellieren und zu bewerten• können moderne integrierte Reaktorkonzepte, deren Apparative Umsetzung und Wirtschaftlichkeit einschätzen und sind in der Lage diese in die Praxis zu überführen
Inhalt: 1. Einleitung & Repetitorium <ul style="list-style-type: none">• Typische Reaktortypen & Reaktionsführungen (absatzweise, kontinuierlich, isotherm, adiab, polytherm)• Unit-Operations der thermischen & mechanischen Verfahrenstechnik (Destillation, Rektifikation, Strippen, Absorption, Adsorption, Chromatographie, Kristallisation, Extraktion, Pervaporation, Membranverfahren, Ultrafiltration, Mahlung, Extrusion) 2. Innovative Reaktorkonzepte (allgemeine Konzepte) <ul style="list-style-type: none">• Konzept und Klassifizierung der Multifunktionalität in chemischen Reaktoren• In-Situ-Synergien zwischen Reaktionsführung und Unit-Operation• Diffusiver, konvektiver Stofftransport; rekuperativer, regenerativer, konvektiver Wärmetransport; Wärmeleitung; homogene, heterogene Koppelreaktionen• Darstellung bi- bzw. multifunktionaler Reaktionsführungen (Beschreibung, Voraussetzungen, Bewertung)• Einsatzgebiete multifunktionaler Reaktoren 3. Ausgewählte Beispiele innovativer Reaktorkonzepte aus Forschung & Technik - aktuelle Probleme <ul style="list-style-type: none">• Reaktivdestillation• Adsorptiver Reaktor (Anwendung, Potenzial, Modellierung, Grenzen)• Reaktivchromatographie• Membranreaktor• Reverse-Flow-Reaktor• Auslegung und Optimierung multifunktionaler Reaktoren Entwicklungsperspektiven
Lehrformen: Vorlesung / Seminare
Voraussetzung für die Teilnahme: Reaktionstechnik I



Arbeitsaufwand:

3 SWS

Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

M / 4 CP

Modulverantwortlicher:

Prof. Ch. Hamel, FVST

Empfehlung für begleitende Literatur:

- U. Onken, A. Behr, Chemische Prozesskunde, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996
- Winnacker-Küchler. Hrsg. von Roland Dittmeyer, Chemische Technik: Prozesse und Produkte, Weinheim, Wiley-VCH, 2005
- W.R.A. Vauck, H.A. Müller, Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1994
- Westerterp, van Swaaij, Beenackers, Chemical reactor design and operations, Wiley, 1984
- M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken, Chemische Reaktionstechnik, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1999
- H. Schmidt-Traub, A. Górak, [Integrated reaction and separation operations : modelling and experimental validation](#), Springer Verlag Berlin, 2006



8.13. Kältetechnik

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Kältetechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verstehen, unter Anwendung der thermodynamischen Grundlagen, die Prinzipien zur Bereitstellung von Kälte. Sie können, ausgehend von der Berechnung der Kühllast und den spezifischen Kühlanforderungen, eine Kälteanlage elementar auslegen. Hierzu erwerben die Studierenden grundlegende Kenntnisse über das gesamte Spektrum der Kältemaschinen. Zudem wird die Gewinnung von möglichst energieeffizienten, wirtschaftlichen und umweltschonenden technischen Lösungen zur Kältebereitstellung angestrebt.
Inhalt <ol style="list-style-type: none">1. Historischer Überblick zur Entwicklung der Kältetechnik2. Thermodynamische Grundlagen, 1. und 2. Hauptsatz, Zustandsverhalten der Kältemittel3. Prinzipien und Verfahren zur Bereitstellung von Kälte4. Kaltgasmaschinen, Dreiecks-, Joule- und Philipsprozess, Charakteristik, Einsatzmöglichkeiten und Prozessverbesserungen5. Gasverflüssigung, Lindeprinzip, Prozessverbesserungen6. Kompressionskältemaschinen, Kaltdampfprozess, Leistungsparameter, Einsatzkriterien7. Absorptionskältemaschinen, Zweistoffsysteme, Rektifikation, Absorption, Drosselung, ökonomische Einsatzbedingungen8. Dampfstrahlkältemaschinen9. Auslegung von kältetechnischen Anlagen, Kühllastberechnungen und Kälteanwendungen, Prozessmodellierung, Abkühlzeiten10.
Lehrformen: Vorlesung mit Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Technische Thermodynamik I und II
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / K/M / 4 CP
Modulverantwortlicher: Dr. F. Schulz, FVST



8.14. Modellierung von Bioprocessen

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Modellierung von Bioprocessen
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Den Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der mathematischen Modellierung biotechnologischer Prozesse, die im Rahmen von Forschung und industrieller Produktion eingesetzt werden. Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren zur Lösung einfacher Differentialgleichungen, zur Ermittlung von Parametern aus experimentellen Daten und zur Beurteilung der Qualität der Modellanpassung anzuwenden. Die theoretischen Ansätze werden in einer begleitenden Rechnerübung vertieft. Basierend auf der Programmiersprache Matlab lernen die Studenten konkrete Aufgabenstellungen aus der Praxis in Einzel- oder Kleingruppenarbeit umzusetzen und in Form von lauffähigen Programmen zu dokumentieren.
Inhalt: Mathematische Modelle Massenbilanzen, Bilanzgleichungen, Bildungsraten, Eintrags- und Austragsterme Allgemeines Modell für einen einfachen Bioreaktor, Unstrukturierte und strukturierte Modelle Gleichungen für die Reaktionskinetik Allgemeine Grundlagen, Enzymkinetiken, Zellwachstum, Zellerhaltung, Zelltod Produktbildung, Substratverbrauch, Umgebungseffekte (Einführung: Regressionsanalyse) Lösung der Modellgleichungen Differentialgleichungen und Integrationsverfahren, Rand- und Anfangsbedingungen Stationäre und dynamische Modelle, Überprüfung eines Modells (Einführung: Gewöhnliche Differentialgleichungen / Numerische Integration) Bioprocessen Batch Kulturen, Kontinuierliche Kulturen, Fed-Batch Kulturen, Chemostaten mit Biomasse-Rückführung Transport über Phasengrenzen Kinetische Modelle für den Sauerstoffverbrauch, Bestimmung des $kl\text{-}a$ und der Sauerstoff-Transportrate, Sauerstofflimitierung in Batch Prozessen Modellvalidierung Analyse der Residuen, Autokovarianz und Autokorrelation, Kreuzkovarianz und Kreuzkorrelation Parameterunsicherheiten und Modellauswahl Komplexe Modelle
Lehrformen: Vorlesung mit Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagenfächer des Bachelors
Arbeitsaufwand: 3 SWS, (42 h Präsenzzeit + 78 h Selbständiges Arbeiten)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur (120 min) / Übungsschein / 4 CP
Modulverantwortlicher: Prof. U. Reichl, FVST Lehrender: Prof. U. Reichl

