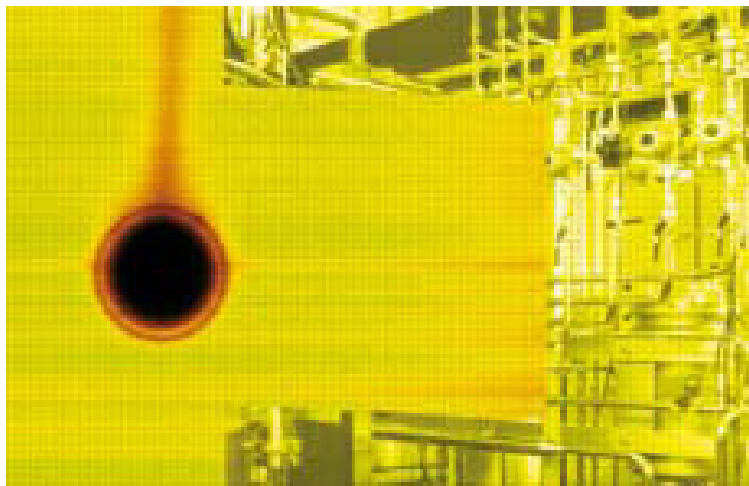




# Modulhandbuch

---

*Bachelor-Studiengang Verfahrenstechnik*



## 1. Semester

---

### **Modul: Mathematik I**

#### **Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Mathematik I ( Analysis I / Lineare Algebra I)	Vorlesung	4
Übung: Mathematik I (Analysis I / Lineare Algebra I)	Übung	2
Anleitung: Mathematik I (Analysis I / Lineare Algebra I)	Anleitung	2

#### **Modulverantwortlich:**

Prof. Mackens

#### **Zulassungsvoraussetzung:**

keine

#### **Empfohlene Vorkenntnisse:**

Schulmathematik

#### **Qualifikationsziele:**

##### Vorlesungen und Übungen:

Kenntnisse: Gründliche Kenntnis der angegebenen Inhalte; erstes Verständnis der Bedeutung dieser fundamentalen mathematischen Strukturen;

Methodenkompetenz: In Übungen erworbene Fähigkeit, die zugehörigen mathematischen Methoden sinnvoll auf Standardprobleme anwenden zu können.

##### Anleitung:

Kenntnisse: Ideen, wie an Übungsaufgaben herangegangen werden kann.

Methodenkompetenz: Einfache mathematische Bearbeitungstechniken.

#### **ECTS-Leistungspunkte:**

8

#### **Prüfungsart:**

Modulprüfung

#### **Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

#### **Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 112, Eigenstudium: 128

---

### **Lehrveranstaltung: Mathematik I (Lineare Algebra und Analysis)**

#### **Dozent:**

Wolfgang Mackens, Dozenten der Universität Hamburg

#### **Sprache:**

Deutsch

#### **Zeitraum:**

Wintersemester

#### **Inhalt:**

##### Lineare Algebra:

Vektoren im Anschauungsraum: Rechenregeln, inneres Produkt, Kreuzprodukt, Geraden und Ebenen.

Allgemeine Vektorräume: Teilräume, Isomorphie, Euklidische Vektorräume, Orthonormalbasis, Orthonormalisierung, normierte Vektorräume, komplexe Zahlen, komplexe Vektorräume.

Lineare Gleichungssysteme: Gaußelimination, Matrizen, lineare Abbildungen, Matrizenprodukt, lineare Systeme, inverse Matrizen, Kongruenztransformationen, LR-Zerlegung, Block-Matrizen, Determinanten.

Analysis:

Grundzüge der Differential- und Integralrechnung einer Variablen: Aussagen, Mengen und Funktionen; natürliche und reelle Zahlen; Konvergenz von Folgen und Reihen; Stetigkeit und Differenzierbarkeit; Mittelwertsätze; Satz von Taylor; Kurvendiskussion; Fehlerrechnung; Fixpunkt-Iterationen.

**Literatur:**

Lineare Algebra:

W. Mackens, H. Voß: Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994

W. Mackens, H. Voß: Aufgaben und Lösungen zur Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994

Analysis:

Ansorge, R. und H. J. Oberle: Mathematik für Ingenieure, Band 1; Verlag Wiley-VCH, Berlin, Weinheim, New York, 2000

Oberle, H.J., K. Rothe und Th. Sonar: Mathematik für Ingenieure, Band 3: Aufgaben und Lösungen; Verlag Wiley-VCH, Berlin, Weinheim, New York, 2000.

## Modul: Physik für Ingenieure

**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Physik für Ingenieure	Vorlesung	2
Praktikum: Physik für Ingenieure	Praktikum	2
Übung: Physik für Ingenieure	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Prof. Nielsch

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Schulwissen der Physik

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge und Methoden der Physik.

