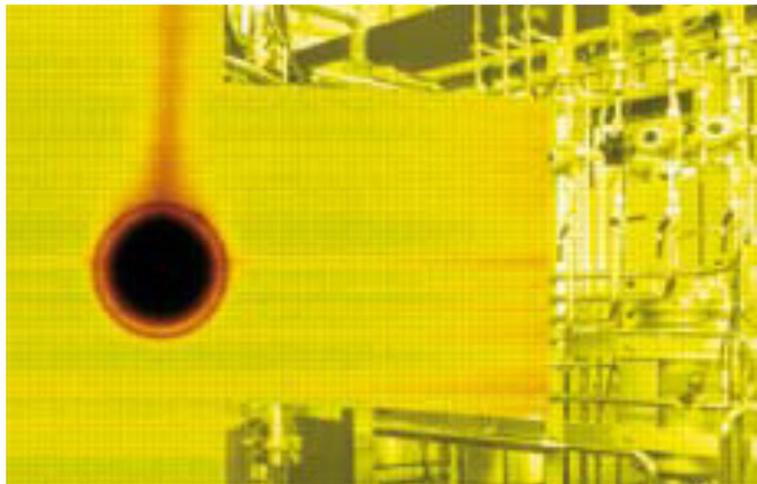




Modulhandbuch

Master-Studiengang Verfahrenstechnik



Pflichtmodule

1. Semester

Modul: Numerische Methoden

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Numerische Methoden	Vorlesung	2
Übung: Numerische Methoden	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Voß

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Vertiefte Kenntnisse in Analysis und Lineare Algebra

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die grundlegenden numerischen Methoden und können mit ihnen Anwendungsprobleme der Ingenieurwissenschaften lösen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Numerische Methoden

Dozent:

Prof. Dr. Heinrich Voß

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Die wichtigsten numerischen Methoden aus den Gebieten

- Fehleranalyse
- Interpolation
- Quadratur
- Lineare Gleichungssysteme
- Lineare Ausgleichsproblems
- Eigenwertaufgaben
- Nichtlineare Gleichungssysteme
- Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen
- Randwertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen

Literatur:

H. Voss: Grundlagen der Numerischen Mathematik, Skript TU Hamburg-Harburg 2007

M. Bollhöfer, V. Mehrmann: Numerische Mathematik. Vieweg, Wiesbaden 2004

Modul: Prozess- und Anlagentechnik II**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Prozess- und Anlagentechnik II	Vorlesung	2
Übung: Prozess- und Anlagentechnik II	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Fieg

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Prozess- und Anlagentechnik I, Regelungstechnik, Thermische Verfahrenstechnik

Qualifikationsziele:

Detaillierte Kenntnis von Methoden und Verfahren zur Entwicklung von verfahrenstechnischen Prozessen einschließlich der nachfolgenden Anlagenplanung und des endgültigen Baus von Produktionsanlagen.

Fähigkeit, verfahrenstechnische Prozesse zu entwickeln, sowie die daraus folgende Anlagenplanung durchzuführen.

Fähigkeit zur Entwicklung von Prozessführungskonzepten

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 92

Lehrveranstaltung: Prozess- und Anlagentechnik II**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. G. Fieg und Mitarbeiter

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Prozessführung: typische Regelungen verfahrenstechnischer Apparate, Regelungsstrukturen, plantwide control

Prozessmodellierung: Prozessmodelle (stationäres und dynamisches Verhalten), Freiheitsgrade, industrielle Beispiele

Prozesssimulation: strukturierte Vorgehensweise, numerische Verfahren, Flowsheeting, Lösungssystematik, Beispiele für experimentelle Validierung in der industriellen Praxis, Anwendungsmöglichkeiten der Flowsheet-Simulation

Anlagenplanung und -bau: Einführung, Ablauf industrieller Projektabwicklung, praktische Teilaspekte bei Projektabwicklung, Netzplantechnik

Literatur:

W.L. Luyben, M.L. Luyben: Essentials of Process Control, McGraw-Hill Companies, Inc., 1997.

W.L. Luyben, B.D. Thyreus, M.L. Luyben: Plantwide Process Control, McGraw-Hill Companies, Inc., 1999.

K.M. Hangos, I.T. Cameron: Process Modelling and Model Analysis, Academic Press, San Diego, 2001.

L.T. Biegler, I.E. Grossmann, A.W. Westerberg: Systematic Methods of Chemical Design, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1997.

K. Sattler, W. Kasper: Verfahrenstechnische Anlagen, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2000.

E. Wegner: Montagegerechte Anlagenplanung, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2003.

Modul: Strömungsmechanik II**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Strömungsmechanik II	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Strömungsmechanik II	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der Strömungsmechanik

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieser Vorlesung sollten die Studierenden in der Lage sein

- Den Wärme- und Stofftransport in inkompressiblen und kompressiblen Fluiden zu beschreiben und mathematisch zu modellieren
- Die Bedeutung von Mikrovermischung und skalenübergreifenden Transportprozessen zu verstehen
- Grundkenntnisse der lokalen Wechselwirkungen in Mehrphasensystemen zu erläutern.
- Das Erlernte auf Beispiele aus der Bioverfahrenstechnik, Chemischen Verfahrenstechnik und Energieverfahrenstechnik anzuwenden

ECTS-Leistungspunkte:

5

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

Lehrveranstaltung: Strömungsmechanik II**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Rohrströmung (kompressibel, verdünnte Gase, Widerstandsminderung)
- Grenzschichttheorie (turbulente Grenzschichten)
- Strömungsstrukturen (Prandtl'scher Mischungsweg, Kolmogorovsche Wirbelkaskade, Mikrovermischung, skalenübergreifende Transportprozesse)
- Ebene und räumliche Strömungen
- Umströmung von starren/formdynamischen Partikeln (Strömungsablösung, Wirbelschleppen, Umströmung von porösen Medien)
- Einführung in Mehrphasenströmungen (Gas/Feststoff, Flüssig/Feststoff, Flüssig/Flüssig, Flüssig/Gas/Feststoff)
- Einführung in die numerische Strömungssimulation

Literatur:

- Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.
- Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.
- Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.
- Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.
- Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994.
- Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.
- Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.
- Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007
- Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.
- Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.
- Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.
- Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.
- van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882.

Modul: Apparatebau - Wärmeübertrager- Hochdrucktechnik**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Apparatebau - Wärmeübertrager- Hochdrucktechnik	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Apparatebau - Wärmeübertrager- Hochdrucktechnik	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Eggers

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Elemente des Apparatebaus I und II, Wärme - und Stoffübertragung I

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, Bauelemente des Apparatebaus in Berechnung und Konstruktion für die Gestaltung von Wärmeübertragern und Hochdruckbehältern nach den gültigen technischen Regeln einzusetzen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Apparatebau - Wärmeübertrager - Hochdrucktechnik**Dozent:**

Herr Prof. Dr. Ing. Rudolf Eggers

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Einleitung – Arbeitsweise und Technische Regeln im Apparatebau
2. Spannungszustände – Werkstoffe – Festigkeitshypothese
3. Festigkeitsberechnungen: Hohlzylinder – Platten – Schalen
4. Rohrleitungen – Verbindungselemente – Armaturen
5. Fluidmaschinen: Pumpen – Verdichter; Kennlinien und Wirkungsgrade
6. Bauarten und Einsatzgebiete von Pumpen und Verdichtern
7. Wärmeübertrager: Einteilung und Bauarten
8. Wärmeübertrager: Wärmebilanzen und Temperaturverläufe
9. Wärmeübertrager: Spezifikation und Auslegung (I)
10. Wärmeübertrager: Spezifikation und Auslegung (II)
11. Hochdrucktechnik: Druckbehälter – Spannungsverlauf
12. Hochdrucktechnik: Druckbehälter – Bauarten
13. Hochdrucktechnik: Druckbehälter – Einbauten – Beheizung – Kühlung
14. Hochdrucktechnik: Druckbehälter – Verschlussysteme – Sicherheitseinrichtung

Literatur:

Bucher: Apparate und Armaturen in der chemischen Hochdrucktechnik, Springer Verlag

Spain and Paauwe: High Pressure Technology, Vol. I und II, M. Dekker Verlag

AD-Merkblätter, Heymanns Verlag

Bertucco; Vetter: High Pressure Process Technology, Elsevier Verlag

Sherman; Stadtmuller: Experimental Techniques in High-Pressure Research, Wiley & Sons Verlag

Klapp: Apparate- und Anlagentechnik, Springer Verlag

Modul: Angewandte Thermodynamik**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Thermodynamik IV	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Thermodynamik IV	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Smirnova

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Thermodynamik III

Qualifikationsziele:

Kenntnisse: Anwendung von modernen thermodynamischen Berechnungsmethoden auf Mehrstoffgemische und biorelevante Systeme.

Methodenkompetenz: Berechnung von Phasengleichgewichten und Verteilungsgleichgewichten mit Zustandsgleichungen, g^E Modellen und Quantenchemischen Methoden. Anhand der Übungen werden insbesondere praktische Erfahrungen in Anwendung von verschiedenen thermodynamisch basierten Methoden vermittelt.

ECTS-Leistungspunkte:

5

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Lehrveranstaltung: Thermodynamik IV**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Irina Smirnova / Prof. Dr. Keil

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einführung in die Grundlagen der Statistischen Thermodynamik
 - Zwischenmolekulare Kräfte, Wechselwirkungspotentiale
 - Phasengleichgewichte in Mehrkomponentensystemen
 - Verteilungsgleichgewichte in biorelevanten Systemen
 - Berechnung von Phasengleichgewichten in kolloidalen Systemen: UNIFAC, COSMO-RS (Übungen im Rechnerpool)
 - Berechnung der Verteilungsgleichgewichten in biologischen Membranen (COSMO-RS Übungen im Rechnerpool)
 - Berechnung von Phasengleichgewichten in Mehrkomponentensystemen: Zustandsgleichungen, Molecular Modelling ((Übungen im Rechnerpool, Prof. Keil)
-

Modul: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Bioverfahrenstechnik -Vertiefung	Vorlesung	2
Übung: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung	Übung	1
Laborpraktikum: Praktikum Bioverfahrenstechnik	Laborpraktikum	3

Modulverantwortlich:

Prof. Zeng

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Bioverfahrenstechnik I

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- verschiedene kinetische Ansätze für Wachstum, Substrataufnahme und Produktbildung zu beschreiben und deren Parameter zu ermitteln;
- die Auswirkungen der Energiegenerierung, der Regenerierung des Reduktionsäquivalenten und der Wachstumshemmung auf das Verhalten von Mikroorganismen und auf den Gesamtfermentationsprozess qualitativ vorherzusagen;
- Bioprozesse auf Basis der Stöchiometrie des Reaktionssystems zu analysieren, metabolische Stoffflussbilanzgleichungen aufzustellen und zu lösen;
- wichtige Parameter der Zellphysiologie, der Transportphänomene im Bioreaktor und der rheologischen Eigenschaften von Medien zu erkennen und sie rechnerisch zu ermitteln;
- scale-up Kriterien für verschiedene Bioreaktoren und Bioprozesse (anaerob, aerob bzw. mikroaerob) zu formulieren, sie gegenüber zu stellen und zu beurteilen, sowie auf ein bestimmtes bioverfahrenstechnisches Problem anzuwenden;
- Fragestellungen für die Analyse und Optimierung realer Bioproduktionsprozesse zu formulieren und die korrespondierenden Lösungsansätze abzuleiten;
- Selbstständig und induktiv neue Inhalte zu lernen;
- Probleme und Formulierungen von Lösungsansätzen bei konkreten industriellen Anwendungen zu identifizieren.

Sie haben

- grundlegende Fertigkeiten für die praktische Arbeit in biochemischen und biotechnologischen Laboren;
- erweiterte Kenntnis von Fermentations- und Enzymaufreinigungstechniken im praktischen Einsatz;

und können

- Prozessparameter abschätzen;
- Simulationstechniken bewerten und in ihrer praktischen Anwendbarkeit einordnen;
- komplexe Arbeitsabläufe in Gruppen zu 4-5 Personen selbstständig organisieren.

ECTS-Leistungspunkte:

7

Prüfungsart:

Teilleistungen

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 84, Eigenstudium: 126

Lehrveranstaltung: Bioverfahrenstechnik - Vertiefung**Dozent:**

Prof. Dr. An-Ping Zeng

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Vertiefung kinetischer Ansätze
- Stoffwechselweg- und Stoffflussanalyse
- Rheologie und Mischen
- Stofftransport im Bioreaktor und Scale-up
- Anaerobe Prozessführung
- Prozessführung mit Mischkulturen

- Fedbatch-Verfahren und Hochzelldichtekultivierung
- Mikroaerobe Prozessführung
- Hochviskose aerobe Fermentation
- Zellkulturtechnik
- Kontinuierliche Prozesse mit Zellrückführung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Literatur:

H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2006

J. Nielsen, J. Villadsen, G. Lidén: Bioreaction Engineering Principles, Kluwer, 2003

P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, Elsevier, 2004

Lehrveranstaltung: Praktikum Bioverfahrenstechnik

Dozent:

Prof. Dr. An-Ping Zeng, Prof. Dr. Andreas Liese

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

In der Veranstaltung werden die Kultivierungs- und Aufarbeitungstechniken am Beispiel der Produktion eines Enzyms mit einem rekombinanten Mikroorganismus aufgezeigt. Darüber hinaus werden die Charakterisierung und Simulation der Enzymkinetik sowie die Anwendung des Enzyms in einem Enzymreaktor durchgeführt.

Ablauf:

- Aufbau von Bioreaktoren zur Kultivierung von Mikroorganismen
- Charakterisierung und Regelung des Kultivierungsprozesses anhand von Offline-Analytik und Online-Messtechnik
- Kultivierung eines rekombinanten E. coli - Stamms mit Überexpression eines Enzyms
- Analyse der Wachstumskinetik
- Isolierung und Aufreinigung des Enzyms
- Kinetische Untersuchungen des Enzyms
- Simulation der Enzymkinetik
- Einsatz des Enzyms im kontinuierlichen Reaktor

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliches Protokoll

2. Semester

Modul: Partielle Differentialgleichungen

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Mathematik IV: Differentialgleichungen II	Vorlesung	2
Übung: Mathematik IV: Differentialgleichungen II	Übung	1
Mathematik IV: Anleitung: Differentialgleichungen II	Anleitung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Struckmeier

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Mathematik I bis III

Qualifikationsziele:

Kenntnisse: Grundkenntnisse der Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen.

Methodenkompetenz: Fähigkeit die zugehörigen Analyse- und Rechentechniken in den Ingenieurvorlesungen und bei praktischen Aufgabenstellungen anzuwenden.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Differentialgleichungen II**Dozent:**

Dozenten der Universität Hamburg

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

In dieser Vorlesung werden die Grundzüge der Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen behandelt.