**8.15. Nachhaltige Prozesstechnik für nachwachsende Rohstoffe und CO₂ für die Chemie-Produktion**

Modulbezeichnung	Nachhaltige Prozesstechnik für nachwachsende Rohstoffe und CO₂ für die Chemie-Produktion (bisher: Chemische Prozesskunde)
<i>Englischer Titel</i>	Sustainable Process Technology for renewable feedstocks und CO₂ for Chemical Production
<i>Modulniveau nach DQR</i>	Niveaustufe 6 (Bachelorniveau)
<i>Modulnummer</i>	
<i>Untertitel</i>	
<i>Lehrveranstaltungen</i>	Nachhaltige Prozesstechnik für nachwachsende Rohstoffe und CO ₂ für die Chemie-Produktion
<i>empfohlenes Studiensemester</i>	4. Semester
<i>Häufigkeit des Angebots/ Angebotsturnus</i>	jedes SoSe
<i>Modulverantwortliche:r</i>	Prof. Hamel FVST-IVT
<i>Dozent:in</i>	Prof. Hamel / apl. Prof. Lorenz / Prof. Wagemann
<i>Sprache</i>	Deutsch
<i>Zuordnung zum Studiengang/ Curriculum / Verwendbarkeit des Moduls</i>	► Pflichtmodul Chemieingenieurwesen, B.Sc. ► Wahlpflichtmodul Verfahrenstechnik aber geplant im neuen BA-VT Verfahren- und Umwelttechnik nachhaltiger Systeme, B.Sc.
<i>Lehrform und SWS</i>	Vorlesung 2 SWS Präsenzzeit Seminar 2 SWS Präsenzzeit
<i>Arbeitsaufwand</i>	Präsenzzeit/Selbststudium/Klausur: 4 SWS, 56 Std. / 92,5 Std. / 1,5 Std.; insg. 150 Std.
<i>Dauer des Moduls</i>	1 Semester
<i>Credit Points (CP)</i>	4–5
<i>Voraussetzung für die Vergabe von CP</i>	Bestehen der Klausur.
<i>Teilnahmevoraussetzungen</i>	Chemie, Physik, Verfahrenstechnische Grundlagen
<i>Empfehlungen für die Teilnahme</i>	



*Modulziele / angestrebte
Lernergebnisse / Learning
Outcomes*

Die Studenten

- ▶ erwerben ein Grundverständnis für ausgewählte großtechnische Prozesse der organischen bzw. anorganischen Chemie und der chemischen Verfahrenstechnik
- ▶ sind in der Lage stoffliche und technische Aspekte ausgewählter chemischer Prozesse als Ganzes einzuordnen und auf andere Prozesse zu übertragen
- ▶ können die Verfahrensentwicklung, apparative Umsetzung und Wirtschaftlichkeit chemischer Prozesse auch ohne den Einsatz fossiler Rohstoffe einschätzen
- ▶ haben einen sicheren Umgang bei der Gestaltung von Verfahren mit nachwachsenden Rohstoffen, Kreislaufführung, Recycling bzw. können diesbezüglich auftretende Problemstellungen analysieren und lösen
- ▶ können Power-to-Chemicals-Konzepte und insbesondere die zentrale Rolle von Wasserstoff und den Weg in die klimaneutrale Chemie-Produktion einordnen

Inhalt

Inhalt:

Prozesstechnik und Prozesskunde

CH (5VL)

- ▶ Stoffliche und technische Aspekte der industriellen Chemie am Beispiel ausgewählter Verfahren und Produkte
- ▶ Hierarchische Struktur des Produktionsprozesses, VT-Fließbilder
- ▶ Verfahrensauswahl und Verfahrensentwicklung: Grundlagen methodischer Lösungsversuche, Vor- und Hauptstudien der Verfahrensentwicklung und Prozesssynthese
- ▶ Probleme bei der Prozessentwicklung und beim Betrieb von Chemieanlagen bei Wechsel auf nachwachsenden Rohstoffen
- ▶ Energiebedarf, Umweltbelastungen, Anlagensicherheit

HL (2VL)

- ▶ Stammbäume, Rohstoffe und deren Aufarbeitung (Raffinerie), organische Zwischenprodukte, organische Folgeprodukte, anorganische Massenprodukte
- ▶ Produktstammbäume und deren Querverbindung zu anderen Produktgruppen

Nachwachsende Rohstoffe

KW Teil 1 (3VL)

- ▶ Einführung: Optionen für eine Chemie-Produktion ohne Einsatz fossiler Rohstoffe (defossilisierte Chemie)
- ▶ Chemikalien auf Basis nachwachsender Rohstoffe, C2- / C3-Grundchemikalien, Biokunststoffe



- ▶ Integrierte Produktion auf Basis von Nachwachsenden Rohstoffen – Lignocellulose-, Biogas- und Synthesegas-Bioraffinerie

KW Teil 2 (3VL)

- ▶ Kreislaufführung – Nutzung von Kunststoff-Abfällen: Herausforderungen/ Recycling/chemisches Recycling/Pyrolyse und Vergasung
- ▶ Power-to-Chemicals-Konzepte: Power-to-Gas – Einführung/Elektrolyse und Elektrolyseure für Wasserstoff/ Co-Elektrolyse für Syngas, Ethylen, Formiat, Ammoniak/P-2-Chemicals Produktionsketten/Rolle des Stromsystems
- ▶ Die zentrale Rolle von Wasserstoff: Wasserstoff-Nutzung/Farbenlehre
- ▶ Klimaneutrale Chemie-Produktion in 2050 – der Weg dorthin

Studien- / Prüfungsleistungen / Prüfungsformen

Klausur, 90 Minuten

Literatur

–U. Onken, A. Behr, Chemische Prozesskunde, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996
–Winnacker-Küchler. Hrsg. von Roland Dittmeyer, Chemische Technik: Prozesse und Produkte, Weinheim, Wiley-VCH, 2005
–Moulijn, van Diepen, Chemical Process Technology, Wiley, 2001
–Blaß, E.: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1997
Baerns, M. et. al.: Technische Chemie, Wiley-VCH, 2006
–Thomas Seidensticker, Arno Behr, Einführung in die Chemie nachwachsender Rohstoffe, Springer Berlin Heidelberg, 2018