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Teilleistung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 70, Eigenstudium: 80

### Lehrveranstaltung: Physik für Ingenieure

**Dozent:**

Prof. Dr. W. Hansen, Prof. Dr. K. Nielsch, PD Dr. R. Röhlberger

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

Kinematik im dreidimensionalen Raum, Dynamik, Gravitation, Impuls, Arbeit und potentielle Energie, Rotationsbewegung, Drehimpuls, Trägheitsmoment, Mechanik der Kontinua, deformierbare Körper, Flüssigkeiten, Druck, Wärmelehre, Temperatur, Hauptsätze der Thermodynamik, ideales Gas, Carnotmaschine, Schwingungen, Wellen

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung, Nachweis für das Praktikum

**Literatur:**

Orear, J.	Physik	Hanser, 1989
Vogel, H.	„Gerthsen“ Physik	Springer, 2004
Tipler, P.A.	Physik für Wissenschaftler und Ingenieure	Spektrum, 2004
Giancoli, D.C.	Physik	Pearson Studium, 2006
Halliday, D.; Resnick, R.	Physik	Wiley-VCH, 2005
Fishbane, P.M.	Physics for scientists and engineers	Prentice-Hall International, 2004
Cutnell, J.D.	Physics, Student Solutions Manual	Wiley & Sons Inc, 2006

**Modul: Allgemeine und anorganische Chemie****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Chemie I (allgemeine und anorganische Chemie)	Vorlesung	4
Praktikum Chemie I	Praktikum	3

**Modulverantwortlich:**

Prof. Luinstra

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Schulbildung, die zum Hochschulstudium berechtigt

**Qualifikationsziele:**

Allgemeine Kenntnisse in anorganischer Chemie,  
Fähigkeit zur Berechnung wichtiger chemischer Größen

**ECTS-Leistungspunkte:**

7

**Prüfungsart:**

Teilleistung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 98, Eigenstudium: 112

**Lehrveranstaltung: Chemie I****Dozent:**

Prof. Dr. Luinstra

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

Vermittlung von Grundkenntnissen in allgemeiner und anorganischer Chemie wie z.B. Atomaufbau, chemische Bindungen, Periodensystem, Säuren und Basen, Berechnung von pH-Werten und Löslichkeiten von Salzen, Redoxreaktionen, Titration, Aufbau und Vorgänge in Batterien, Chloralkalielektrolyse, Eigenschaften und Reaktionen wichtiger Elemente, Silizium-Chemie, Haber-Bosch-Verfahren, Stickoxide, Metallgewinnung, Stahlerzeugung, Komplexe, Kernchemie, Gefahrstoffverordnung, Umwelt- und Klimaschutz, Recyclingprozesse, Rauchgas- und Abgasentschwefelung, Abgaskatalyse

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung, erfolgreiche Teilnahme am chemischen Praktikum

**Literatur:**

Riedel: Einführung in die allgemeine und anorganische Chemie

Hölzel: Einführung in die Chemie für Ingenieure

**Modul: Technische Mechanik: Statik****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Technische Mechanik I	Vorlesung	2
Übung: Technische Mechanik I	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Prof. Weltin

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundlagen der Mathematik und Physik

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge, Theorien und Methoden der Mechanik.

Beherrschen einschlägiger Methoden und Werkzeuge.

Befähigung zum selbständigen und effizienten Lernen.

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

**Lehrveranstaltung: Technische Mechanik I****Dozent:**

Prof. Dr. Uwe Weltin

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

Einführung in die Mechanik, Grundbegriffe der Statik starrer Körper, Gleichgewicht zentraler Kräftesysteme, Gleichgewicht des starren Körpers, Schwerpunktbestimmung, Tragwerke und Lagerungen, Schnittgrößen und Schnittgrößenverlauf, Prinzip der virtuellen Arbeit, Haftung und Reibung

**Literatur:**Lehrbücher:

Gross, D.; Hauger, W.; Schnell, W.: Technische Mechanik I (Statik). Springer-Verlag, 1995.

Hagedorn: Technische Mechanik, Band I (Statik). Verlag Harry Deutsch, 1993.

Assmann, B.: Technische Mechanik Band I. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1993.

Magnus; Müller: Grundlagen der Technischen Mechanik. Teubner-Verlag, 1990.

Aufgabensammlungen:

Hauger; Lippmann; Mannl: Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3. Springer- Verlag, 1994.

Schnell, W.; Gross, D.: Formel- und Aufgabensammlung zur Technischen Mechanik I. BI Taschenbuch

Mannheim, Wien, Zürich.