Die Einzelthemen sind:

- Beispiele für partielle Differentialgleichungen
- quasilineare Differentialgleichungen erster Ordnung
- Normalformen linearer Differentialgleichungen zweiter Ordnung
- harmonische Funktionen und Maximumprinzip
- Maximumprinzip für die Wärmeleitungsgleichung
- Wellengleichung
- Lösungsformel nach Liouville
- spezielle Funktionen
- Differenzenverfahren
- finite Elemente

Literatur:

Ansorge, R. und H.J. Oberle: Mathematik für Ingenieure, Band 2. Verlag Wiley-VCH, Berlin, Weinheim, New York, 2000.

Henrici, P. und R. Jeltsch: Komplexe Analysis für Ingenieure, Birkhäuser Verlag, Basel, 1998.

Tveito, A. und R. Winther: Einführung in partielle Differentialgleichungen, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2002

Modul: Umweltbewertung

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Umweltbewertung	Vorlesung	2
Übung: Umweltbewertung	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Kaltschmitt

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Umwelt- und Energieproblematik, Wirkungen von Schadstoffen, Grundlagen der Umwelttechnik

Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse interdisziplinärer Zusammenhänge und der Einordnung des Fachgebietes in das wissenschaftliche und gesellschaftliche Umfeld. Grundlegende Kenntnisse für die Anwendung im betrieblichen Umweltschutz.

Theoriegeleitetes Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren des Fachgebietes.

Bewerten unterschiedlicher Lösungsansätze in mehrdimensionalen Entscheidungsräumen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 92

Lehrveranstaltung: Umweltbewertung

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt, PD Dr.-Ing. Wolfgang Ahlf

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einführung
- Ökobilanz, SEE-Analyse
- Produktlinienanalyse, Stoffflussanalyse
- Technikfolgenabschätzung, Life-Cycle Management, Umweltmanagementsysteme
- Auditierung, Umweltlabels, Management und Audit Scheme (EMAS)
- Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), Strategische Umweltprüfung (SUP)
- Gesetzliche Regelungen, Umweltschutz in der Praxis

Literatur:

Kopien der Folien

Modul: Wärme- und Stoffübertragung II

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Wärme- und Stoffübertragung II	Vorlesung	2
Übung: Wärme- und Stoffübertragung II	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Eggers

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Wärme- und Stoffübertragung I

Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung, insbesondere:

- Mehrschichtprobleme
- instationäre Lösungsmethoden
- Latente Energien
- mehrphasige Transportvorgänge, z.B. Verdampfen und Kondensieren

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Wärme- und Stoffübertragung II

Dozent:

Prof. Dr. Rudolf Eggers

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Transportgesetze und Stoffbilanzen
- Stationäre - und instationäre Vorgänge
- Bestimmung von Transportkoeffizienten
- Bewegte System
- gekoppelte Systeme
- Vorgänge mit Phasenänderung: Verdampfung, Kondensation, Schmelzen und Erstarren
- Wärmestrahlung

Literatur:

Baehr, Stephan: Wärme- und Stoffübertragung. Springer-Verlag, 2000

Mersmann: Stoffübertragung. Springer Verlag, Berlin, 1986.

Treybal: Mass Transfer Operations. McGraw Hill, 1980.

Modul: Chemische Verfahrenstechnik II

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Chemische Verfahrenstechnik II	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Chemische Verfahrenstechnik II	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Keil

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Chemische Verfahrenstechnik I

Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden folgende Qualifikationen erworben:

Kenntnisse:

- Definition der Verweilzeitverteilungen und der Verweilzeitsummenfunktion
- Messmethoden für Verweilzeitverteilungen
- Kenntnis der Verweilzeitverteilungen idealer Reaktoren
- Kenntnis der Modelle realer Reaktoren (Segregationsmodell, Zellenmodell, Dispersionsmodell, Ersatzschaltungen)
- Definition eines Katalysators, Funktionsprinzip eines Katalysators, Vulkankurve, homogene und heterogene sowie biologische Katalyse
- Definition von Physisorption und Chemisorption, turn-over frequency(TOF)
- Prinzip von Sabatier, Bronstedt-Evans-Polyani-Gleichung
- Kenntnis von Adsorptionsisothermen ein- und mehrkomponentiger Systeme
- Kenntnis von Ansätzen der Kinetik heterogen-katalytischer Reaktionen (Langmuir-Hinshelwood, Eley-Rideal, Potenzansätze)
- Messmethoden für heterogen-katalytische Reaktionskinetiken
- Mikrokinetische Modellierung
- Charakterisierung von Katalysatoren
- Definition der Diffusionsarten (Knudsen, molekulare Diffusion, Oberflächendiffusion, Single-File Diffusion), Bezugssysteme
- Stefan-Maxwell-Gleichungen
- Definition des Porenwirkungsgrades
- Kenntnis der Auswirkungen der Diffusionshemmung auf die Kinetik
- Kenntnis der Damköhler-Beziehung
- Aufstellen von Material- und Wärme-Bilanzen heterogen-katalytischer Reaktoren

Fertigkeiten:

- Auswertung von Verweilzeitverteilungsmessungen mit MATLAB
- Berechnung des Umsatzes realer Reaktoren auf der Basis von Verweilzeitverteilungsmessungen
- Aufstellung von Ersatzschaltungen und Bestimmung von deren Parametern
- Auswertung von Adsorptionsmessungen, Parameteranpassungen, Adsorptionswärmen
- Aufstellung von Langmuir-Hinshelwood- und Eley-Rideal-Ansätzen auf der Basis von Reaktionsschemata, Parameteranpassungen mit MATLAB
- Berechnung von Porenwirkungsgraden für isotherme und nicht-isotherme Betriebsbedingungen
- Berechnung von Konzentrations- und Temperaturprofilen in heterogen-katalytischen Reaktoren

Kompetenzen:

- Kritische Analyse von Computer-Berechnungsergebnissen

- Fähigkeit geeignete Methoden zur Ermittlung von kinetischen Daten heterogen-katalytischer Reaktionen auszuwählen
- Fähigkeit geeignete Reaktortypen für bestimmte heterogen-katalytische Reaktionen auszuwählen
- Fähigkeit geeignete Berechnungsmethoden für heterogen-katalytische Reaktoren auszuwählen und anzuwenden

Soft Skills:

- Zusammenarbeit in Gruppen

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Chemische Verfahrenstechnik II

Dozent:

Prof. Frerich Keil

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Modellierung von Reaktoren mit nicht-idealer Fluidströmung sowie zugehöriger Messmethoden, Ermittlung der Modellparameter, Lösung der Modellgleichungen
- Adsorptionsisotherme (Langmuir, BET), Charakterisierung von Katalysatorträgern (Porenradienverteilungen, Porenvolumen)
- Kinetik heterogen-katalytischer Reaktoren (Langmuir-Hinshelwood-Hougen-Watson-Kinetik, Eley-Rideal Kinetik), Messmethoden und Ermittlung kinetischer Parameter, Katalysatordesaktivierung
- Diffusionsprozesse in der Katalyse (molekulare Diffusion, Knudsendiffusion, Oberflächendiffusion, Single-File Diffusion), Phänomene der Multikomponentendiffusion, Stefan-Maxwell-Gleichungen
- Berechnung des Porenwirkungsgrades, Diffusionshemmung in der Katalysatorgrenzschicht, Verfälschung der Kinetik bei innerer und äußerer Diffusionshemmung
- Auslegung heterogen-katalytischer Reaktoren, Erstellung der Material und Energiebilanzen (ein- und zweidimensional, stationär und instationär) sowie numerische Lösung der Bilanzgleichungen

Literatur:

Skript zur Vorlesung, als Buch in der TU-Bibliothek

Smith, J. M.: Chemical Engineering Kinetics, McGraw Hill, New York, 1981.

Hill, C.: Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley, New York, 1977.

Fogler, H. S. : Elements of Chemical Reaction Engineering , Prentice Hall, 2006

M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: Technische Chemie, VCH , 2006

G. F. Froment, K. B. Bischoff: Chemical Reactor Analysis and Design, Wiley, 1990

Modul: Partikeltechnologie II inkl. Praktikum

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Partikeltechnologie II	Vorlesung	2
Übung: Partikeltechnologie II	Übung	1
Laborpraktikum: Praktikum Partikeltechnologie	Laborpraktikum	3

Modulverantwortlich:

Prof. Heinrich

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntniss der theoretischen Grundlagen der Feststoffverfahrenstechnik

Qualifikationsziele:

- Vertiefte Kenntnisse der Theorien und Methoden der Feststoffverfahrenstechnik
- Kompetenz zur Analyse von Problemen der Feststoffverfahrenstechnik und zur Erarbeitung von Lösungsansätzen
- Kenntnisse über Methoden zur Behandlung und Lösung von Populationsbilanzen
- Kenntnisse über Methoden zur Simulation von Fluid/Feststoff-Strömungen
- Praktische Erfahrung mit Prozessen der Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik
- Umsatz von theoretischen Grundlagen in die Praxis
- Teamarbeit, Kommunikation

ECTS-Leistungspunkte:

7

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 84, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Partikeltechnologie II

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Kontaktkräfte, interpartikuläre Kräfte
- vertiefte Behandlung von Kornzerkleinerung
- CFD Methoden zur Beschreibung von Fluid/Feststoffströmungen, Euler/Euler-Methode, Discrete Particle Modeling
- Behandlung von Problemen mit verteilten Stoffeigenschaften, Lösung von Populationsbilanzen

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Literatur:

Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.

Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.

Lehrveranstaltung: Praktikum Partikeltechnologie**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Folgende Versuche werden durchgeführt:

- Partikelmeßtechnik: Siebung und Laserstreulichtanalyse
- Partikelmeßtechnik: Pipettenanalyse, Sedimentometer
- Mischung
- Zerkleinerung
- Agglomeration
- Hydrozyklon
- Gaszyklon
- Oberflächenbestimmung mit dem Blaine-Gerät, Handfilterversuch
- Bestimmung von Schüttguteigenschaften
- Fluidisation

Studien/Prüfungsleistungen:

Versuchsprotokolle (Schein)

Literatur:

Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.

Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.

3. Semester

Modul: Projektierungskurs**Modulverantwortlich:**

Ein Institutsleiter der Verfahrenstechnik

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Alle Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die in den Semestern 1 und 2 vermittelt werden

Qualifikationsziele:

Die Studierenden sind in der Lage, ein Teilprojekt zur Auslegung einer verfahrenstechnischen Industrieanlage innerhalb einer vorgegebenen Frist in selbst organisierten Teams abzuschließen. Sie haben die Fähigkeit, die Teilprojekte so aufeinander abzustimmen, dass eine stimmige, funktionierende Gesamtplanung entsteht. Sie können einen Projektbericht korrekt abfassen und dessen Ergebnisse präsentieren.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulnachweis

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftlicher Projektbericht und Abschlusspräsentation

Arbeitsaufwand in Stunden:

Eigenstudium: 120

Modul: Projektarbeit**Modulverantwortlich:**

Ein Professor der TUHH

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Alle Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die in den Semestern 1 und 2 vermittelt werden

Qualifikationsziele:

Die Studierenden beherrschen das wissenschaftliche Arbeiten. Sie sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Forschungsfrage aus ihrem Fach selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten, und haben die Fähigkeit, theorieorientierte Lösungen für technische Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, ökologischer, ethischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu entwickeln.

ECTS-Leistungspunkte:

10

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Projektarbeit und mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Eigenstudium: 300

4. Semester

Modul: Masterarbeit**Modulverantwortlich:**

Ein Professor der TUHH

Zulassungsvoraussetzung:

Leistungen im Studiengang für mindestens 80 ECTS erbracht

Empfohlene Vorkenntnisse:

Alle Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die in den Semestern 1 - 3 vermittelt werden

Qualifikationsziele:

Die Absolventen beherrschen das wissenschaftliche Arbeiten und können einen Forschungsbericht abfassen. Sie sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine grundlagenorientierte Problemstellung aus der Forschung ihres Faches selbstständig mit anspruchsvollen wissenschaftlichen Methoden und Verfahren zu bearbeiten. Sie haben die Fähigkeit, mögliche Lösungsansätze zu analysieren und kritisch zu bewerten. Sie können Ihre Arbeit in den Kontext der aktuellen Forschung einordnen.

ECTS-Leistungspunkte:

30

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Thesis und Vortrag

Arbeitsaufwand in Stunden:

Eigenstudium: 900

Wahlpflichtmodule Prozesstechnik

Wintersemester

Modul: Trenntechnik in den Life-Sciences

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Verfahrenstechnische Grundoperationen für biorelevante Systeme	Vorlesung	2
Übung: Verfahrenstechnische Grundoperationen für biorelevante Systeme	Übung	1
Chromatographische Trennverfahren	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Dr.-Ing. Irina Smirnova

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Grundoperationen der Verfahrenstechnik

Qualifikationsziele:

- Grundkenntnisse zu Trennverfahren für biotechnologische und pharmazeutische Produkte
- Erkennen der Besonderheiten und Limitierungen der Trennungen in biorelevanten Systemen
- Beurteilen der Verfahren hinsichtlich Produktivität und Wirtschaftlichkeit
- Klassifizieren von chromatographischen Trennmethode
- Beschreiben von Trennmechanismen in der Chromatographie
- Benennen von Parametern zur Beurteilung chromatographischer Trennungen
- Unterscheiden von Modellen zur Beschreibung von Chromatographie
- Wissenschaftliches Aufbereiten eines speziellen Themas und dessen Präsentation und Diskussion

ECTS-Leistungspunkte:

5

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Referat und schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 70, Eigenstudium: 80

Lehrveranstaltung: Verfahrenstechnische Grundoperationen für biorelevante Systeme

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Irina Smirnova

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einführung: Übersicht über die Trennverfahren für biotechnologische und pharmazeutische Produktion
- Problematik von Mehrkomponentensystemen
- Adsorption von biologischen Molekülen
- Kristallisation von biologischen Molekülen
- Reaktivextraktion
- Wässrige 2-Phasen Systeme
- Mizellare Systeme: mizellare Extraktion, mizellare Chromatographie
- Membranprozesse in biotechnologischen Anwendungen
- Electrophorese
- Beurteilung der Anwendbarkeit der Prozesse, Auswahl für das jeweilige System.