Sonstige Informationen

Exkursion (z.B. Zellstoffwerk Arneburg Stendal)

Freigabe / Version

Letzte Überarbeitung des Moduls: 21.10.2022



8.16. Numerische Strömungsmechanik

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Numerische Strömungsmechanik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Numerische Strömungssimulationen (im Allgemeinen als <i>Computational Fluid Dynamics</i> oder kurz CFD genannt) spielen in vielen modernen industriellen Projekten eine sehr wichtige Rolle. Gute Kenntnisse in den Grundlagen der Strömungsmechanik sind sehr wichtig, aber nicht ausreichend, um CFD selbstständig zu erlernen. Der beste Weg zum Erlernen von CFD ist die so genannte "Learning by Doing"-Methode am Computer. Das ist das Ziel dieses Moduls, in dem die theoretischen Aspekte mit vielen Übungen und mit vielen Beispielen am Computer kombiniert sind. Die Studenten sind dadurch zu einer selbständigen, effizienten und zielgerichteten Nutzung der numerischen Strömungssimulation für komplexe Strömungsprobleme befähigt. Sie besitzen ebenfalls das Verständnis zur kritischen Überprüfung von CFD-Ergebnissen.
Inhalt <ul style="list-style-type: none">• Einleitung, Organisation der Vorlesung. Geschichte und Bedeutung der CFD. Wichtigste Methoden für die Diskretisierung (Finite-Differenzen, Finite-Volumen, Finite-Elemente)• Vektor- und Parallelcomputer, Superrechner. Optimale Berechnungsprozedur, Validierung, "best practice"-Richtlinien.• Lineare Gleichungssysteme. Direkte Lösung und ihre Grenzen. Iterative Lösungsmethoden, Beispiele und Anwendung. Tridiagonale Systeme. Selbstständige Realisierung unter Aufsicht eines <i>Matlab</i>-Scripts für die Lösung einer einfachen Strömung in einer 2D-Kavität (Poisson-Gleichung).• Auswahl/Einsatz guter Konvergenzkriterien und praktische Realisierung. Einfluss des Gitters und der Konvergenzkriterien auf die Lösung. Gitterunabhängige Lösung.• Finite-Elementen: Einführung am Beispiel von <i>COMSOL</i>. Einführung in <i>COMSOL</i> und praktische Übung.• Reihenfolge der praktischen CFD: CAD, Gittererzeugung und Lösung. <i>Best Practice</i> (ERCOFTAC) Anweisungen für die CFD. Praktische Verwendung des kommerziellen Programms <i>Gambit</i>, um CAD und Gittererzeugung durchzuführen.• Physikalische Modelle für die Simulation komplexer Strömungen. Bedeutung der zweckmäßigen Auswahl dieser Modelle. Einfluss der Konvergenzkriterien. Möglichkeit der Gitteranpassung und Erreichen einer gitterunabhängigen Lösung. Erste und zweite Ordnung in der Diskretisierung.• Eigenschaften turbulenter Strömungen und Bedeutung dieser Strömungen. Turbulenzmodellierung. Berechnung der turbulenten Strömung an einer plötzlichen Querschnittserweiterung. Verteilung der Projekte.
Lehrformen: Vorlesung mit Übungen und Computerpraktika
Voraussetzung für die Teilnahme: Strömungsmechanik
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden



Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

- / M / 4 CP

Modulverantwortlicher:

apl. Prof. Dr. G. Janiga, FVST

Literaturhinweise:

Ferziger and Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer



8.17. Physikalische Chemie II

Studiengang:

Wahlpflichtfach Master Umwelt- und Energieprozesstechnik

Modul:

Physikalische Chemie II: Aufbau der Materie

Ziele des Moduls (Kompetenzen):

Die Studierenden sind vertraut mit wichtigen Gesetzmäßigkeiten und Messmethoden der Physikalischen Chemie. Behandelt werden, aufbauend auf dem Modul „Physikalische Chemie“, überwiegend mikroskopische Zusammenhänge aus den Bereichen Aufbau der Materie und Chemische Bindung. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, modernen Entwicklungen der Chemie, Physik und auch Verfahrenstechnik (z.B. im Bereich „Molecular Modeling“) folgen zu können.

Inhalt:

Parallel zur Vorlesung, die hier in 7 Blöcke á je 4 Unterrichtsstunden (2 Semesterwochen) gegliedert ist, werden Rechenübungen, in denen die Studierenden die Lösung entsprechender physikalisch-chemischer Probleme üben sollen, sowie ein Praktikum mit begleitendem Seminar durchgeführt, in dem Versuche aus dem in der Vorlesung behandelten Gebiet durchgeführt werden.

Block 1:

Versagen der klassischen Physik: schwarzer Strahler, Photoeffekt, Teilchenbeugung; Well-Teilchen-Dualismus; Spektrum des Wasserstoffatoms; Bohr-Modell

Block 2:

Schrödinger-Gleichung (SG) und Wellenfunktionen; Heisenberg'sche Unschärferelation; Teilchen im Kasten; Tunneleffekt; harmonischer Oszillator

Block 3:

Wasserstoff-Atom (quantentechnische Betrachtung); Behandlung von Mehrelektronensystemen (Pauli-Prinzip, Aufbau-Prinzip, Hund'sche Regel); HF-SCF-Atomorbitale

Block 4:

Behandlung von Molekülen: Born-Oppenheimer-Prinzip, Linearkombination von AO, Variationsprinzip; Hybridisierung; Übersicht über moderne Methoden (ab initio, DFT)

Block 5:

Grundlagen spektroskopischer Methoden: Auswahlregeln, Lambert-Beer-Gesetz, Franck-Condon-Prinzip; Fluoreszenz, Phosphoreszenz; UV/VIS-Spektroskopie; Infrarot- und Raman-Spektroskopie; NMR-Spektroskopie

Block 6:

Konzepte der statistischen Thermodynamik: Verteilungsfunktionen, kanonisches Ensemble, Anwendung; Molekulare Wechselwirkungen: Dipolmomente, Polarisierbarkeiten, Repulsion und Attraktion

Block 7:

Makromoleküle und Aggregate: Struktur und Dynamik, Form und Größe, „Self-Assembly“; Eigenschaften von Festkörpern

**Lehrformen:**

Vorlesung, Rechenübungen, Praktikum, Seminar zum Praktikum (mit Vorträgen der Praktikumssteilnehmer), (WS); (5. Semester)