Literatur:

„Handbook of Bioseparations“, Ed. S. Ahuja

“Bioseparations Engineering” M. R. Ladisch

Lehrveranstaltung: Chromatographische Trennverfahren**Dozent:**

PD Dr. habil. Monika Johannsen

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einführung: Chromatographische Aufbereitungsverfahren in der Bio- und Chemietechnik, LC (HPLC), GC, SFC
- Grundlagen der linearen Chromatographie, Retentionszeit/-faktor, Trennfaktor, Peakauflösung, Bandenverbreiterung, Van-Deemter-Gleichung
- Grundlagen nichtlinearer Chromatographie, diskontinuierliche und kontinuierliche präparative Chromatographie (annulare Chromatographie, True Moving Bed - TMB, Simulated Moving Bed - SMB)
- Adsorptionsgleichgewichte: experimentelle Bestimmung von Adsorptionsisothermen und Modellierung
- Apparaturen für die Chromatographie, Herstellung und Charakterisierung chromatographischer Adsorbentien
- Methodenentwicklung, Scale-up-Methoden, Prozessauslegung, Modellierung chromatographischer Prozesse, Wirtschaftlichkeit
- Applikationen: Normalphasenchromatographie, Umkehrphasenchromatographie, Hydrophobe Interaktionschromatographie, Chirale Chromatographie, Bioaffinitätschromatographie, Ionenaustauschchromatographie

Literatur:

Guiochon, G.; Golshan-Shirazi, S.; Katti, A.M.: Fundamentals of Preparative and Nonlinear Chromatography. Boston, Academic Press (1994).

Guiochon, G.; Lin, B.: Modeling for Preparative Chromatography. Amsterdam, Elsevier (2003).

Ganetsos, G.; Barker, P.E.: Preparative and Production Scale Chromatography. New York: M. Dekker (1993).

Modul: Ausgewählte Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Grundlagen der Wirbelschichttechnologie	Vorlesung	2
Technische Anwendungen der Partikeltechnologie	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Heinrich

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagenkenntnisse der Partikeltechnologie

Qualifikationsziele:

Erlernen der Grundlagen der Wirbelschichttechnik derart, dass in der Praxis anfallende Aufgabenstellungen selbständig gelöst werden können.

Kenntnis der Vorgehensweise bei der Entwicklung neuer Prozesse auf Basis der mechanischen Verfahrenstechnik und die Fähigkeit zu deren Umsetzung in der Praxis:

- Vergleich Konzernunternehmen / Mittelstand,
- konkrete Beispiele aus dem "Tagesgeschäft",
- Lösen von Problemen im Bereich der Feststoffverfahrenstechnik

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Grundlagen der Wirbelschichttechnologie

Dozent:

Prof. Dr. Heinrich

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einleitung: Begriffsdefinition, Wirbelschichtzustände, Vor- und Nachteile des WS-Reaktors, Vergleich der WS mit anderen Gas/Feststoff-Reaktoren, Problemfelder bei der praktischen Auslegung
- Typische Wirbelschichtprozesse
- Strömungsmechanische Grundlagen der Wirbelschichttechnik
- Lokale Strömungsmechanik von Gas/Feststoff-Wirbelschichten
- Feststoffaustrag aus Wirbelschichten
- Zirkulierende Wirbelschichten

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Literatur:

Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991.

Lehrveranstaltung: Technische Anwendungen der Partikeltechnologie**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Werner Sitzmann

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Auf der Basis physikalischer Grundlagen die Grundoperationen Mischen, Trennen, Agglomerieren und Zerkleinern hinsichtlich ihrer technischen Anwendung aus Sicht des Praktikers diskutieren.

Vorstellen von Maschinen und Apparate, deren Aufbau und Wirkungsweise erklären und ihre Einbindung in Produktionsprozesse der Chemie, der Lebens- und Futtermitteltechnik sowie der Entsorgungs- und Recyclingindustrie veranschaulichen.

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Literatur:

Matthias Stieß, Mechanische Verfahrenstechnik I und II, Springer Verlag, 1997

Modul: Chemische Kinetik und Reaktorauslegung**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Chemische Kinetik	Vorlesung	2
Auslegung heterogen-katalytischer Reaktoren	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Keil

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Bachelor, Chem. VT I, II, Kenntnis einer Programmiersprache ist nützlich (z.B. MATLAB, FORTRAN)

Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls

sind die Studenten in der Lage, kinetische Gleichungen aufzustellen und numerisch zu lösen. Außerdem kennen sie die experimentellen Methoden und beherrschen die Anpassung kinetischer Parameter an kinetische Ansätze. Die Besonderheiten heterogen-katalytischer Kinetiken (z. B. Abhängigkeit der Reaktionsordnung von den Betriebsbedingungen) sind den Studenten bekannt. Die Berechnung von Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten auf der Basis der statistischen Mechanik wird beherrscht. Reaktionsmechanismen von Explosionen und kalten Flammen sind bekannt.

Zudem kennen die Studenten die Modelle wichtiger heterogen-katalytischer Reaktoren. Die wichtigsten numerischen Methoden für die Lösung der Modellgleichungen sind ihnen bekannt.

Die Studenten sind in der Lage, Reaktormodelle heterogen-katalytischer Reaktoren sowie der katalytischen Reaktionen aufzustellen und numerisch am Computer zu lösen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Chemische Kinetik**Dozent:**

Prof. Frerich Keil

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Mikrokinetik, Formalkinetik, Molekularität, Reaktionsordnung, integrierte Reaktionsgeschwindigkeitsansätze
- Komplexe Reaktionen, reversible Reaktionen, Folgereaktionen, Parallelreaktionen, Approximationsmethoden: stationärer Zustand, pseudo-erste Ordnung, numerische Lösung von Reaktionsgeschwindigkeitsgleichungen, Beispiel: Belousov-Zhabotinskii-Reaktion
- Experimentelle Methoden der Kinetik, Integral- und Differential-Methode, Methode der Anfangsgeschwindigkeiten, Halbwertszeitmethode, Relaxationsmethoden
- Stoßtheorie, Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung, Stoßzahlen, Zentrallinenmethode
- Theorie des Übergangszustandes, Zustandssummen von Atomen und Molekülen, Beispiele, Berechnung von chemischen Gleichgewichten auf der Basis nur von Moleküldaten, Reaktionswärmern, Berechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten mittels statistischer Thermodynamik
- Kinetik heterogener Reaktionen, Besonderheiten heterogener Reaktionen, Approximation des mittleren Feldes, Langmuir Adsorptionsisotherme, Reaktionsmechanismen, Langmuir-Hinshelwood-, Eley-Rideal-Mechanismus, Approximation des stationären Zustandes, quasi-Gleichgewichtsapproximation, das häufigste Reaktionszwischenprodukt (MARI), Reaktionsordnung, scheinbare Aktivierungsenergie, Beispiel: CO-Oxidation, Theorie des Übergangszustandes bei Oberflächenreaktionen, Sabatiers Prinzip, Haftkoeffizient, Parameteranpassung
- Explosionen, kalte Flammen

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Literatur:

J. I. Steinfeld, J. S. Francisco, W. L. Hase: Chemical Kinetics & Dynamics, Prentice Hall

K. J. Laidler: Chemical Kinetics, Harper & Row Publishers

R. K. Masel: Chemical Kinetics & Catalysis, Wiley

I. Chorkendorff, J. W. Niemantsverdriet: Concepts of modern Catalysis and Kinetics, Wiley

Lehrveranstaltung: Auslegung heterogen-katalytischer Reaktoren**Dozent:**

Prof. Frerich Keil

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Der Kurs betont die numerische Lösung von Reaktormodellen mit Computern.

- Material- und Energiebilanz des zweidimensionalen pseudo-homogenen Modells
- Methoden für die numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen (Euler, Runge-Kutta, Löser für steife DGLn, schrittweitengesteuerte Löser)
- Beispiele der Reaktorauslegung (eindimensionale Modelle), Ethancracker und andere
- Katalysatordeaktivierung, Beispiel: Auslegung eines Rohrreaktors mit deaktivierendem Katalysator (Hydrierung von Benzol, Gift: Thiophen), Regenerierung des Katalysators in einem Wanderbettreaktor, Steigrohrreaktor (Gasölsplattung), Wirbelbett
- Wirbelbettreaktoren (Davidson-Harrison-Modell)
- Partielle Differentialgleichungen, Klassifizierung, numerische Lösung (finite Differenzenmethode, Linienmethode), Beispiele: isothermer Rohrreaktor mit axialer Dispersion, Dehydrierung von Ethylbenzol, Wrong-Way Behaviour
- Randwertprobleme, numerische Lösung (Schliessverfahren), Beispiele: Zusammensetzungs- und Temperaturprofile in Katalysatorpellets
- Mehrphasenreaktoren, Beispiel: Rieselbettreaktor (Rohölentschwefelung)

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Literatur:

Skript

S. Fogler: Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall

G. Froment, K. B. Bischoff: Chemical Reactor Analysis and Design, Wiley

Modul: Numerische Strömungsmechanik und Mehrphasenströmung**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Numerische Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik	Vorlesung	2
Mehrphasenströmung	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Numerische Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik: Strömungsmechanik I

Mehrphasenströmung: Strömungsmechanik I und II

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Grundgleichungen anhand spezieller Strömungssituationen und ausgewählter Anwendungsbeispiele herzuleiten und zu interpretieren,
- Diskretisierungs- und Iterationsverfahren sowie deren Eigenschaften zu verstehen,
- die Vertrauenswürdigkeit numerischer Simulationen einzuschätzen und
- Daten aus experimentellen Ergebnissen zur Validierung von numerischen Simulationen zu verwenden,
- die Grundlagen zur Beschreibung der Bewegung einzelner Feststoffpartikel, Tropfen und Blasen sowie das Partikelverhalten im Schwarm zu verstehen,

- Systeme bei hohen Dispersphasengehalten sowie Transportprozessen in Mehrphasenströmungen zu beschreiben und zu modellieren,
- die Bedeutung der lokalen Energiedissipationsdichte zu erfassen und zu nutzen,
- das Erlernte auf Beispiele aus der Bioverfahrenstechnik, Chemischen Verfahrenstechnik und Energieverfahrenstechnik anzuwenden.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Numerische Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einführung in die numerische Strömungssimulation (Strömungsprobleme)
- Grundgleichungen (Auswahl der Grundgleichungen und Turbulenzmodelle)
- Geometrie- und Gittergenerierung (Geometriedefinition, Gittergenerierung, lokal verfeinerte Gitter, mitbewegte Gitter)
- Diskretisierung (Diskretisierung in Raum und Zeit, Fehler, Konvergenz, Konsistenz, Stabilität, Finite-Volumen-Lösungsmethoden)
- Reynoldsgleichungen und Reynoldsspannungen
- Turbulente Strömungen (Transition, Stabilität laminarer Strömungen)
- Turbulenzmodellierung (Direkte Numerische Simulation, Large-Eddy Simulation, statistische Turbulenzmodelle (RANS), Ein- und Mehrgleichungs-Modelle)
- CFD-Programme (Programme, Verifikation und Validierung, Praxisbeispiele)
- Numerische Methoden für Mehrphasensysteme (VOF, Front Tracking, PLIC)

Literatur:

Ferziger, J.H.: Computational methods for fluid dynamics. Springer-Verlag Berlin, 2002.

Fletcher, C. A. J.: Computational Techniques for Fluid Dynamics. I: Fundamental and General Techniques. Springer-Verlag, Berlin, 1991.

Laurien, E.: Numerische Strömungsmechanik, Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.

Prosperetti, A.: Computational methods for multiphase flow. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2007.

Wilcox, D.C.: Turbulence modeling for CFD, DCW Industries, La Canada, California, 2004.

Lehrveranstaltung: Mehrphasenströmung

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Klassifizierung von Mehrphasenströmungen (Gas/Feststoff-, Flüssig/Feststoff-, Flüssig/Flüssig- und Flüssig/Gas/Feststoff-Strömungen, Phasenanteile)
- Definitionen und Eigenschaften von Mehrphasenströmungen (Partikelschwarm, Dispersphasengehalt, Suspensionsviskosität, mittlere Dichte)
- Betrachtungsweisen und Modelle (Zwei-Fluid-Modell, Schlupf)
- Fluiddynamische Auslegungsparameter
- Wärme- und Stoffübergang in Mehrphasenströmungen (Verdampfung / Kondensation, Zweifilmtheorie, Oberflächenerneuerungstheorie)
- Ähnlichkeits- und Maßstabgesetze
- Messmethoden für Mehrphasenströmungen

Literatur:

- Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.
- Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978.
- Fan, L.-S.; Tsuchiya, K.: Bubble Wake Dynamics in Liquids and Liquid-Solid Suspensions, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, Boston, USA, 1990.
- Hewitt, G.F.; Delhaye, J.M.; Zuber, N. (Ed.): Multiphase Science and Technology. Hemisphere Publishing Corp, Vol. 1/1982 bis Vol. 6/1992.
- Kolev, N.I.: Multiphase flow dynamics. Springer, Vol. 1 and 2, 2002.
- Levy, S.: Two-Phase Flow in Complex Systems. Verlag John Wiley & Sons, Inc, 1999.
- Crowe, C.T.: Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1998.

Modul: Wärmetechnik**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Wärmetechnik	Vorlesung	2
Übung: Wärmetechnik	Übung	1

Modulverantwortlich:

Gerhard Schmitz

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Thermodynamik I, II

Qualifikationsziele:Kenntnisse:

- Kenntnisse über wärmetechnische Anlagen und die Einbeziehung regenerativer Energien

Fähigkeiten:

- Fähigkeit zur Berechnung von häuslichen, gewerblichen und industriellen Beheizungsanlagen sowie zur Beurteilung komplexer Energiesysteme.
- Befähigung zur Planung und Realisierung von energiesparenden und wärmetechnischen Anlagen

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche oder schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Wärmetechnik

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Einleitung
2. Grundlagen der Wärmetechnik
 - 2.1. Wärmeleitung
 - 2.2. Konvektiver Wärmeübergang
 - 2.3. Wärmestrahlung
 - 2.4. Wärmedurchgang
 - 2.5. Verbrennungstechnische Kennzahlen
 - 2.6. Elektrische Erwärmung
 - 2.7. Wasserdampfdiffusion
3. Heizungssysteme
 - 3.1. Warmwasserheizungen
 - 3.2. Anlagen zur Warmwasserbereitung
 - 3.3. Rohrnetzberechnung
 - 3.4. Wärmeerzeuger
 - 3.5. Warmluftheizungen
 - 3.6. Strahlungsheizungen
4. Wärme- und Wärmebehandlungssysteme
 - 4.1. Industrieöfen
 - 4.2. Schmelzanlagen
 - 4.3. Trocknungsanlagen
 - 4.4. Schadstoffemissionen
 - 4.5. Schornsteinberechnungsverfahren
 - 4.6. Energiemesssysteme
5. Verordnung und Normen
 - 5.1. Gebäude
 - 5.2. Industrielle und gewerbliche Anlagen

Literatur:

Breton, Eberhard: *Handbuch der Gasverwendungstechnik*. Oldenbourg Verlag, München, 1987

Modul: Parameterschätzung und adaptive Regelung

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Parameterschätzung und adaptive Regelung	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Munack

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagenkenntnisse in Regelungstechnik

Qualifikationsziele:

- Kenntnisse über Methoden zur Parameterschätzung in dynamischen Systemen sowie deren Kombinationen mit Regelungsalgorithmen zu expliziten adaptiven Regelungsverfahren.
- Fähigkeit zur fallweisen Bewertung und Auswahl der adaptiven Regelungsverfahren nach technischen Anforderungen.

ECTS-Leistungspunkte:

3

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 62

Lehrveranstaltung: Parameterschätzung und adaptive Regelung**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Axel Munack

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einleitung: Gauß-Methode der kleinsten Quadrate
- Parameterschätzung für nichtlineare dynamische Systeme (Off-line-Methoden; zeitkontinuierliche Modelle)
- Identifizierbarkeit von Parametern
- Adaptive Regelung nach dem OLFO-Verfahren
- Grundlagen der Darstellung zeitdiskreter Signale und Systeme
- Grundbegriffe stochastischer Prozesse
- Regler für stochastisch gestörte lineare zeitdiskrete Systeme
- Parameterschätzung für lineare dynamische Systeme (On-line-Methoden; zeitdiskrete Modelle)
- Adaptive Regelungen für lineare zeitdiskrete Systeme
- Generalized Predictive Control

Literatur:

Eine Literaturliste wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

Modul: Reinigungstechnik (CIP)**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Reinigungstechnik (CIP)	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Stein

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundoperationen, Reaktionstechnik

Qualifikationsziele:

Kenntnisse über die Grundlagen der Bildung und automat. Entfernung von Ablagerungen, reinigungsfähige Komponenten und Anlagen, Reinigungsanlagen.

ECTS-Leistungspunkte:

2

Prüfungsart:

Modulnachweis

Studien/Prüfungsleistungen:

Mündliche oder schriftliche Prüfung (abhängig von der Anzahl der Teilnehmer)

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 28

Lehrveranstaltung: Reinigungstechnik (CIP)**Dozent:**

Prof. Stein

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Bildung von Ablagerungen (Fouling) in hygienischen Anlagen (Lebensmittel-, Pharmazie-, Molkereianlagen)
- Entfernung von Ablagerungen (Reinigung)
- Anforderungen an den Bau reinigungsfähiger Anlagen
- Anforderungen an die Konstruktion reinigungsfähiger Komponenten (Rohrverbindungen, Armaturen, Apparate)
- Reinigungsanlagen
- Gesetzliche Vorschriften

Literatur:

Umdrucke werden im Rahmen der Vorlesung ausgegeben.

Modul: Numerische Software**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Numerical Software	Vorlesung	2
Übung: Numerical Software	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Mackens

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Undergraduate Engineering Math

Qualifikationsziele:

At completion of the course the Students will know the most important features of MATLAB, an interactive system for numerical computation and its applications to ordinary differential equations, as well as FEM-LAB, a package of programs for the solution of partial differential equations. They are able to work independently with said software and can apply their knowledge to solve numerical engineering problems.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Written examination

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Numerische Software**Dozent:**

Prof. Dr. Wolfgang Mackens

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Introduction to MATLAB, elementary data types and elementary operations
- Storage allocation, plotting, elementary problems of analysis (differentiation, integration)
- In-files: scripts, functions, parameter transfer, elementary matrix-vector operations of linear algebra, matrix decompositions
- ODE (ordinary differential equations) solvers: types and solutions of simple initial value problems (IVP), stiff systems of differential equations
- systems of differential equations, 2- and 3-dimensional phase diagrams, ODE generated mappings of Poincaré-type
- ODE approach of the solution of nonlinear parameter dependent systems of differential equations and optimisation problems: Davidenko-equation, Newton- and gradient flows
- Method of lines for time-dependent equations: wave- and diffusion-equations
- Shooting method for boundary value problems (auxiliary problems: solution of systems of non-linear equations)
- Inverse problems related to ODE's (auxiliary problems: spline interpolation, minimization algorithms)
- Introduction to FEM-LAB and solution of elliptic partial differential equations by means of FEM-LAB

Literatur:

D. J. Higham, N. J. Higham: Matlab Guide, Siam (2000)

Sommersemester**Modul: Systemverfahrenstechnik****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Systemverfahrenstechnik	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Fieg

Zulassungsvoraussetzung:

Keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Thermische, Mechanische und Chemische Verfahrenstechnik, Prozess- und Anlagentechnik

Qualifikationsziele:

- Erklärung der Theorie und der Praxis im Bereich der Systemverfahrenstechnik
- Fokussierung auf auftretende Schwierigkeiten beim Prozess der Fällung von relevanten Entscheidungen während der Prozesssynthese
- Verstehen komplexer ingenieurmäßiger Aufgabenstellungen durch industrielle Beispiele sowie Daumenregeln

ECTS-Leistungspunkte:

2

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 32

Lehrveranstaltung: Systemverfahrenstechnik**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. G. Fieg

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einführung
- Prozesssynthese
- Dekomposition (hierarchischer Ansatz)
- wirtschaftliche Bewertung
- Prozessintegration
- Prozessführung
- Systemdynamik
- Stationäre Auslegung und Prozessführung (Wechselwirkungen)
- Regelstrukturen für typisches industrielles Equipment
- Mehrgrößensysteme (RGA-Methode, Wechselwirkungen zwischen Regelkreisen)
- Anfahren von Produktionsanlagen: eine industrielle Fallstudie
- Synthese von Wärmerückgewinnungssystemen
- Pinch Technologie (minimaler Energiebedarf, Summenkurven, Wärmekaskade, numerische Methode)
- Auslegung von Wärmeübertrager-Netzwerken

Übungen:

- Rechenübungen (Softwaretool: HX-NET™ / Aspen Tech)
- Simulationsübungen

Literatur:

L. Biegler, I.E. Grossmann, A.W. Westerberg; Systematic methods of Chemical Process Design; Prentice, Hall PTR, 1997

A.C. Dimian; Integrated Design and Simulation of Chemical Processes, Elsevier, 2003

J.M. Douglas; Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill, 1988

Modul: Numerische Simulation

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Numerische Simulation	Vorlesung	2
Übung: Numerische Simulation	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Voß

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse in Analysis (Differential- und Integralrechnung für reelle Funktionen, Funktionen von mehreren Veränderlichen) und Gewöhnlichen Differentialgleichungen (Existenz- und Eindeutigkeitsätze, lineare Differentialgleichungssysteme)

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Typen und Eigenschaften gewöhnlicher Anfangs- und Randwertaufgaben einzuschätzen, abhängig von der Aufgabenstellung geeignete Verfahren zur numerischen Behandlung auszuwählen und die numerischen Ergebnisse zu bewerten.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Numerische Simulation

Dozent:

Prof. Dr. Heinrich Voß

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

Numerische Behandlung gewöhnlicher Anfangswertaufgaben:

- Einschrittverfahren
- Mehrschrittverfahren
- Steife Probleme
- Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1
- Linienmethoden für parabolische und hyperbolische Anfangswertaufgaben

Numerische Verfahren für Randwertaufgaben:

- Anfangswertmethoden
- Mehrzielmethode
- Differenzenverfahren
- Variationsmethoden

Literatur:

E. Hairer, S.P. Norsett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems. Springer-Verlag, New York, 2. ed.2000

E. Hairer, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems. Springer-Verlag, New York, 2. ed..2004

U.M. Ascher, L.R. Petzold: Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations. SIAM, Philadelphia 1998

Modul: Numerik großer nichtlinearer Systeme**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Numerik großer nichtlinearer Systeme	Vorlesung	2
Übung: Numerik großer nichtlinearer Systeme	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Mackens

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Mathematik I - III, Einführung in die Numerische Mathematik empfohlen

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls können die Studierenden

- die Strukturen der üblichen unten angegebenen Verfahren zur numerischen Behandlung großer nichtlinearer Gleichungssysteme wiedergeben und deren intendierte Wirkungen erklären.
- nichtlineare Gleichungssysteme in einfachen Anwendungen erkennen, methodengerecht formulieren, geeignete Lösungsverfahren für die Probleme auswählen, damit approximative Lösungen konstruieren und die gewonnenen Lösungsnaherungen hinsichtlich ihrer Güte bewerten.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Numerik großer nichtlinearer Systeme**Dozent:**

Prof. Wolfgang Mackens

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Fixpunktmethoden
- Newton Typ Methoden
- Interpretation und Eigenschaften des Newton-Schritte

- Approximative Newton-Verfahren
- Globalisierung von Iterationsverfahren
- Dämpfung
- Trust-Region-Globalisierung
- Homotopie
- Kondensationsmethoden für sehr große Systeme

Literatur:

J.E.Dennis, R.B. Schnabel: Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations, SIAM 1996

Deuflhard, P. und Hohmann, A.: Numerische Mathematik I, 2. Auflage, W.de Gruyter, Berlin 1993

Gramlich, G. und W. Werner: Numerische Mathematik mit MATLAB, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg 2000

Kelley. C.T.: Iterative Methods for Linear and Nonlinear Equations, SIAM, Philadelphia 1995

Ortega, J.M. and W.C. Rheinboldt: Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables, Academic Presse, New York, 1970

Schwetlick, H.: Numerische Lösung nichtlinearer Gleichungen. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1979

Modul: Hochdruckverfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Produktionsverfahren unter hohen Drücken	Vorlesung	2
Moderne Trennverfahren	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Monika Johannsen

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Chemie, Mischphasenthermodynamik, Chemische Verfahrenstechnik, Thermische Verfahrenstechnik

Qualifikationsziele:

Bei erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden anschließend in der Lage,

- den Einfluss des Drucks auf die physikalisch-chemischen und thermodynamischen Eigenschaften eines Fluids zu verstehen;
- Hochdruckverfahren in komplexen Industrieanwendungen einzuplanen;
- die Effektivität der Hochdruckverfahren hinsichtlich Investition und laufender Kosten einzuschätzen;
- die thermodynamischen Grundlagen für Verfahren mit überkritischen Fluiden zu erklären;
- Parameter zur Optimierung von Prozessen mit überkritischen Fluiden zu bestimmen;
- Feststoffextraktion und Gegenstromextraktion mit Modellen zu beschreiben;
- das Anwendungspotential von Trennverfahren mit überkritischen Fluiden zu erkennen;
- Trennverfahren mit überkritischen Fluiden und mit konventionellen Lösungsmitteln zu vergleichen und zu beurteilen;
- ein spezielles Thema wissenschaftlich aufzubereiten, zu präsentieren und zu diskutieren.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Vortrag zu einem wissenschaftlichen Artikel mit schriftlicher Zusammenfassung

Schriftliches Examen und Case Study

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Produktionsverfahren unter hohen Drücken**Dozent:**

Dr.-Ing. Carsten Zetzel

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:Teil I: Physikalische Chemie und Thermodynamik

1. Einleitung : Überblick, Druckaufbau, Parameterbereich.
2. Einfluss des Drucks auf die Fluideigenschaften: P,v,T-Verhalten, Enthalpie, Interne Energie, Entropie, Wärmekapazität, Viskosität, Diffusionskoeffizient, Oberflächenspannung.
3. Einfluss des Drucks auf heterogene Gleichgewichte und Phasengleichgewichte
4. Übersicht zur Berechnung von Hochdruck-Phasengleichgewichten, Transportprozessen, Wärme- und Stoffübertragung.

Teil II : Hochdruckverfahren

5. Trennverfahren bei erhöhten Drücken: Absorption, Adsorption (pressure swing adsorption), Destillation (Luftdestillation), Kondensation (Gasverflüssigung)
6. Überkritische Fluide als Lösemittel: Gasextraktion, Reinigung, Lösemittel in Reaktionssystemen, Färbung, Imprägnierung, Partikelformulierung
7. Reaktionen bei erhöhten Drücken, Synthesegas. Einfluss des Drucks auf Biochemische Systeme

Teil III : Industrielle Produktionsanwendungen

8. Reaktion : Haber-Bosch-Prozess, Methanolsynthese, Polymerisationen; Hydrierungen, Pyrolyse, Hydrocracking; Hochdruck-Nassoxidation, Überkritische Wasseroxidation (SCWO)
9. Trennungen : Linde-Verfahren, Entkoffeinierung, Ölextraktion, Petro- and Bio-Raffinerie
10. Industrielle Hochdruckanwendungen in der Bio-ethanol, Biodiesel und Syn-Fuel Produktion
11. Sterilisierung und Enzym-Katalyse
12. Feststoffe in Hochdruckverfahren, Ein- und Ausschleusung, Transport im Reaktor.
13. Überkritische Fluide bei der Materialherstellung.
14. Cost Engineering

Literatur:

Script: High Pressure Chemical Engineering.

G. Brunner: Gas Extraction. An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes. Steinkopff, Darmstadt, Springer, New York, 1994.

Lehrveranstaltung: Neue Trennverfahren**Dozent:**

Privatdoz. Dr. habil. Monika Johannsen

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einführung/Übersicht über Eigenschaften überkritischer Fluide (SCF) und deren Anwendung in Trennprozessen

- Löslichkeiten von Substanzen in überkritischen Fluiden und andere Phasengleichgewichte in Gegenwart überkritischer Fluide
- Feststoffextraktion: Grundlagen, Hydrodynamik und Stofftransport
- Feststoffextraktion: Anwendungen und Prozesse (inkl. überkritisches Wasser)
- Gegenstromextraktion: Grundlagen und Methoden, Hydrodynamik und Stofftransport
- Gegenstromextraktion: Anwendungen und Prozesse
- Lösungsmittelkreislauf, Abscheidungsverfahren
- Chromatographie mit überkritischen Fluiden (Supercritical Fluid Chromatography - SFC): Grundlagen und Anwendungen
- Simulated Moving Bed Chromatographie (SMB)
- Membrantrennungen unter hohem Druck
- Trennungen mittels Reaktionen in überkritischen Fluiden (Enzyme)

Literatur:

G. Brunner: Gas Extraction. An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes. Steinkopff, Darmstadt, Springer, New York, 1994.

Modul: Simulation dynamischer Systeme

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Simulation dynamischer Systeme	Vorlesung	1
Übung: Simulation dynamischer Systeme	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Munack

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Regelungstechnik

Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Teilnehmer die wichtigsten Verfahren zur Simulation dynamischer Systeme und die Beurteilungskriterien für ihre Anwendbarkeit sowie Leistungsfähigkeit. Sie können darüber hinaus mit Simulationssoftware Aufgabenstellungen aus der Ingenieurpraxis bearbeiten.