Voraussetzung für die Teilnahme:

Module Mathematik I, Mathematik II, Physikalische Chemie

Arbeitsaufwand:

6 SWS

Präsenzzeit: 84 Stunden, Selbststudium: 126 Stunden

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

Mündliche Prüfung/benoteter Leistungsnachweis für das Praktikum / Seminar / 7 CP

Modulverantwortlicher:

Prof. Dr. H. Weiß, FVST

Lehrende:

PD Dr. J. Vogt, FVST

Literaturhinweise:

- Atkins, Peter W.; De Paula, Julio; „Physikalische Chemie“, Wiley-VCH
- Atkins, Peter W.; De Paula, Julio; „Kurzlehrbuch Physikalische Chemie“, Wiley-VCH
- Wedler, Gerd; „Lehrbuch der Physikalischen Chemie“, Wiley-VCH



8.18. Präparationsprinzipien poröser Materialien

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Präparationsprinzipien poröser Materialien
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können poröse Materialien anhand ihrer strukturellen, chemischen und Applikationseigenschaften unterscheiden. Sie kennen verschiedene Herstellungsprinzipien und können diese bezüglich ihrer Vor- und Nachteile bewerten, sowie für bestimmte Zielstrukturen eine adäquate Technik auswählen. Die Studierenden kennen für ausgewählte technische Anwendungen (Katalyse, Stofftrennung, Ionenaustausch etc.) die gegenwärtig eingesetzten Materialien und deren prinzipielle Herstellung. Sie können zur Verfügung stehende allgemeine und spezielle Charakterisierungsmethoden (XRD, Porosimetrie, Adsorptionsverfahren, bildgebende Verfahren) hinsichtlich ihrer Aussagekraft einschätzen, auswählen und kombinieren. Besonderes Augenmerk liegt auf aktuellen Entwicklungen in der Forschung.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Anorganisch-Technische Synthesepinzipien und Präparationsmethoden poröser Materialien• Synthesestrategien und Verfahrensaspkte bei der Herstellung zeolithischer Materialien• Beschreibung von hydrothermalen Silikatkrystallisationsprozessen• Krystallisationstechniken und -verfahren• Charakterisierungsmöglichkeiten poröser Produkte• Herstellungsverfahren amorpher Kieselgele und poröser Gläser• Klassische Al-reiche Zeolithe und hochsilikatische Produkte• Aluminiumphosphate – Neue Materialien mit interessanten Porengeometrien und Applikationen• Mesoporöse Materialien – Produkte mit Porengrößen in neuen Bereichen• Metall-organische Gerüstverbindungen (MOF)• Spezialitäten – Maßgeschneiderte Eigenschaften durch spezielle Krystallisationsverfahren• Schichtsilikate als Basissystem für 3D-vernetzte Materialien• Trägergestützte Krystallisation• Postsyntheseverfahren zur Eigenschaftseinstellung• Formgebung – Wichtiger Verfahrensschritt vor dem Einsatz
Lehrformen: Vorlesung, Übungen
Voraussetzung für die Teilnahme: Organische und Anorganische Chemie, geeignet ab 3. Semester
Arbeitsaufwand: 3 SWS, Präsenzzeit 42 Stunden, Selbststudium 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur 90 min / 4 CP
Modulverantwortlicher: Dr. A. Lieb, FVST in Zusammenarbeit mit Prof. F. Scheffler, Dr. M. Schwidder
Literaturhinweise: Handbook of Porous Solids, Eds. F. Schüth, K. Sing, J. Weitkamp, Wiley-VCH, Foliensatz zum Download



8.19. Produktgestaltung in der stoffumwandelnden Industrie

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Verfahrenstechnik
Modul: Produktgestaltung in der stoffumwandelnden Industrie
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden können Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen der Produktgestaltung in der stoffumwandelnden Industrie klar einschätzen. Sie haben erkannt, dass die Produktgestaltung nicht nur über die Zusammensetzung, sondern auch (insbesondere für Feststoffe) über die Struktur erfolgt, und haben sich anhand von Beispielen mit Arbeitstechniken zur Produktgestaltung vertraut gemacht. Auf dieser Basis können sie die Entwicklung neuer oder die Verbesserung vorhandener Produkte systematisch vorantreiben und dabei auch den Zusammenhang mit der Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Herstellungsprozessen fundiert berücksichtigen.
Inhalt <ol style="list-style-type: none">1. Grundlagen von Produktgestaltung und Produktqualität in der stoffumwandelnden Industrie (Unterschiede zur Fertigungstechnik, Kundenorientierung, Mehrdimensionalität und Komplexität als Chance)2. Gestaltung granularer Stoffe (Staubfreiheit, Filtrierbarkeit, Fluidisierbarkeit, Lagerung, Farbe und Geschmack, Rieselfähigkeit, Adhäsion und Kohäsion, Schüttdichte, Redispergierbarkeit und Instantisierung)3. Waschmittel (Gestaltung über die Zusammensetzung und Struktur, molekulare Grundlagen und Kräfte, Tenside und ihre Eigenschaften, konkurrierende Qualitätsaspekte, alternative Gestaltungsmöglichkeiten und Produktionsverfahren)4. Saubere Oberflächen (Der "Lotus-Effekt", sein molekularer Hintergrund und seine Nutzung, unterschiedliche Wege der technischen Innovation)5. Arzneimittel (Wirkstoffe und Formulierungen, Freisetzungseigenschaften, Retard-Eigenschaften, Beschichtungen, Mikrokapseln, Implantate)6. Feste Katalysatoren (Qualität der aktiven Zentren, Sinn und Gestaltung von Katalysatorträgern, Katalysatorwirkungsgrad, konkurrierende Aspekte und Lösungen zur Gestaltung von Reaktoren)7. Weitere Beispiele; Rekapitulation der Aufgabenstellung und Methodik der Produktgestaltung über die Zusammensetzung sowie über die Struktur, kurze Einleitung in das Qualitätsmanagement
Lehrformen: Vorlesung, Übung, Praktikum
Voraussetzung für die Teilnahme:
Arbeitsaufwand: 3 SWS, Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: M / 4 CP
Modulverantwortlicher: Prof. E. Tsotsas / Dr. A. Kharaghani, FVST
Literaturhinweise: Eigene Notizen zum Download.