ECTS-Leistungspunkte:

3

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Praktikum incl. Kolloquium

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 62

Lehrveranstaltung: Simulation dynamischer Systeme

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Axel Munack

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Aufstellen von Modellen für technische Prozesse
- Numerische Methoden zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Numerische Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen (hier nur: Strömungsgleichungen und Diffusions-/Konvektionsgleichungen)

Arbeitsweise:

Vorlesung mit Beispielen; zusätzlich zwei Rechnerpraktika in Gruppen zu zwei oder drei Kommilitonen

Literatur:

Eine Literaturliste wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

Modul: Polymerisationstechnik

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Polymerisationstechnik	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Moritz

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Chemie I, Chemie II, Physikalische Chemie

Qualifikationsziele:

Verständnis für die Abhängigkeit der technischen Darstellung von Polymeren mit bestimmten Produkteigenschaften von gezielter Reaktionsführung einschließlich der Reaktorauswahl.

Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Reaktionsführung und Reaktoren zur Herstellung von Polymeren mit bestimmten Produkteigenschaften.

ECTS-Leistungspunkte:

2

Prüfungsart:

Modulnachweis

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 28, Eigenstudium: 32

Lehrveranstaltung: Polymerisationstechnik

Dozent:

Prof. Dr. Moritz

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

1. Einführung, Synthese und Charakterisierung von Makromolekülen
2. Polymerbildungsreaktionen; Mechanismus, Reaktionskinetik
 - 2.1. Polykondensation, Polyaddition
 - 2.2. Radikalische Polymerisation

- 2.3. Ionische Polymerisation
- 2.4. Insertions-Polymerisation
- 2.5. Copolymerisation
- 3. Industrielle Polymerisationsverfahren
 - 3.1. Substanzpolymerisation
 - 3.2. Lösungspolymerisation
 - 3.3. Fällungspolymerisation
 - 3.4. Suspensionspolymerisation
 - 3.5. Emulsionspolymerisation

Literatur:

Rempp, P.; Merrie, E.: Polymer Synthesis. Hüthig und Wepf Verlag, Basel, Heidelberg, New York, 1986.
 Elias, H.- G.: Makromoleküle Bd. 1. Hüthig und Wepf Verlag, Basel, Heidelberg, New York, 5. Auflage, 1990.
 Echte, A.: Handbuch der Technischen Polymerchemie. VCH Verlagsges, Weinheim, 1993.
 Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5. bzw. 1. engl. Ausgabe, VCH Verlagsges, Weinheim, ab 1985.

Modul: Statistische Thermodynamik und Mehrphasengleichgewichte

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Statistische Thermodynamik und molekulare Modellierung	Vorlesung	2
Mehrphasengleichgewichte	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Keil

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der chemischen Thermodynamik

Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind folgende Qualifikationen vorhanden:

Kenntnisse:

- Grundlagen der statistischen Thermodynamik (Ensembles, einfache Systeme),
- die wichtigsten Methoden der klassischen molekularen Modellierung (Monte Carlo, Moleküldynamik) in verschiedenen Ensembles.
- Es werden Computerprogramme im Detail diskutiert.
- Vertiefte Kenntnisse der thermodynamischen Eigenschaften von Stoffmischungen und deren Phasengleichgewicht.
- Kenntnis der Bedeutung des Phasengleichgewichts von Stoffmischungen für die industrielle Produktion mit entsprechenden Beispielen aus der Praxis.

Fertigkeiten:

- Die Studenten können einfache Computerprogramme für die Lösung von Problemen mit der Monte Carlo- oder Moleküldynamik-Methode erstellen

Kompetenzen:

- Anwendung der Grundlagen der statistischen Thermodynamik
- Auswahl geeigneter molekularer Simulationsmethoden
- Systemkenntnisse: Lösung von Problemen mit Methoden der molekularen Modellierung
- Fähigkeit zur Berechnung und experimentellen Bestimmung des Phasengleichgewichts bei Stoffmischungen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 116

Lehrveranstaltung: Statistische Thermodynamik und molekulare Modellierung**Dozent:**

Prof. Frerich Keil

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einführung in die statistische Thermodynamik
- Ensembles (kanonisch, mikrokanonisch, großkanonisch)
- Der klassische Grenzfall
- Zwischenmolekulare Potentiale , Kraftfelder
- Monte Carlo Methode, Beispiel :Zustandsgleichung eines Lennard-Jones Fluids
- Moleküldynamik für Atome, Integration der Bewegungsgleichungen, Berechnung von Transporteigenschaften, Beispiel
- Moleküldynamik für Moleküle (Shake, Rattle, Mehrfachzeitschritte) , Beispiel : Diffusionskoeffizienten
- Nose-Hoover- und Andersen-Thermostat
- Phasengleichgewichte
- Gibbs Ensemble , Beispiel : Phasengleichgewicht
- Ising Model

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Literatur:

Daan Frenkel, Berend Smit: Understanding Molecular Simulation, Academic Press

M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulations of Liquids, Oxford Univ. Press

D. A. McQuarrie: Statistical Mechanics, University Science Books

T. L. Hill: Statistical Mechanics , Dover Publications

Lehrveranstaltung: Mehrphasengleichgewichte**Dozent:**

Ralf Dohrn

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Bedeutung von Stoffdaten in der industriellen Praxis, Grundlagen der Thermodynamik
- Zustandsgleichungen
- Thermodynamische Eigenschaften reiner Stoffe
- Thermodynamische Eigenschaften von Stoffmischungen

- Phasengleichgewichte von Mischungen, einschließlich industrieller Beispiele
- Experimentelle Methoden zur Messung von Phasengleichgewichten
- Phasengleichgewichte von Polymersystemen, industrielle Beispiele

Studien/Prüfungsleistungen:

Powerpointpräsentation mit Gruppendiskussion

Literatur:

R. Dohrn, Berechnung von Phasengleichgewichten, Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 1994.

Prasnitz, J.M.; Azevedo, E.G. de; Lichtenthaler, R.: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Prentice Hall, 2001

S. I. Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, 3rd Ed., New York, 1999.

Artikel über neuere Forschungsergebnisse sind im Intranet abrufbar

Wahlpflichtmodule Biotechnologie

Wintersemester

Modul: Implantate und medizinische Regeneration

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Regenerative Medizin	Vorlesung	2
Biomaterialien	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Schilling

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

keine

Qualifikationsziele:

Die Studenten erhalten einen Überblick über Probleme und aktuelle Lösungsansätze in der regenerativen Medizin.

Sie kennen die Zusammensetzung, Struktur, Eigenschaften, Funktion und Veränderung von biologischen und technischen Materialien für den Ersatz im menschlichen Bewegungsapparat und sind in der Lage, die Vor- und Nachteile verschiedener Materialien und Methoden für eine Problemstellung aus der Praxis zu vergleichen und zu bewerten.

ECTS-Leistungspunkte:

5

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 94

Lehrveranstaltung: Regenerative Medizin

Dozent:

Arndt Schilling, Ralf Pörtner, Frank Feierabend, Christiane Goepfert

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Der Kurs beschäftigt sich mit der Anwendung biotechnologischer Techniken für Regeneration menschlicher Gewebe. Die Hauptthemen sind Stammzellen, Tissue Engineering, die Erzeugung von künstlichen Organen wie Knorpel, Leber, Blutgefäßen etc. und ihre Anwendungen:

- Einleitung (historische Entwicklung, Beispiele für die medizinischen und technischen Anwendungen, Marktübersicht)
- Spezifische Grundlagen der Zelle (Zellenphysiologie, Biochemie, Metabolismus, spezielle Anforderungen für Zellenkultur "in-vitro")
- Spezifische Prozessgrundlagen (Anforderungen für Kultursysteme, Beispiele für Reaktorentwurf, mathematisches Modellieren, Prozess- und Steuerstrategien)
- Beispiele für Anwendungen (Gentherapie, Gewebetchnik)

Die Grundlagen werden von den Dozenten dargestellt. Der aktuelle Stand der Entwicklung wird von den Studierenden anhand ausgewählter aktueller Publikationen selbstständig erarbeitet und während des Kurses präsentiert.

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche und mündliche Präsentation.

Literatur:

Regenerative Biology and Medicine (Taschenbuch) von David L. Stocum; Academic Pr Inc; ISBN-10: 0123693713, ISBN-13: 978-0123693716

Fundamentals of Tissue Engineering and Regenerative Medicine von Ulrich Meyer (Herausgeber), Thomas Meyer (Herausgeber), Jörg Handschel (Herausgeber), Hans Peter Wiesmann (Herausgeber): Springer, Berlin; ISBN-10: 3540777547; ISBN-13: 978-3540777540

Lehrveranstaltung: Biomaterialien

Dozent:

Prof. Dr. Arndt Schilling

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Einleitung (Bedeutung, Entwicklung, Begriffe, Einbettung)
2. Biologische Materialien
 - Grundlagen (Bestandteile, Untersuchungsmethoden)
 - Knochenmaterial (Zusammensetzung, Entwicklung, Eigenschaften, Einflussgrößen)
 - Knorpelmaterial (Zusammensetzung, Struktur, Eigenschaften, Einflussgrößen)
 - Flüssigkeiten (Blut, Synovia)
3. Biologische Strukturen
 - Meniskus des Kniegelenks
 - Zwischenwirbelscheiben
 - Zähne

- Bänder
 - Sehnen
 - Haut
 - Nerven
 - Muskeln
4. Ersatzmaterialien
- Grundlagen (Geschichte, Anforderungen, Normen)
 - Stahl (Legierungen, Eigenschaften, Körperreaktionen)
 - Titan (Legierungen, Eigenschaften, Körperreaktionen)
 - Keramik und Glas (Eigenschaften, Körperreaktionen)
 - Kunststoffe (Eigenschaften von PMMA, HDPE, PET, Körperreaktionen)
 - Natürliche Ersatzmaterialien
 - Gewebeklebstoffe

Studien/Prüfungsleistungen:

Mündliche Prüfung

Literatur:

Black, J.: Orthopedic Biomaterials in Research and Practice, Churchill Livingstone, 1988 (TUB 2711/60).

Recum, A. F.: Handbook of Biomaterials Evaluation, Macmillan Publishing, 1986 (TUB 2733/320).

Wintermantel, E. und Ha, S.-W.: Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen. Berlin: Springer, 1996

Modul: Biokatalyse

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Technische Biokatalyse	Vorlesung	2
Biokatalyse und Enzymtechnologie	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Dr. Andreas Liese

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Bioverfahrenstechnik - Grundlagen, Chemie und Biochemie

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls haben die die Studierenden

- einen Überblick über relevante Biotransformationen und deren Definitionen und sind in der Lage, diese wiederzugeben;
- die prozesstechnische Realisierung der Verfahren verstanden und können diese auf neue Aufgaben übertragen;
- ein breites Wissen über Enzyme und ihre Anwendungen in Industrie und Forschung , dass sie wiedergeben können;
- das grundlegende Verständnis von der Enzymkatalyse und von Enzymprozessen, dass sie auf neue Aufgabenstellungen übertragen können.

Sie sind in der Lage,

- Probleme und spezielle Herausforderungen einzelner Verfahren zu analysieren und Lösungen zu diskutieren;
- verschiedene Enzymreaktoren und deren wichtigste Parameter zu benennen und für neue Anwendungen einzustufen;
- fachliche Inhalte auf Englisch zu kommunizieren und eine wissenschaftliche Diskussion in englischer Sprache zu führen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Technische Biokatalyse**Dozent:**

Prof. Dr. Andreas Liese

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Einführung
2. Produktion und Aufarbeitung von Biocatalysatoren
3. Analytische Methoden (offline/online)
4. Reaction Engineering & Prozess Kontrolle
 - a. Definitionen
 - b. Reaktoren
 - c. Membranprozesse
 - d. Immobilisierung
5. Prozess Optimierung
 - a. Simplex / DOE / GA
6. Beispiele für industrielle Prozesse
 - a. Nahrung / Futtermittel
 - b. Feinchemikalien
7. Nicht wässrige Lösungsmittel als Reaktionsmedium
 - a. ionische Flüssigkeiten
 - b. Überkritisches CO₂
 - c. Lösungsmittelfrei

Literatur:

Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006

H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2005

K. Buchholz, V. Kasche, U. Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology, VCH, 2005

R. D. Schmidt: Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering, Wiley-VCH, 2003

Lehrveranstaltung: Biokatalyse und Enzymtechnologie**Dozent:**

Prof. Dr. Andreas Liese

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Einführung: Aktuelle Bedeutung und mögliches Potential von enzymtechnischen Prozessen in der Biotechnologie.

2. Geschichte der mikrobiellen und enzymatischen Biotransformation.
3. Chiralität - Definition & Messung
4. Biochemische Grundreaktionen, Struktur und Funktion von Enzymen.
5. Biokatalytische Retrosynthese von asymmetrischen Molekülen
6. Enzymkinetik: Mechanismen und Berechnung, Mehrsubstratkinetiken.
7. Reaktoren für enzymtechnische Prozesse.

Literatur:

- K. Faber: Biotransformations in Organic Chemistry, Springer, 5th Ed., 2004
 A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006
 R. B. Silverman: The Organic Chemistry of Enzyme-Catalysed Reactions, Academic Press, 2000
 K. Buchholz, V. Kasche, U. Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology. VCH, 2005.
 R. D. Schmidt: Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering, Woley-VCH, 2003

Modul: Grenzflächen und Lebensmittelverfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Grenzflächen in verfahrenstechnischen Prozessen	Vorlesung	2
Lebensmittelverfahrenstechnik	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Eggers

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Wärme- und Stoffübertragung I Trennverfahren; Wärme-und Stofftransport I

Qualifikationsziele:

- Vertiefte Kenntnis der Thermodynamik von Phasengrenzen
- Kenntnis Experimenteller Methoden
- Kenntnis von verfahrenstechnischen Anwendungen der physikalischen Chemie von fluiden Phasengrenzen
- Kenntnisse von stofflichen Eigenschaften der Lebensmittel
- Grundlagenkenntnisse von Produktionsprozessen für Lebensmittel
- Vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Herstellprozessen

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 60, Eigenstudium: 60

Lehrveranstaltung: Grenzflächen in verfahrenstechnischen Prozessen

Dozent:

P. Jaeger; R. Eggers

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Allgemeine Beschreibung der Phänomene
 - 1.1 Gibbs Adsorption
 - 1.2 Grenzflächenspannungen (Prinzipien, Methoden, Beispiele)
 - 1.3 Benetzung
 - 1.4 Tropfenphänomene
2. Oberflächenchemie
 - 2.1 Tenside
 - 2.2 Adsorption - Diffusion
 - 2.3 Effekte auf die Grenzflächenspannung
 - 2.4 HLB; CMC
3. 3 Transport Phänomene
 - 3.1 Stofftransport über Phasengrenzen
 - 3.2 Stofftransport über Phasengrenzen
 - 3.3 Grenzflächenkonvektion
 - 3.4 Einfluß von Tensiden
4. Anwendungen

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Klausur

Literatur:

A.I. Rusanov: Phasengleichgewichte und Grenzflächenerscheinungen, Akademie Verlag, Berlin 1978.

P. Grassmann: Physikalische Grundlagen der Verfahrenstechnik, Verlag Salle und Sauerländer, 1983.

M.J. Schwuger: Lehrbuch der Grenzflächenchemie, Thieme Verlag, 1996.

C. Weser: Die Messung der Grenz- und Oberflächenspannung von Flüssigkeiten - eine Gesamtdarstellung für den Praktiker, GIT Fachzeitschrift f. d. Laboratorium, 24 (1980), 642 - 648 und 734.

Lehrveranstaltung: Lebensmittelverfahrenstechnik Food Technology**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Rudolf Eggers

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

1. Stoffliche Eigenschaften: Rheologie, Transportgrößen, Messtechnik, Qualitätsaspekte
2. Prozesse bei Umgebungsbedingungen, bei erhöhten Temperaturen und Drücken
3. Energetische Bewertung
4. Ausgewählte Prozesse: Speiseölherstellung; Röstkaffee

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur oder mündliche Prüfung

Literatur:

M. Bockisch: Handbuch der Lebensmitteltechnologie, Stuttgart, 1993

R. Eggers: Vorlesungsmanuskript

Modul: Angewandte Mikrobiologie

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Technische Mikrobiologie	Vorlesung	2
Aktuelle Entwicklungen der angewandten Mikrobiologie	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Antranikian

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse in Mikrobiologie

Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse der Allgemeinen Mikrobiologie und erweitertes Verständnis für die biotechnologische Bedeutung von Mikroorganismen.

Grundlegendes Verständnis aktueller Fragen der Mikrobiologie und deren Bedeutung für die Industrie.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Technische Mikrobiologie

Dozent:

Prof. Dr. G. Antranikian

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Geschichte der Mikrobiologie und Biotechnologie
- Zelltypen, Bewegung, Speicherstoffe, Sporenbildung und Transportprozesse
- Molekularbiologie
- Taxonomie der Bakterien, Archaeen und Eukaryoten
- Pathogene Keime
- Diversität von Viren, Struktur und Aufbau
- Physiologie: Kultivierung von aeroben und anaeroben Mikroorganismen
- Nährmedien, Substratabbau und -transport
- Batch und kontinuierliche Kulturen
- Stoffwechsel von aeroben und anaeroben Mikroorganismen
- Phototrophe Bakterien, chemolithotrophe und methanogene Mikroorganismen
- Mikroorganismen unter industriellen Gesichtspunkten, Einsatz in der Lebensmittel-, Pharma- und Chemischen Industrie
- Fermentation zur Herstellung von Lösungsmitteln, Alkoholen, Säuren und Gasen

- Produktion von Zitronensäure, Aminosäuren und Vitaminen
- Produktion und Einsatz von technischen Enzymen
- Bioraffineriekonzept

Literatur:

Lengeler, Drews, Schlegel: Biology of the Prokaryotes. Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1999.
 Rehm, H. J.: Industrielle Mikrobiologie. Springer Verlag, Berlin, New York u.a. 2. Auflage, 1980.
 Brock - Biology of Microorganisms. Prentice-Hall International Editions, 11th Edition, 2006.
 Brock - Mikrobiologie. Hrsg. Madigan, Martinko, Pearson Studium, 11. Auflage 2006.
 Antranikian - Angewandte Mikrobiologie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2005.

Lehrveranstaltung: Aktuelle Entwicklungen der angewandten Mikrobiologie

Dozent:

Prof. G. Antranikian

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Industrielle Bedeutung mikrobieller Enzyme
- Biotransformation unter extremen Bedingungen
- Moderne Methoden in der Genetik
- Neue Methoden zur molekularen Klonierung
- Genomforschung
- Gerichtete Evolution zur Herstellung von maßgeschneiderten Enzymen
- Enantioselektive Biokatalyse
- Kompatible Solute und deren Anwendung
- Synthetische Biologie
- Zukunft der weißen (industriellen) Biotechnologie

Literatur:

Aktuelle Publikationen werden im Kurs zur Verfügung gestellt

Modul: Biochemie und -technologie

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Trends in der Biotechnologie	Vorlesung	2
Aktuelle Entwicklungen der technischen Biochemie	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Dr. Andreas Liese

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse in Biologie, Chemie und Biochemie

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage sein,

- grundlegende Zusammenhänge biochemischer Verfahren zu verstehen und anzuwenden;
- die Barrieren und Chancen von Enzymenwendungen in der Industrie zu verstehen;
- eine Reihe von Beispielen von Enzymenwendungen im täglichen Leben aufzuzählen und zu erläutern;

- wissenschaftliche Themen auf Basis verschiedener Veröffentlichungen sinnvoll in einer Power Point Präsentation zusammenzufassen und vor einem Publikum in englischer Sprache vorzutragen;
- die Inhalte des wissenschaftlichen Vortrags mit dem Auditorium in englischer Sprache zu diskutieren und zu bewerten.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 48, Eigenstudium: 102

Lehrveranstaltung: Trends in der Biotechnologie

Dozent:

Prof. Dr. Rudolf Müller

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Präsentation und Bewertung eines 20-minütigen Vortrags zu einem neuen Übersichtsartikel aus der Zeitschrift Trends in Biotechnology

Diskussion des Vortrags mit den Kommilitonen

Studien/Prüfungsleistungen:

Die Präsentation und die Beiträge zur Diskussion der verschiedenen Themen werden bewertet.

Literatur:

Artikel aus der Zeitschrift Trends in Biotechnology, die an die Studenten zu Beginn des Semesters verteilt werden.

Lehrveranstaltung: Aktuelle Entwicklungen der technischen Biochemie

Dozent:

Prof. Dr. rer. nat. Andreas Liese

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Einführung - Enzyme im täglichen Leben

Definitionen & Kriterien zur Bewertung von Biotransformationen

Fallbeispiele von industriellen Biotransformationen

Studentenvorträge zu den Themen:

- Biodiesel
- Biomaterialien
- Bioraffinerie
- Directed Evolution

- High Throughput Screening
- Metagenomic Screening
- Pathway Engineering
- Plant Technology
- Produktion von Insulin
- Promiscuity of Enzyme Activity
- Proteomics
- Rational Enzyme Engineering
- Systembiologie
- Systembiotechnologie

Studien/Prüfungsleistungen:

Präsentation und schriftliche Prüfung

Literatur:

Industrial Biotransformations, A.Liese, K.Seelbach, C.Wandrey, 2006, Wiley-VCH, Weinheim, ISBN 3-527-30094-5.

Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering, Rolf Schmid, 2003, Wiley-VCH, Weinheim.

Biokatalysatoren und Enzymtechnologie, Klaus Buchholz, Volker Kasche, 2005, Wiley-VCH Weinheim

Modul: Bioreaktoren und Bioprozesse

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Bioreaktoren	Vorlesung	2
Bioverfahrenstechnische Produktionsprozesse	Seminar	2

Modulverantwortlich:

Prof. An-Ping Zeng

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Verfahrenstechnik bzw. Bioverfahrenstechnik auf Bachelorniveau

Qualifikationsziele:

Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage,

- zwischen verschiedenen Bioreaktortypen zu differenzieren und diese zu beschreiben;
- Peripherie- Steuer- und Regelgeräte von Bioreaktoren zu erkennen und zuzuordnen;
- integrierte Biosysteme, Bioprozesse incl. Up- und Downstream Processing, darzustellen;
- verschiedene Sterilisationsmethoden zu benennen und anwendungsspezifisch zu bewerten;
- Prozessführungskonzepte für Bioreaktoren zu beschreiben und diese durch Analyse charakteristischer Merkmale einer Biokonversion auszuwählen;
- ein Bioreaktorsystem einschließlich Peripherie vom Labor bis Technikumsmaßstab zu planen und zu berechnen;
- ein vorhandenes Bioreaktorsystem an einen Prozess anzupassen und technisch zu optimieren
- Konzepte zur Integration von Bioreaktoren in Produktionsprozesse zu erstellen;
- im Team gemeinsam eine technische Problemstellung zu erarbeiten und in der Gruppe eine Präsentation durchzuführen;
- interdisziplinäre Zusammenhänge und die Komplexität ingenieurtechnischer Probleme bei biotechnologischen Prozessen zu erkennen und zu formulieren;
- sich die erforderlichen Informationen zu beschaffen, diese zu analysieren und zu bewerten;
- Probleme bei der Auslegung und Gestaltung biotechnologischer Prozesse zu formulieren, diese in Teilprobleme zu zergliedern und hierfür Lösungsansätze zu erarbeiten;
- Lösungen in mehrdimensionalen Entscheidungsräumen zu analysieren und zu bewerten.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Bioreaktoren**Dozent:**

Prof. Dr. An-Ping Zeng

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:Bioreaktor-Design und Peripherie:

- Reaktortypen und -geometrie
- Werkstoffe und Oberflächenbehandlung
- Rührer & Begasungsvorrichtung
- Dichtungen
- Armaturen
- periphere Komponenten
- Konstruktionsstandards
- Demonstration im Biotechnikum

Steriler Betrieb:

- theoretische Grundlagen der Sterilisation
- Sterilisationsmethoden
- Sterilisation von Sonden und Einbauten
- Testverfahren, automatisierte Sterilisation
- Animpftechniken
- Sterilfiltertechnik
- Autoklavierung
- kontinuierliche Sterilisation von Flüssigkeiten
- Demonstration im Biotechnikum.

Steuerung des Bioreaktorsystems:

- Wärmetransport und Temperaturregelung
- Massentransport und Regelung des gelösten Sauerstoffs
- Begasung und Mischen
- Rührsysteme und Energieeintrag,
- pH-Messung, Regelung des Reaktorvolumens, Schaumbekämpfung

Bioreaktorauswahl und Scale-up:

- Auswahlkriterien
- Scale-up und Scale-down
- Zellkulturreaktoren

Integrierte Biosysteme:

- Wechselwirkungen zwischen und Integration von Mikroorganismen, Biosynthese und Downstream-Processing

- Bio-Miniplant

Team-Arbeit mit Präsentation:

- Betriebsweisen ausgewählter Bioprozesse (z.B. Batch-, Fed-Batch- und kontinuierlichen Kultivierung)

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Literatur:

Storhas, Winfried, *Bioreaktoren und periphere Einrichtungen*, Braunschweig: Vieweg, 1994

Chmiel, Horst, *Bioprozeßtechnik; Bd. 1: Einführung in die Bioprozeßtechnik und Bd. 2: Angewandte Bioverfahrenstechnik*, Stuttgart, Fischer, 1991

Krahe, Martin, *Biochemical Engineering*, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Lehrveranstaltung: Bioverfahrenstechnische Produktionsprozesse

Dozent:

Garabed Antranikian, Andreas Liese, Ralf Pörtner, An-Ping Zeng

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

Biotechnische Produktionsprozesse für

- Lebensmittel und Lebensmittelzusätze
- Therapeutische Wirkstoffe
- Technische Biopolymere
- Pharmazeutika, Herbizide, Insektizide
- Organische Säuren und Grundchemikalien
- Abwasser- und Abfallaufbereitung

Die Studierenden bearbeiten in Gruppen einen vorgegebenen biotechnologischen Prozess und sollen sich die wesentlichen Charakteristika dieses Prozesses (Grundlagen, Auslegung, wirtschaftliche Bedeutung) erschließen. Eine kritische Analyse des Prozesses soll dazu dienen, mögliche Optimierungen (bzgl. Rohstoffen, Energiebedarf, Personalbedarf, Abfallentsorgung etc.) zu erkennen und hierfür Vorschläge zu erarbeiten. Die einzelnen Gruppen werden durch die Dozenten individuell betreut.

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche und mündliche Präsentation.

Literatur:

Rehm, Hans-Jürgen; G. Reed: *Biotechnology : A comprehensive treatise in 8 Vol.*, Weinheim: Verlag Chemie, 1981-1988,

Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. Wiley-VCH, 2003

Recent articles on the selected process in the scientific-technical and patent literature (journals, handbooks, databases (Internet). Textbooks for previous courses in the programmes.

Sommersemester

Modul: Zell- und Gewebekulturen

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Grundlagen von Zell- und Gewebekulturtechnik	Vorlesung	2
Medizinische Bioverfahrenstechnik	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Ralf Pörtner

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Bioverfahrenstechnik oder Verfahrenstechnik auf Bachelorniveau

Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- die grundlegenden Prinzipien von Zell- und Gewebekulturen zu erklären und zu beschreiben;
- die relevanten metabolischen und physiologischen Eigenschaften tierischer und humaner Zellen zu erklären;
- mathematische Modellierungen zum Zellmetabolismus auf einem höheren Niveau zu verstehen, zu analysieren und durchzuführen;
- die grundlegenden Prinzipien von Bioreaktoren für Zell- und Gewebekulturen im Unterschied zu mikrobiellen Fermentationen zu erklären und zu beschreiben;
- die wesentlichen Prozessführungsstrategien für Zellkulturreaktoren zu erklären, zu analysieren und mathematisch zu beschreiben;
- die wesentlichen Schritte (unit operations) bei der Aufarbeitung zu erklären.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Grundlagen von Zell- und Gewebekulturtechnik**Dozent:**

PD Dr.-Ing. Ralf Pörtner, Prof. Dr. An-Ping Zeng

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Überblick zu Anwendungen von Zell- und Gewebekulturen (Produkte, Herstellungsverfahren, therapeutische Proteine, Tissue Engineering)
- Grundlagen der Zellbiologie (Zellen: Quelle, Aufbau und Struktur,; Wechselwirkungen mit der Umgebung, Zellwachstum und –absterben, Zellzyklus, Proteinglykosylierung)
- Zellphysiologie (Zentralstoffwechsel, Genomics etc.)
- Mediumdesign (Bedeutung von Zellkulturmedien für den Produktionsprozess, Mediumkomponenten, serum- und proteinfreie Medien)
- Stochiometrie und Kinetik von Zellwachstum und Produktivität (Wachstum tierischer und humane Zellen, quantitative Beschreibung von Zellwachstum, Substrataufnahme und Produktbildung)

Literatur:

Butler, M (2004) Animal Cell Culture Technology – The basics, 2nd ed. Oxford University Press

Ozturk SS, Hu WS (eds) (2006) Cell Culture Technology For Pharmaceutical and Cell-Based Therapies. Taylor & Francis Group, New York

Eibl, R.; D. Eibl; R. Pörtner; G. Catapano and P. Czermak: Cell and Tissue Reaction Engineering, Springer (2008). ISBN 978-3-540-68175-5

Pörtner R (ed) (2007) Animal Cell Biotechnology – Methods and Protocols. Humana Press

Lehrveranstaltung: Medizinische Bioverfahrenstechnik

Dozent:

PD Dr.-Ing. Ralf Pörtner

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Anforderungen der Zellen an einen Kultivierungsprozess, Schädigungsmechanismen, Microcarrier-Technik.
- Reaktorsysteme für Produktionszellen (apparative Gestaltung, Auslegung, Scale-up): Suspensionsreaktoren (Begasung, Zellrückhaltung), Festbett-/Wirbelschichtreaktoren (Carriertypen), Hohlfaserreaktoren (Membranen), Dialyseverfahren.
- Reaktorsysteme für Tissue Engineering.
- Prozessführung (mathematische Modellierung), Regelung (Grundlagen, Sauerstoff, Substrat).
- Aufarbeitung, Produktreinigung.