8.20. Projektarbeit Verfahrensplanung

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Projektarbeit Verfahrensplanung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten <ul style="list-style-type: none">• sind in der Lage eine komplexe, praxisnahe verfahrenstechnische Problemstellung (Großprozess, z.B. Steamcracker) gemeinsam zu bearbeiten und in einem interdisziplinären Team Lösungen für einzelne Teilaufgaben zu entwickeln• haben die Fähigkeit komplexe Problemstellungen in einem festen Zeitrahmen zielorientiert zu bearbeiten und die Ergebnisse, wie im Anlagenbau üblich, zu dokumentieren und in einem Vortrag zu präsentieren• entwickeln und festigen ihre Fertigkeiten aus den Grundlagenfächern bei der Auswahl, Auslegung, Gestaltung von Verfahren• können fächer- und lernbereichsübergreifende Beziehungen und Zusammenhänge herstellen und anwenden
Inhalt: Gegenstand des Moduls ist die verfahrenstechnische Auslegung in Detailstudien wesentlicher Komponenten eines industriellen Verfahrens bzw. Prozesses, z.B. des Steamcrackens, unter Beachtung der gesetzlichen Vorgaben bei optimaler Nutzung der zur Verfügung stehenden Energien und minimalem Kostenaufwand. Die Arbeit sollte dabei folgender Struktur entsprechen: <ul style="list-style-type: none">• Literaturrecherche zum Stand der Technik• Überblick über gegenwärtige Verfahren für die formulierte Aufgabenstellung• Diskussion aller für den Prozess (z.B. Steamcracken) wesentlichen Apparate bzw. Prozessschritte• Detailstudien wesentlicher Komponenten (nach Absprache) in Form modellbasierter Studien• Sicherheitstechnische Aspekte• Abschätzung der Investitions- und Betriebskosten
Lehrformen: Projektarbeit
Voraussetzung für die Teilnahme: Reaktionstechnik I, Thermische-, Mechanische- und Systemverfahrenstechnik
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Belegarbeit / M / 4 CP



Modulverantwortlicher:

Prof. Ch. Hamel, FVST

Literaturhinweise:

- U. Onken, A. Behr, Chemische Prozesskunde, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996
- Winnacker-Küchler. Hrsg. von Roland Dittmeyer, Chemische Technik: Prozesse und Produkte, Weinheim, Wiley-VCH, 2005

**8.21. Prozesssimulation (mit ASPEN)**

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Prozesssimulation (mit ASPEN)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Vorlesung vermittelt die grundlegenden Schritte des konzeptionellen Prozessentwurfs und die systematische Vorgehensweise bei der Modellierung und Simulation stationärer und dynamischer verfahrenstechnischer Prozesse unter Benutzung industrierelevanter kommerzieller Simulationswerkzeuge (z. B. <i>Aspen Plus</i> und <i>Aspen Dynamics</i>). Die Studenten werden in die Lage versetzt, Simulationswerkzeuge eigenständig und zielführend für den konzeptionellen Prozessentwurf und für die Bewertung unterschiedlicher Prozessvarianten einzusetzen.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Einführung in die industrielle Prozessentwicklung• Einführung in den Simulator <i>Aspen Plus</i> für die stationäre Prozesssimulation• Stoffdaten (Reinstoffe, Gemische), Phasengleichgewichtsmodelle• Apparate-Modellierung:<ul style="list-style-type: none">○ Chemische Reaktoren (Modelle)○ Trennapparate (Destillation, Extraktion)○ Wärmetauscher○ Mischer, Separatoren○ Pumpen, Verdichter• Rückführungen, Synthese von Trennsequenzen, Verschaltung zum Gesamtprozess• Flowsheet-Simulation ausgewählter Beispielprozesse in <i>Aspen Plus</i>• Short-cut Methoden für Einzelapparate und für die Prozesssynthese• Vorstellung der dynamischen Prozesssimulation mit <i>Aspen Dynamics</i>
Lehrformen: 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung
Voraussetzung für die Teilnahme: Prozessdynamik, Systemverfahrenstechnik, Thermische Verfahrenstechnik, Chemische Reaktionstechnik
Arbeitsaufwand: 3 SWS, Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: M 30 / 4 CP
Modulverantwortlicher: Dr. A. Voigt, FVST
Literaturhinweise: Foliensatz zur Vorlesung (zum Download); Baerns et al.: Technische Chemie (Wiley-VCH); Biegler et al.: Systematic Methods of Chemical Process Design (Prentice Hall); Smith: Chemical Process Design (McGraw-Hill);



8.22. Reaktionstechnik in mehrphasigen Systemen (Reaktionstechnik II)

Studiengang: Wahlpflichtfach Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Reaktionstechnik in mehrphasigen Systemen (Reaktionstechnik II)
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studenten <ul style="list-style-type: none">• können verweilzeit- bzw. vermischungsbedingte Effekte in realen technischen Reaktoren analysieren und mathematisch quantifizieren• sind in der Lage auch detaillierte, mehrdimensionale Reaktormodelle sicher einzusetzen und auf diverse chemische bzw. reaktionstechnische Problemstellungen zu übertragen• sind befähigt ein- und mehrphasige Reaktionssysteme zu modellieren und zu bewerten• können moderne integrierte Reaktorkonzepte, deren Apparative Umsetzung und Wirtschaftlichkeit einschätzen und sind in der Lage diese in die Praxis zu überführen
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Verweilzeitmodellierung in technischen Reaktoren• Reaktormodellierung (Schwerpunkt: 2D)• Mehrphasige Reaktionssysteme heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen, z.B. Festbett- und Wirbelschichtreaktoren Gas-Flüssig-Reaktionen, z.B. Blasensäulen Dreiphasenreaktoren, z.B. Trickle beds• Polymerisationsreaktionen und -prozesse• Innovative integrierte Reaktorkonzepte Reverse-Flow-Reaktoren, Reaktivdestillation, Reaktionschromatographie, Membranreaktoren
Lehrformen: Vorlesung / Seminare; (WS)
Voraussetzung für die Teilnahme: Chemie, Stoff- und Wärmeübertragung, Reaktionstechnik
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: M / 5 CP
Modulverantwortliche: Prof. Hamel / Dr.-Ing. M. Gerlach, FVST



Literaturhinweise:

- O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1999
- Westerterp, van Swaaij, Beenackers, Chemical reactor design and operations, Wiley, 1984
- M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken, Chemische Reaktionstechnik, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1999
- Winnacker-Küchler. Hrsg. von Roland Dittmeyer, Chemische Technik: Prozesse und Produkte, Weinheim, Wiley-VCH, 2005
- G. Ertl, H. Knözinger, F. Schüth, J. Weitkamp, Handbook of Heterogeneous Catalysis, Wiley VCH, 2008
- H. Schmidt-Traub, A. Górak, Integrated reaction and separation operations : modelling and experimental validation, Springer Verlag Berlin, 2006
- Sundmacher, Kienle, Seidel-Morgenstern, Integrated Chemical Processes, Wiley, 2005