Literatur:

Butler, M (2004) Animal Cell Culture Technology – The basics, 2nd ed. Oxford University Press

Ozturk SS, Hu WS (eds) (2006) Cell Culture Technology For Pharmaceutical and Cell-Based Therapies. Taylor & Francis Group, New York

Eibl, R.; D. Eibl; R. Pörtner; G. Catapano and P. Czermak: Cell and Tissue Reaction Engineering, Springer (2008). ISBN 978-3-540-68175-5

Pörtner R (ed) (2007) Animal Cell Biotechnology – Methods and Protocols. Humana Press

Wahlpflichtmodule Energie, Umwelt und nachhaltige Entwicklung

Wintersemester

Modul: Wasserchemie und Umweltanalytik

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Umweltanalytik	Vorlesung	2
Wasserchemie	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Calmano

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Chemie Grundlagen der Chemie und Physik

Qualifikationsziele:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Kurses sind die Studierenden in der Lage,

- die wichtigsten physikalisch-chemischen Prozesse, welche die chemische Zusammensetzung natürlicher Gewässer bewirken, zu beschreiben und zu erläutern;
- einschlägige Methoden, auch für benachbarte Fachdisziplinen (Bodenchemie, Wassertechnologie, Umweltschutztechnik), zur quantitativen Berechnung der chemischen Zusammensetzung von wässrigen Systemen anzuwenden;
- geeignete Methoden zur Lösung wassertechnologischer Probleme zu finden und anzuwenden;
- die grundlegenden Zusammenhänge der Umweltanalytik zu beschreiben und erläutern;
- spektroskopische und chromatographische Methoden zu erläutern und zur Lösung von analytischen Problemen einzusetzen;
- die Bestimmung anorganischer und organischer Routineparameter durchzuführen;
- die wichtigsten umweltanalytischen Methoden zu benennen;
- geeignete analytische Methoden zur Sanierung von Altlasten auszuwählen;
- selbstständig und effizient zu lernen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 64

Lehrveranstaltung: Umweltanalytik**Dozent:**

Wolfgang Calmano, Holger Gulyas, Kim Kleeberg

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Mathematisch- statistische Bewertung analytischer Methoden
- Probenahme, Probenvorbereitung, Fehlerquellen
- Abwasseranalytik (anorganische und organische Routineparameter)
- Analytische Spektroskopie (Grundlagen)
- Atomabsorptionsspektroskopie
- Analytische Chromatographie (Grundlagen)
- Gaschromatographie, Ionenaustauschchromatographie
- Infrarotspektroskopie

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Literatur:

Analysis of environmental pollutants : principles and quantitative methods, Poojappan Narayanan. - London : Taylor & Francis, 2003

Introduction to environmental analysis, Roger N. Reeve. - Chichester [u.a.] : Wiley, 2002

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition,

L.S. Clesceri, A.E. Greenberg, A.D. Eaton, eds., published by American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1998

Lehrveranstaltung: Wasserchemie

Dozent:

Wolfgang Calmano

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Gewässer (chemische Zusammensetzung)
- Charakterisierung verschiedener Wasserarten
- Struktur und Eigenschaften des Wassers
- Säuren- und Basengleichgewichte
- Carbonat-Gleichgewichte
- Metalle und organische Schadstoffe in Wasser
- Redoxprozesse
- Fällung und Auflösung
- Grenzflächenchemie

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Literatur:

Sigg & Stumm: Aquatische Chemie, vdf, 1989

Stumm & Morgan, Aquatic Chemistry, John Wiley & Sons, 1981

Modul: Kraft-Wärme-Kopplung und Energie aus Biomasse

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Kraft-Wärme-Kopplung	Vorlesung	2
Energie aus Biomasse	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Kather

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse über die Funktionsweise und den Aufbau von Wärmekraftwerken

Qualifikationsziele:

- Vertiefte Kenntnisse verknüpft mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament über die Auslegung und Wirkungsweise von Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung.
- Einordnung der KWK-Technologie im wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Umfeld.
- Vertiefte Kenntnisse der theoretischen Grundlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse, Verständnis interdisziplinärer Zusammenhänge bei der Gestaltung der Prozesse und Anlagen und der Einordnung des Themengebietes in das wissenschaftliche und gesellschaftliche Umfeld.
- Theoriegeleitetes Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren bei der Auslegung von Prozessen und Anlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse.
- Bewerten unterschiedlicher Lösungsansätze in mehrdimensionalen Entscheidungsräumen.

ECTS-Leistungspunkte:

6

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 58, Eigenstudium: 122

Lehrveranstaltung: Kraft-Wärme-Kopplung**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Alfons Kather

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Aufbau, Auslegung und Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung
- Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen und Entnahmekondensationsturbinen
- Gasturbinenheizkraftwerke
- Kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke
- Motorenheizkraftwerke
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
- Aufbau der Hauptkomponenten
- Gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte
- Ökonomische Bedeutung der KWK und Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Studien/Prüfungsleistungen:

Mündliche oder schriftliche Prüfung

Lehrveranstaltung: Energie aus Biomasse**Dozent:**

Prof.Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Biomasse im Energiesystem
- Biomasse als Energieträger
- Bereitstellungskonzepte
- Thermo-chemische Umwandlung
- Verbrennung
- Vergasung
- Verkohlung
- Physikalisch-chemische Umwandlung
- Bio-chemische Umwandlung
- Biogas
- Bioethanol

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Literatur:

Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage

Modul: Systemsimulation**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Systemsimulation	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Systemsimulation	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Ackermann

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Vorlesungen Elektrische Maschinen, Thermodynamik I/II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung

Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse zur mathematischen und physikalischen Modellierung verknüpft mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament.

Theoriegeleitetes Anwenden sehr anspruchsvoller Methoden und Verfahren zur Simulation von Systemen.

Zergliedern von Problemen, Beherrschen der Schnittstellenproblematik und der Lösungsmethodik der Teilprobleme.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 40, Eigenstudium: 80

Lehrveranstaltung: Systemsimulation**Dozent:**

Günter Ackermann, Gerhard Schmitz

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einführung in die physikalische Modellierung
- Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung
- Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl
- Einführung in Matlab/Simulink
- Beispiel 1: Anlauf eines Elektromotors, transiente Vorgänge in der Maschine
- Beispiel 2: Anlauf über Frequenzumrichter
- Begriffe der objektorientierten Programmierung

- Differenzialgleichungen einfacher Systeme
- Einführung in Modelica
- Einführung in Dymola
- Beispiel: Wärmeleitung
- Systembeispiel

Literatur:

Michael M. Tiller: Introduction to Physical Modeling with Modelica
 Kluwer Academic Publishers, London, 2001, ISBN0-7923-7367-7
 Einführung/Tutorial Matlab/Simulink - verschiedene Autoren

Modul: Wärmekraftwerke

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Wärmekraftwerke	Vorlesung	2
Übung: Wärmekraftwerke	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Kather

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Erweiterte Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik und Grundkenntnisse der Strömungsmechanik.

Qualifikationsziele:

Kenntnisse: Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge, Theorien und Methoden sowie vertiefte Kenntnisse in der Aufgabe und zum Aufbau von Wärmekraftwerken.

Kompetenzen: Zergliedern von Problemen, Beherrschen der Schnittstellenproblematik und der Lösungsmethodik bei Strom- und Wärmeerzeugung und Entwicklungsmethodik von optimierten Konzepten.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung (benotet)

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 40, Eigenstudium: 80

Lehrveranstaltung: Wärmekraftwerke

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Alfons Kather

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einleitung
- Strombedarf, Prognosen
- Thermodynamische Grundlagen

- Energieumwandlungen im Kraftwerk
- Kraftwerkstypen
- Aufbau des Kraftwerkblockes
- Einzelelemente des Kraftwerks
- Kühlsysteme
- Rauchgasreinigungsanlagen
- Kenndaten des Kraftwerks
- Werkstoffprobleme
- Kraftwerkstandorte

Literatur:

Thomas, H.J.: Thermische Kraftanlagen. Springer-Verlag, 1985

Strauß, K.: Kraftwerkstechnik. Springer-Verlag, 2006

Kugeler und Phlippen: Energietechnik. Springer-Verlag, 1990

T. Bohn (Hrsg.): Handbuchreihe Energie, Band 7: Gasturbinenkraftwerke, Kombikraftwerke, Heizkraftwerke und Industriekraftwerke, Technischer Verlag Resch / Verlag TÜV Rheinland

Modul: Dampfturbinen

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Dampfturbinen	Vorlesung	2
Übung: Dampfturbinen	Übung	1

Modulverantwortlich:

Dr.-Ing. Abel-Günther

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse über die Funktionsweise von Kraft- und Arbeitsmaschinen sowie Grundlagenwissen der technischen Thermodynamik und dessen Anwendung

Qualifikationsziele:

Kenntnis der grundlegenden Prinzipien für die Auslegung von Dampfturbinen.

Fähigkeit zur Beurteilung von Wärmekreisläufen.

Die Fähigkeit zur Auslegung von Dampfturbinen nach vorgegebenen Spezifikationen.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche oder mündliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 40, Eigenstudium: 80

Lehrveranstaltung: Dampfturbinen

Dozent:

Dr.-Ing. Kristin Abel-Günther

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Wintersemester

Inhalt:

- Einführung
- Bauelemente einer Dampfturbine
- Energieumsetzung in einer Dampfturbine
- Dampfturbinen-Bauarten
- Verhalten von Dampfturbinen
- Stopfbuchssysteme bei Dampfturbinen
- Axialschub
- Regelung von Dampfturbinen
- Festigkeitsberechnung der Beschaufelung
- Schaufelschwingungen

Literatur:

Traupel, W.; Thermische Turbomaschinen; Berlin u.a.: Springer; (TUB HH: Signatur MSI-105)

Menny, K.; Strömungsmaschinen : hydraulische und thermische Kraft- und Arbeitsmaschinen ; Ausgabe: 5.; Wiesbaden : Teubner, 2006; (TUB HH: Signatur MSI-121)

Bohl, W.; Aufbau und Wirkungsweise; Ausgabe: 6.; Würzburg : Vogel, 1994; (TUB HH: Signatur MSI-109)

Bohl, W.; Berechnung und Konstruktion; Ausgabe: 6. Aufl.; Würzburg : Vogel, 1999; (TUB HH: Signatur MSI-110)

Modul: Biologische Abwasserreinigung

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Biologische Abwasserreinigung	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Dr. Behrendt

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Biologie und Chemie

Qualifikationsziele:

Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der biologischen Abwasserreinigung.

Fähigkeit zur Bewertung und Diskussion verschiedener Methoden der biologischen Abwasserreinigung.

ECTS-Leistungspunkte:

2

Prüfungsart:

Modulnachweis

Studien/Prüfungsleistungen:

Anwesenheit, mündliche Prüfung (30 Min)

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 30, Eigenstudium: 30

Lehrveranstaltung: Biologische Abwasserreinigung

Dozent:

Joachim Behrendt

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Ökologie der Gewässer
- Abwasserbiologie
- Stoffwechseltypen und Stoffumsatz
- Kinetik biologischer Stoffumwandlung
- Charakterisierung von Abwasser und Schlamm
- Aerobe Abwasserreinigung
- Dezentrale, ländliche Abwasserbehandlung
- Komplexe Konzepte zur simultanen C-, N- und P-Elimination
- Anaerobe Abwasserreinigung und Schlammstabilisierung

Literatur:

Henze, M.; Harremoës, P.; Jansen, L.I.C.; Arvin, E. (1995): Wastewater Treatment. SpringerVerlag, Berlin.
 Mudrack, K.; Kunst, S. (1991): Biologie der Abwasserreinigung. 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
 Hartmann, L. (1989): Biologische Abwasserreinigung. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin
 Strebel, H.; Krauter, D. (1981): Das Leben im Wassertropfen. 5. Auflage, Kosmos Verlag, Stuttgart
 Kunz, P.(1991): Umweltbioverfahrenstechnik. Vieweg Verlag
 Schlegel, H.G. (1985): Allgemeine Mikrobiologie. 6. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart

Sommersemester

Modul: Dampferzeuger**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Dampferzeuger	Vorlesung	2
Übung: Dampferzeuger	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Kather

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Erweiterte Grundkenntnisse in Technischer Thermodynamik und Grundkenntnisse der Strömungsmechanik

Qualifikationsziele:

- Vertiefte Kenntnisse der thermodynamischen und strömungsmechanischen Vorgänge sowohl auf der Feuerungs- wie auch auf der Wasser-/Dampf-Seite.
- Vertiefte Kenntnisse der Anforderungen an Auslegung, Konstruktion und Betrieb von kohlegefeuerten Dampferzeugern für unterschiedliche Brennstoffqualitäten und Verdampfersysteme.
- Befähigung zur Auslegung und Konstruktion kohlegefeuerter Dampferzeuger.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Dampferzeuger**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Alfons Kather

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Thermodynamische Grundlagen
- Technische Grundlagen des Dampferzeugers
- Dampferzeugerbauarten
- Brennstoffe und Feuerungen
- Mahltrocknung
- Betriebsweisen
- Wärmetechnische Berechnungen
- Strömungstechnik für Dampferzeuger
- Auslegung der Wasser-Dampf-Seite
- Konstruktive Gestaltung
- Festigkeitsrechnungen
- Speisewasser für Dampferzeuger
- Betriebsverhalten von Dampferzeugern

Literatur:

Dolezal, R.: Dampferzeugung. Springer-Verlag, 1985

Thomas, H.J.: Thermische Kraftanlagen. Springer-Verlag, 1985

Steinmüller-Taschenbuch: Dampferzeuger-Technik. Vulkan-Verlag, Essen, 1992

Kakaç, Sadik: Boilers, Evaporators and Condensers. John Wiley & Sons, New York, 1991

Stultz, S.C. and Kitto, J.B. (Ed.): Steam – its generation and use. 40th edition, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, USA, 1992

Modul: Klimaanlage**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Klimaanlagen	Vorlesung	2
Übung: Klimaanlage	Übung	1

Modulverantwortlich:

Gerhard Schmitz

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Thermodynamik I und II

Qualifikationsziele:

- Verständnis der thermodynamischen Grundlagen der Klimatisierung
- Kenntnis über den Aufbau von Klimaanlage

- Fähigkeit zur Berechnung der Komponenten einer Klimaanlage einschließlich der Belüftung von Kabinen und Räumen
- Fähigkeit zur Beurteilung komplexer Energiesysteme zur Klimatisierung, insbesondere bezüglich des Zusammenspiels Anlage-Gebäude
- Befähigung energiesparende Technologien zur Klimatisierung zu planen und zu realisieren.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Modulprüfung

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche oder schriftliche Prüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

Lehrveranstaltung: Klimaanlagen

Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

1. Überblick über Klimaanlagen
 - 1.1 Einteilung von Klimaanlagen
 - 1.2 Lüftung
 - 1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlagen
2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlagen
 - 2.1 Das h,x -Diagramm für feuchte Luft
 - 2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer
 - 2.3 Luftkühler
 - 2.4 Luftbefeuchter
 - 2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlagenprozesses im h,x -Diagramm
 - 2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung
3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung
 - 3.1 Heizlast und Heizleistung
 - 3.2 Kühllasten und Kühlleistung
 - 3.3 Berechnung der inneren Kühllast
 - 3.4 Berechnung der äußeren Kühllast
4. Lufttechnische Anlagen
 - 4.1 Frischluftbedarf
 - 4.2 Raumluftströmung
 - 4.3 Kanalnetzberechnung
 - 4.4 Ventilatoren
 - 4.5 Filter
5. Kälteanlagen
 - 5.1 Kaltdampfkompansionskälteanlagen
 - 5.2 Absorptionskälteanlagen

Literatur:

Recknagel, Sprenger, Schramek: *Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik*. 73. Auflage, Oldenbourg Verlag 2007
ISBN: 3-8356-3104-5

Modul: Regenerative Stromerzeugung

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Windenergieanlagen	Vorlesung	02:00
Photovoltaik	Vorlesung	02:00

Modulverantwortlich:

Prof. J. Müller

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Thermodynamik, Strömungsmechanik, Grundlagen der Strömungsmaschinen

Grundlagen der Halbleiterphysik sind hilfreich.

Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse der Historie der Windmühlen und der Auftriebtheorie, Erhaltungssätze für Drehimpuls und Energie, Verlustmechanismen, ideale Rotor-Geometrie, Optimierung, Betrieb und Regelung, Strukturdynamik, Ähnlichkeitsregeln, Wirtschaftlichkeit.

Vertiefte Kenntnis der physikalischen und technologischen Grundlagen photovoltaischer gegenwärtig genutzter und zukünftig möglicher Elemente und Systeme sowie der physikalischen, technischen, ökonomischen und ökologischen Randbedingungen ihres Einsatzes.

ECTS-Leistungspunkte:

6

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 65, Eigenstudium: 115

Lehrveranstaltung: Photovoltaik

Dozent:

Prof. Jörg Müller

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einführung
- Primärenergien und Verbrauch, verfügbare Sonnenenergie
- Physik der idealen Solarzelle
- Lichtabsorption, PN-Übergang, charakteristische Größen der Solarzelle, Wirkungsgrad
- Physik der realen Solarzelle
- Ladungsträgerrekombination, Kennlinien, Sperschichtrekombination, Ersatzschaltbild
- Erhöhung der Effizienz
- Methoden zur Erhöhung der Quantenausbeute und Verringerung der Rekombination Hetero- und Tandemstrukturen
- Hetero-Übergang, Schottky-, elektrochemische, MIS- und SIS-Zelle, Tandem-Zelle

- Konzentratorzellen
- Konzentrator-Optiken und Nachführsysteme, Konzentratorzellen
Technologie und Eigenschaften: Solarzellentypen, Herstellung, einkristallines Silizium und Galliumarsenid, polykristalline Silizium- und Silizium-Dünnschichtzellen, Dünnschichtzellen auf Trägern (amorphes Silizium, CIS, elektrochemische Zellen)
- Module
- Schaltungen

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Literatur:

Seraphin: Solar energy conversion, Springer

Lewerenz, Jungblut: Photovoltaik, Springer

Möller: Semiconductors for solar cells Arctech House

Lehrveranstaltung: Windenergieanlagen

Dozent:

Rudolf Zellermann

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Historische Entwicklung
- Wind: Entstehung, geographische und zeitliche Verteilung, Standorte
- Leistungsbeiwert, Rotorschub
- Aerodynamik des Rotors
- Betriebsverhalten
- Leistungsbegrenzung, Teillast, Pitch und Stall, Regelung
- Anlagenauswahl, Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeit
- Exkursion

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Literatur:

Gasch, R., Windkraftanlagen, 4. Auflage, Teubner-Verlag, 2005

Modul: Grundlagen der Kraft- und Arbeitsmaschinen

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Grundlagen der Kraft- und Arbeitsmaschinen	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Grundlagen der Kraft- und Arbeitsmaschinen	Übung	1

Modulverantwortlich:

Prof. Rulfs

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der Mechanik, Thermodynamik und Konstruktion

Qualifikationsziele:

Die Studierenden erlangen einen Überblick über Kraft- und Arbeitsmaschinen und Grundlagenkenntnisse in Funktion, Auslegung und Betrieb von Kolben- und Strömungsmaschinen.

ECTS-Leistungspunkte:

3

Prüfungsart:

Modulnachweis

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche oder mündliche Nachweisprüfung

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 40, Eigenstudium: 50

Lehrveranstaltung: Grundlagen der Kraft- und Arbeitsmaschinen**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Alfons Kather, Prof. Dr.-Ing. Horst Rulfs

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Teil I: Kolbenmaschinen (Prof. Rulfs)
 - Verbrennungsmotoren: Vergleichsprozesse, Kenngrößen, Motorkennfeld, Ladungswechsel, Gemischbildung, Verbrennung, Abgas, Aufladung, Kühlung.
 - Kolben-Arbeitsmaschinen: Kolbenverdichter, Kolbenpumpen, Kennlinien.
- Teil II: Strömungsmaschinen (Prof. Kather)
 - Energiebilanz einer Strömungsmaschine, thermische Turbomaschinen, Theorie der Turbinen- und Verdichterstufe, Gleich- und Überdruckbeschaukelung, Strömungsverluste, Kennzahlen, axiale und radiale Bauart, Konstruktionselemente, hydraulische Strömungsmaschinen, Pumpen- und Wasserturbinenbauarten.
 - Konstruktionsbeispiele ausgeführter Kraft- und Arbeitsmaschinen.
- Teil III: Wärmekraftanlagen (Prof. Kather)
 - Dampfkraftanlagen, Gasturbinenanlagen, Dieselmotorenanlagen, Abwärmenutzung.

Literatur:

Skripte

Grohe: Otto- und Dieselmotoren

Kalide: Kraft- und Arbeitsmaschinen

Modul: Regenerative Energiesysteme und Energiewirtschaft**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Regenerative Energien	Vorlesung	2
Energiesysteme und Energiewirtschaft	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Prof. Kaltschmitt

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

keine

Qualifikationsziele:

Vertiefte Kenntnisse interdisziplinärer Zusammenhänge im Bereich der Energiewirtschaft und deren Einordnung in das wissenschaftliche und gesellschaftliche Umfeld.

Bewerten unterschiedlicher Methoden der Energiegewinnung in mehrdimensionalen Entscheidungsräumen.

ECTS-Leistungspunkte:

5

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 94

Lehrveranstaltung: Regenerative Energien**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Einleitung
- Sonnenenergie zur Wärme- und Stromerzeugung
- Windenergie zur Stromerzeugung
- Wasserkraft zur Stromerzeugung
- Meeresenergie zur Stromerzeugung
- Geothermische Energie zur Wärme- und Stromerzeugung

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Literatur:

Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A. (Hrsg.): Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; Springer, Berlin, Heidelberg, 2006, 4. Auflage

Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A. (Hrsg.): Renewable Energy – Technology, Economics and Environment; Springer, Berlin, Heidelberg, 2007

Lehrveranstaltung: Energiesysteme und Energiewirtschaft**Dozent:**

Prof. Dr. Martin Kaltschmitt, Dipl.-Ing. Werner Bohnenschäfer

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

- Energie: Entwicklung und Bedeutung

- Grundlagen und Grundbegriffe
- Energienachfrage und deren Entwicklung (Wärme, Strom, Kraftstoffe)
- Energievorräte und -quellen
- Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung
- End-/Nutzenergie aus Mineralöl, Erdgas, Kohle, Uran, Sonstige
- Rechtliche, administrative und organisatorische Aspekte von Energiesystemen
- Energiesysteme als permanente Optimierungsaufgabe

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Literatur:

Kopien der Folien

Modul: Technologie der Luftreinhaltung

Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Technologie der Luftreinhaltung	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Dr.-Ing. Hartge

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Feststoffverfahrenstechnik und der Reaktionstechnik

Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses sind die Studenten in der Lage,

- die Ausbreitungsmechanismen von Emissionen zu erläutern und die erforderlichen Schritte zur Berechnung der Ausbreitung zu benennen;
- Messverfahren zur Messung von partikulären und gasförmigen Emissionen zu erklären;
- die Struktur und wesentlichen Inhalte der rechtlichen Rahmenbedingungen zu erläutern;
- Emissionswerte auf unterschiedliche Bezugswerte umzurechnen;
- die gebräuchlichen Apparate und Verfahren der Luftreinhaltung und deren Einsatzgebiet zu erläutern;
- Lösungen für die Reinigung eines Abgases zu entwickeln.

ECTS-Leistungspunkte:

2

Prüfungsart:

Modulnachweis

Studien/Prüfungsleistungen:

schriftlich

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 30, Eigenstudium: 30

Lehrveranstaltung: Technologie der Luftreinhaltung

Dozent:

Ernst-Ulrich Hartge

Sprache:

Englisch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

In der Vorlesung wird zunächst eine Übersicht über Formen, Quellen und Auswirkungen von Luftverschmutzung gegeben und auf die entsprechende Gesetzgebung eingegangen. Im zweiten Teil der Vorlesung werden Methoden zur Reduzierung von partikulären und gasförmigen Emissionen behandelt und abschließend an ausgewählten Beispielen demonstriert.

Literatur:

Handbook of air pollution prevention and control, Nicholas P. Cheremisinoff. - Amsterdam [u.a.]: Butterworth-Heinemann, 2002

Atmospheric pollution : history, science, and regulation, Mark Zachary Jacobson. - Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press, 2002

Air pollution control technology handbook, Karl B. Schnelle. - Boca Raton [u.a.] : CRC Press, c 2002

Air pollution, Jeremy Colls. - 2. ed. - London [u.a.] : Spon, 2002

Modul: Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Brennstoffzellentechnik	Vorlesung	2
Wasserstofftechnologie	Vorlesung	2

Modulverantwortlich:

Dr.-Ing. Neumann

Zulassungsvoraussetzung:

keine

Empfohlene Vorkenntnisse:

Erweiterte Grundkenntnisse der Thermodynamik

Grundlagen der Verfahrenstechnik

Qualifikationsziele:

- Verständnis der naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen zur Herstellung, Speicherung und Lagerung, sowie der Sicherheit von Wasserstoff.
- Fähigkeit zur fallweisen Einschätzung seiner technischen Verwendbarkeit als Energieträger.
- Verständnis der thermodynamischen Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in Brennstoffzellen
- Verständnis der thermodynamischen Grundlagen der Wasserstoff-Herstellung und Aufbereitung
- Kenntnis über die verschiedenen Bauarten von Brennstoffzellen und deren jeweiligem Aufbau.
- Kenntnis über verschiedene Bauarten von Reformern und deren Integration in Brennstoffzellensysteme
- Verständnis exemplarischer Regelstrategien für Brennstoffzellensysteme.

ECTS-Leistungspunkte:

4

Prüfungsart:

Teilleistung

Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 60, Eigenstudium: 60

Lehrveranstaltung: Wasserstofftechnologie (WS)/Hydrogen Technology (SoS)

Dozent:

Dr.-Ing. Bernhard Neumann

Sprache:

Deutsch / Englisch

Zeitraum:

Sommer- und Wintersemester

Inhalt:

1. Energiewirtschaft
2. Wasserstoffwirtschaft
3. Vorkommen und Eigenschaften von Wasserstoff
4. Herstellung von Wasserstoff (aus Kohlenwasserstoffen und durch Elektrolyse)
5. Trennung und Reinigung
6. Speicherung und Transport von Wasserstoff
7. Sicherheit
8. Brennstoffzellen
9. Projekte

Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

Literatur:

Skriptum zur Vorlesung

Winter, Nitsch: Wasserstoff als Energieträger

Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Kirk, Othmer: Encyclopedia of Chemical Technology

Larminie, Dicks: Fuel cell systems explained

Lehrveranstaltung: Brennstoffzellentechnik

Dozent:

Stephan Kabelac

Sprache:

Deutsch

Zeitraum:

Sommersemester

Inhalt:

1. Einführung in die elektrochemische Energiewandlung
2. Funktion und Aufbau von Elektrolyten
3. Die Niedertemperatur-Brennstoffzellen
 - 3.1. Bauformen
 - 3.2. Thermodynamik der PEM-Brennstoffzelle
 - 3.3. Kühl- und Befeuchtungsstrategie
4. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle
 - 4.1. Die MCFC
 - 4.2. Die SOFC
 - 4.3. Integrationsstrategien und Teilreformierung
5. Brennstoffe
 - 5.1. Bereitstellung von Brennstoffen
 - 5.2. Reformierung von Erdgas und Biogas
 - 5.3. Reformierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen

6. Energetische Integration und Regelung von Brennstoffzellen-Systemen

Studien/Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung

Literatur:

Hamann, C.; Vielstich, W.: Elektrochemie 3. Aufl.; Weinheim: Wiley – VCH, 2003