8.23. Regenerative Elektroenergiequellen – Systembetrachtung

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Regenerative Elektroenergiequellen - Systembetrachtung
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verfügen am Ende des Moduls über Kenntnisse zur elektrischen Energieerzeugung aus regenerativen Quellen und zur Integration der regenerativen Elektroenergiequellen in das gesamte Energiesystem. Die Studierenden sind mit Beendigung des Moduls in der Lage, die qualitativen und quantitativen Auswirkungen der aus verschiedenen erneuerbaren Quellen erzeugten elektrischen Energie auf das Energieversorgungssystem zu erkennen und zu bewerten. Sie lernen die Nutzungsmöglichkeiten der regenerativ verfügbaren Energiepotentiale kennen und können Probleme der verstärkten Netzintegration durch Betrachtung des Gesamtsystems unter Einbeziehung von Energiespeichern und Brennstoffzellen nachvollziehen und beeinflussen. Dies trägt zum Verständnis für so genannte „Smart-Grids“ bei.
Inhalt: <ul style="list-style-type: none">▪ Einführung, Energiebegriffe, Elektrische Energiesysteme, Smart Grid▪ Grundlagen des regenerativen Energieangebots, Energiebilanz▪ Photovoltaische Stromerzeugung▪ Stromerzeugung aus Wind▪ Stromerzeugung aus Wasserkraft▪ Brennstoffzellen▪ Elektrische Energiespeicher▪ Netzintegration regenerativer Erzeuger▪ Netzbetrieb lokaler Energieerzeuger
Lehrformen: Vorlesung (V), Übung (Ü) im Wintersemester
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: Präsenzzeiten: wöchentliche Vorlesungen 2 SWS, zweiwöchentliche Übungen 1 SWS (42 h) selbständiges Arbeiten: Vorlesung nacharbeiten, Übungsaufgaben lösen, Prüfung vorbereiten (78 h)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur 90 min. / 4 CP
Modulverantwortlicher: Prof. M. Wolter, FEIT



8.24. Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe

Studiengang: Wahlpflichtmodul Masterstudiengang Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Regenerative Energien – Funktion, Komponenten, Werkstoffe
Ziele des Moduls (Kompetenzen): <ul style="list-style-type: none">– Überblick über Energiemix, Energieverbrauch, Herkunft von Primärenergie,– grundlegende Begriffe; Aufbau von Energie wandelnden Systemen; Einsparpotentiale
Inhalt <ul style="list-style-type: none">– Arten von Energiequellen, Definitionen, insbesondere Solarthermie,– Konzentration von Solarstrahlung,– Planetenenergie,– Geothermie,– Biomasse,– Solarchemie,– Kraft-Wärme-Kopplung von RE-Generatoren– Anlagenauslegung anhand von ausgewählten Beispielen
Lehrformen: Vorlesung und Praktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: naturwissenschaftliche oder ingenieurtechnische Grundlagenvorlesungen; ggf. erweitert durch Anpassungsveranstaltungen gemäß Studiengangsbeschreibung
Arbeitsaufwand: 3 SWS 120 h (42 h Präsenzzeit VL+ 78 selbständige Arbeit, + Vor- und Nachbereitung)
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur (90 min) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. M. Scheffler, FMB
Literaturhinweise: werden in der Einführungsveranstaltung bekanntgegeben



8.25. Sustainability Assessment (LCA) for Biofuels

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Module: Sustainability Assessment (LCA) for Biofuels
Objectives (Skills): <p>The students will get an overview of the sustainability assessment methodologies. They will learn the theoretical background and the standardized procedures to carry out a life cycle assessment (LCA). The phases (goal and scope, inventory analysis, impact assessment and interpretation and evaluation) in a life cycle assessment (LCA) will be declared in detail. The importance of product system definition and functional unit will be worked out. With the help of examples the students will acquire skills to define the system boundaries, to apply the cut-off rules. Furthermore, the students will learn the principles how to allocate the interventions or expenditures in a case of a multiproduct system and how to use the credit method. The use of flow sheet simulation tools will be taught to quantify the energy and mass flows for chemical production processes. The impact categories will explained and the students will learn to how to select appropriate and relevant impact categories in different types of product systems. The evaluation of the results and the differences between attributional and consequential LCA will be learned.</p> <p>The thermochemical and biotechnological production processes for renewable fuels and chemicals will be elucidated as case examples for LCA. Beyond the sustainability aspects the students will learn the process limitations and technical challenges for various raw materials (e.g. starch vs. lignocellulosic platforms). Finally the students learn the principles of an exergy analysis.</p> <p>As another component the course brings the students the skills of searching and collecting scientific peer-reviewed information with the citation on-line database Scopus. They will learn to analyse and critically review the scientific publications, and to report scientific published information appropriately.</p>
Content: <ol style="list-style-type: none">1. Sustainability and the principles of sustainable development.2. The overview of Life Cycle Assessment (LCA) and the phases3. Inventory and energy analysis, system boundaries, cut-off rules, allocation rules for multiproduct systems.4. Impact assessment, the input- output related categories,5. Reporting, interpretation, evaluation and critical review. Attributional and consequential LCA.6. Ethanol production processes (starch and sugar and lignocellulosic based platform)7. Thermochemical processes: BTL, biomass gasification, pyrolysis and Fischer-Tropsch8. Algae biomass utilization, transesterification of triglycerides, anaerobic digestion9. Introduction to exergy analysis
Teaching: Lectures and a guided scientific literature search and a preparation of a literature survey.
Prerequisites: Basic courses of chemistry and chemical engineering (Bachelor level)
Workload: presence: 28 hours (2 SWS), survey: 14 hours (1 SWS)



Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

written exam / 4 CP

Responsible Lecturer:

Dr. Techn. L. Rihko-Struckmann, MPI Magdeburg

Literaturhinweise:

lecture notes (free to download)



8.26. Systemverfahrenstechnik

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Systemverfahrenstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden sind befähigt, das dynamische Verhalten von örtlich verteilten Prozessen der Verfahrenstechnik, der Energietechnik und der Biosystemtechnik mittels mathematischer Modelle zu beschreiben und zu analysieren. Sie sind in der Lage, physikalisch fundierte Modelle bestehend aus Kontinuumsbilanzen, kinetischen Ansätzen, thermodynamischen Zustandsgleichungen, Rand- und Anfangsbedingungen konsistent zu formulieren. Sie können geeignete numerische Lösungsverfahren sowohl für stationäre als auch für dynamische Simulationen auswählen, diese korrekt anwenden und Simulationen mit dem Computer durchführen. Sie können qualitative Aussagen über die Sensitivität und Stabilität der untersuchten Systeme treffen. Die Studierenden sind darüber hinaus befähigt, komplexe Modelle in geeigneter Weise so zu reduzieren, dass die Prozesssimulation bei hinreichender Genauigkeit möglichst effizient erfolgen kann. Sie sind in der Lage, die erzielten Simulationsergebnisse mit naturwissenschaftlich-technischen Argumenten zu interpretieren.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1) Thermodynamisch-mechanischer Zustand von Fluiden2) Allgemeine Bilanzgleichungen für Kontinua3) Konstitutive Gleichungen und Transportparameter4) Thermodynamik der Gemische5) Numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen6) Simulationsmethoden für örtlich verteilte Prozesse7) Modellierung mehrphasiger Prozesse8) Methoden und Ansätze der Modellreduktion
Lehrformen: 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung; (SS)
Voraussetzung für die Teilnahme: Simulationstechnik, Prozessdynamik I
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 94 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Schriftliche Prüfung (K120) / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. K. Sundmacher, FVST



Literaturhinweise:

- [1] M. Jischa, Konvektiver Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch, Vieweg, 1982.
- [2] B. Bird, et al., *Transport Phenomena*, Wiley, 2002.
- [3] R.C. Reid, et al., *The Properties of Gases and Liquids*, McGraw-Hill, 1987.
- [4] S. I. Sandler, *Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics*, Wiley, 2006.
- [5] S.V. Patankar, *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*, McGraw-Hill, 1980.
- [6] A. Varma et al., *Mathematical Methods in Chemical Engineering*, Oxford U. Press, 1997.



8.27. Technische Kristallisation

Studiengang:

Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik

Modul:

Technische Kristallisation

Ziele des Moduls (Kompetenzen):

Die Kristallisation zählt zu den thermischen Grundoperationen der Verfahrenstechnik, die klassischerweise insbesondere der Stofftrennung dienen. Die Gewinnung einer reinen kristallinen Substanz ist jedoch nur eine der Aufgabenstellungen von Kristallisationsverfahren. Weitere Ziele sind Aufkonzentrierung und Reinigung von Lösungen, Rückgewinnung von Lösemittel sowie Produktdesign. Bei Letzterem geht es darum, definierte Feststoffeigenschaften (u.a. Korngröße und -form) für die jeweilige Produktapplikation bereitzustellen.

Massenkristallisation und Einkristallzüchtung sind aus der industriellen Praxis nicht mehr wegzudenken und finden vielfältige Einsatzfelder, z.B. in den Bereichen Düngemittel, Life Science (Pharma, Lebensmittel, Agrochemie), Umwelt und Elektronik/Energietechnik. Die Kristallisation ist damit ein sehr interdisziplinäres Fachgebiet.

Die LV ist so konzipiert, dass aufbauend auf den thermodynamischen und kinetischen Grundlagen, verfahrens- und apparatetechnische Aspekte, wichtige praxisrelevante Aufgabenstellungen und deren Lösung (Produktdesign, Aufreinigung) sowie abschließend mit der KCI-Gewinnung ein industrielles Gesamtverfahren behandelt werden.

Inhalt

1. Einführung in die Kristallisationswelt

- Kristallisation: Allgemeines, Ziele & Bedeutung, Prozess & Produkt
- Systematisierung und Eingrenzung der in der LV behandelten Aspekte

2. Kristallografische Grundlagen

- Kristalle & fester Aggregatzustand, Grundkonzepte der Kristallchemie
- Röntgenbeugung zur Untersuchung kristalliner Materialien

3. Fest/flüssig-Gleichgewichte, Phasendiagramme: Bedeutung, Vermessung, Anwendung

- Thermodynamische Grundlagen
- Schmelzgleichgewichte
- Lösungsgleichgewichte

4. Kristallisationskinetik: Untersuchung und Beschreibung

- Kristallisationsmechanismen und metastabiler Bereich
- Einfluss von Fremdstoffen
- Populationsbilanzen

5. Polymorphie: Grundlagen, Bedeutung und Untersuchung

6. Kristallisationsverfahren: Von der Löslichkeit zur Fahrweise

- Zielgrößen & Prozesskette
- Batch- und kontinuierliche Kristallisation
- Beeinflussung der Korngröße

7. Apparate und Anlagen

- Grundbauarten industrieller Kristallisatoren
- Vom Kristallisor zur Anlage

8. Aufreinigung bei der Kristallisation

- Mechanismen
- Verteilungskoeffizient und Minimierung des Einbaus von Verunreinigungen

9. Industrielles Beispiel: Heißlöseverfahren zur Gewinnung von KCI



Lehrformen:

Vorlesung / Seminare

Voraussetzung für die Teilnahme:

Thermodynamik, Reaktionstechnik, Chemie

Arbeitsaufwand:

3 SWS

Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden

Leistungsnachweise/Prüfung/Credits:

- / M / 4 CP

Modulverantwortlicher:

apl. Prof. H. Lorenz, MPI Magdeburg

Literaturhinweise:

- Gnielinski, V., Mersmann, A., Thurner, F. (1993): *Verdampfung, Kristallisation Trocknung*, Vieweg Braunschweig
- Kleber, W., Bautsch, H.-J., Bohm, J. (1998): *Einführung in die Kristallographie*, 18. Aufl., Verlag Technik Berlin
- Hofmann, G. (2004): *Kristallisation in der industriellen Praxis*, Wiley-VCH Weinheim
- Beckmann, W. (Ed.) (2013): *Crystallization – Basic Concepts and Industrial Applications*, Wiley-VCH Weinheim
- Mullin, J. W. (1997): *Crystallization*, 3rd ed., Butterworth-Heinemann Oxford
- Mersmann, A. (2001): *Crystallization technology handbook*, 2nd ed., Marcel Dekker Inc. New York



8.28. Toxikologie / Gefahrstoffe

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Toxikologie und Gefahrstoffe
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse auf den Gebieten der allgemeinen und speziellen Toxikologie sowie eine Einführung in das Gefahrstoffrecht. Sie sind in der Lage toxikologische Risiken unter Einbeziehung der erlernten Grundkenntnisse zu erkennen und zu bewerten.
Inhalt Toxikologieteil: <ul style="list-style-type: none">➤ Einführung in die Toxikokinetik und –dynamik (Resorption, Verteilung, Speicherung, Stoffwechsel und Ausscheidung von Fremdstoffen)➤ Vorstellung toxikologischer Wirkprinzipien und der chemischen Kanzerogenese➤ Wirkcharakteristika ausgewählter Stoffklassen (Lösungsmittel, Umweltschadstoffe, Metalle, Stäube, PAK, Dioxine ...) Gefahrstoffteil: <ul style="list-style-type: none">➤ Gefahrstoff- und Chemikalienrecht➤ Stör- und Gefahrstoffverordnung➤ CLP-Verordnung➤ Gefährdungsbeurteilungen nach GefStoffV➤ Transport gefährlicher Güter
Lehrformen: Vorlesung, 2SWS
Voraussetzung für die Teilnahme: Keine
Arbeitsaufwand: 2 SWS Präsenzzeit: 28h, Selbststudium: 62h
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: Klausur / 3 CP
Modulverantwortlicher: Dr. L. Hilfert, FVST
Literaturhinweise: [1] Manuskript der Vorlesung [2] Fuhrmann, G.F.: Toxikologie für Naturwissenschaftler, Teubner 2006 [3] Marquardt, H; Schäfer, S.G.: Lehrbuch der Toxikologie, Spektrum Akadem. Verlag, Berlin 1997



8.29. Transport phenomena in granular, particulate and porous media

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master
Modul: Transport phenomena in granular, particulate and porous media
Ziele des Moduls (Kompetenzen): The students master the fundamentals of transport phenomena in granular, particulate and porous media. On this basis, they can design respective products and processes that use or transform particulate materials in chemical, environmental or energy engineering applications. They can develop appropriate equipment for such processes, combining mathematical models with reasonably selected experiments for the purpose of scale-up.
Inhalt: <ol style="list-style-type: none">1. Transport phenomena between single particles and a fluid2. Fixed beds: Porosity, distribution of velocity, fluid-solid transport phenomena Influence of flow maldistribution and axial dispersion on heat and mass transfer Fluidized beds: Structure, expansion, fluid-solid transport phenomena3. Mechanisms of heat transfer through gas-filled gaps4. Thermal conductivity of fixed beds without flow Axial and lateral heat and mass transfer in fixed beds with fluid flow5. Heat transfer from heating surfaces to static or agitated bulk materials6. Contact drying in vacuum and in presence of inert gas7. Heat transfer between fluidized beds and immersed heating elements8.
Lehrformen: Lecture, Tutorial
Voraussetzung für die Teilnahme:
Arbeitsaufwand: 3 SWS Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: M / 5 CP
Modulverantwortlicher: Prof. E. Tsotsas, FVST
Literaturhinweise: Own notes for Download.



8.30. Trocknungstechnik

Studiengang: Wahlpflichtmodul Master Umwelt- und Energieprozesstechnik
Modul: Trocknungstechnik
Ziele des Moduls (Kompetenzen): Die Studierenden verstehen die bei unterschiedlichen Trocknungsprozessen ablaufenden Wärme- und Stofftransportvorgänge und kennen die wesentlichen Ansätze zu deren Berechnung. Sie verstehen die Arten der Bindung der Flüssigkeiten an Feststoffe. Die wichtigsten Trocknertypen aus der industriellen Anwendung sind den Studenten bekannt. Sie können die wesentlichen Vor- und Nachteile der verschiedenen Trocknungsapparate für feste, flüssige und pastenförmige Güter und deren Funktionsweise erläutern und bewerten. Neben den klassischen Trocknungsmethoden (konvektiv, Kontakt) sind den Studenten auch Gefriertrocknung und Mikrowellentrocknung als alternative Verfahren bekannt. Die Studenten kennen verschiedene Messmethoden zur Bestimmung von Abluffeuchten und Produktfeuchten und können deren Vor- und Nachteile erläutern. Die Studenten sind in der Lage, insbesondere den Energieverbrauch bei den verschiedenen Trocknungsarten und deren apparativer Realisierung zu berechnen und zu bewerten. Sie haben durch ein Laborpraktikum im Trocknungslabor direkten Einblick in Verfahrensabläufe und Messmethoden.
Inhalt <ol style="list-style-type: none">1. Arten der Bindung der Flüssigkeit an ein Gut, Kapillarverhalten, ideale und reale Sorption, Sorptionsisothermen2. Eigenschaften feuchter Gase und deren Nutzung für die konvektive Trocknung3. Theoretische Behandlung realer Trockner: einstufig, mehrstufig, Umluft, Inertgaskreislauf, Wärmepumpe, Brüdenkompression4. Kinetik der Trocknung, erster und zweiter Trocknungsabschnitt, Diffusion an feuchten Oberflächen, Stefan- und Ackermannkorrektur, normierter Trocknungsverlauf5. Konvektionstrocknung bei örtlich und zeitlich veränderlichen Luftzuständen6. Bauarten, konstruktive Gestaltung und Berechnungsmöglichkeiten ausgewählter Trocknertypen, wie Kammertrockner, Wirbelschichttrockner, Förderlufttrockner, Trommeltrockner, Zerstäubungstrockner, Bandtrockner, Scheibentrockner, Gefriertrockner, Mikrowellentrockner u.a.7. Messmethoden zur Bestimmung der Abluffeuchte und Produktfeuchte, wie Taupunktspiegel, Coulometrie, TGA, NIR u.a.8. Exemplarische Berechnung und apparative Gestaltung ausgewählter Trockner9. Laborpraktikum
Lehrformen: Vorlesung (Präsentation), Übungsbeispiele, Skript, Laborpraktikum
Voraussetzung für die Teilnahme: Grundlagen der Verfahrenstechnik
Arbeitsaufwand: 3 SWS, Präsenzzeit: 42 Stunden, Selbststudium: 78 Stunden
Leistungsnachweise/Prüfung/Credits: - / M / 4 CP
Modulverantwortlicher: Dr. N. Vorhauer-Huget, FVST



Literaturhinweise:

E. Tsotsas, S. Mujumdar: Modern Drying Technology, Wiley-VCH 2007; Krischer/ Kröll/Kast: „Wissenschaftliche Grundlagen der Trocknungstechnik“ (Band 1) „Trockner und Trocknungsverfahren“ (Band 2), „Trocknen und Trockner in der Produktion“ (Band 3), Springer-Verlag 1989; H. Uhlemann, L. Mörl: „Wirbelschicht-Sprühgranulation“, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg New-York 2000; eigene schriftliche Vorlesungshilfen