**Modul: Gleich- und Wechselstromnetzwerke****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Grundlagen der Elektrotechnik I	Vorlesung	2
Übung: Grundlagen der Elektrotechnik I	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Prof. Ackermann

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse: Grundlegende Kenntnisse über Netzwerke bei Gleich- und Wechselstrom

Methodenkompetenz: Berechnung von Gleichstrom- und Wechselstromnetzwerken

Problemlösungskompetenz: Zuordnen elektrotechnischer Fragestellung zu den verfügbaren Lösungsmethoden

Soziale Kompetenz: Befähigung zum selbständigen und effizienten Lernen

**ECTS-Leistungspunkte:**

4

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 40, Eigenstudium: 80

**Lehrveranstaltung: Grundlagen der Elektrotechnik I****Dozent:**

Prof. Dr. Günter Ackermann

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- Netze bei Gleichstrom: Strom, Spannung, Widerstand, Leistung, Kirchhoff'sche Regeln, Ersatzquellen, Netzwerkberechnung
- Wechselstrom: Kenngrößen, Effektivwert, Komplexe Rechnung, Zeigerbilder, Leistung
- Drehstrom: Kenngrößen, Stern-Dreieckschaltung, Leistung, Transformator

**Literatur:**

Alexander von Weiss, Manfred Krause: "Allgemeine Elektrotechnik"; Viweg-Verlag, Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 309

Ralf Kories, Heinz Schmitt-Walter: "Taschenbuch der Elektrotechnik"; Verlag Harri Deutsch; Signatur der Bibliothek der TUHH: ETB 122

"Grundlagen der Elektrotechnik" - andere Autoren

## Modul: Einführung und Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen

**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Einführung in die VT, BVT	Vorlesung	2
Grundlagen der Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie	Vorlesung	2

**Modulverantwortlich:**

Studiendekan VT

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Schulkenntnisse in Physik und Chemie

**Qualifikationsziele:**

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

- die wichtigsten Themenfelder der Verfahrenstechnik aufzuzählen und abzugrenzen;
- die wichtigsten Arbeitsmethoden der verschiedenen Teilgebiete der Verfahrenstechnik zu erkennen;
- typische verfahrenstechnische und biotechnologische Prozesse grob zu beschreiben.

Sie haben grundlegende Kenntnisse im Fach Werkstoffwissenschaft und können Aufbau und Eigenschaften metallischer, keramischer und polymerer Werkstoffe erläutern.

**ECTS-Leistungspunkte:**

3

**Prüfungsart:**

Teilleistung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 54, Eigenstudium: 36

### Lehrveranstaltung: Einführung in die VT, BVT

**Dozent:**

Professoren der Verfahrenstechnik

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

Die Professoren der verschiedenen Institute der TUHH stellen ihre Forschung vor und geben so einen Einblick in Möglichkeiten der wissenschaftlichen Arbeit im Bereich Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik.

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftlicher Studiennachweis

---

**Lehrveranstaltung: Grundlagen der Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie****Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. habil Karl Ulrich Kainer

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

- Chemische Bindung und Aufbau von Festkörpern: Kristallaufbau, -systeme & -baufehler
- Diffusion: Mechanismen, Gesetze
- Kristallisation: Keimbildung, Keimwachstum, ZTU-Diagramme
- Zustandsdiagramme: Typen von Phasendiagrammen, Hebelgesetz
- Wärmebehandlung: Erholung, Rekristallisation, Dynamische Rekristallisation, treibende Kräfte
- Chemische Eigenschaften: Korrosion, Oxidation
- Werkstoffprüfung: zerstörende Werkstoffprüfung
- Herstellung und Verarbeitung metallischer Werkstoffe
- Mechanische Eigenschaften: Zugversuch (E-Modul, Streckgrenze, Duktilität), Schwingfestigkeit, Bruchzähigkeit, Rissausbreitung unter schwingender Belastung, Einfluss von korrosiven Medien, Kriechfestigkeit, Härte, Kerbschlagarbeit
- Metallische Werkstoffe: Stähle, Aluminium-, Kupfer-, Nickel-, Titan-Legierungen
- Keramische Werkstoffe: Glas and Keramik
- Polymere Werkstoffe: Aufbau, Verarbeitung und Eigenschaften

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung

**Literatur:**

- H. J. Bargel, G. Schulze; Werkstoffkunde, Springer Verlag
- E. Hornbogen; Werkstoffe, Springer-Verlag
- E. Hornbogen; H. Warlimont, Metallkunde, Springer Verlag
- W. Schatt; Einführung in die Werkstoffwissenschaft, Wiley-VCH
- G.W.Ehrenstein; Polymer-Werkstoffe - Struktur, Eigenschaften, Anwendungen, Hanser Verlag
- W.Retting, H.M.Laun; Kunststoffphysik, Hanser Verlag; ISBN 3446162356
- G.Menges; Werkstoffkunde Kunststoffe, Hanser Verlag; ISBN 3-446-15612-7
- A.Frank, K. Biederbick; Kunststoff-Kompendium, Vogel Buchverlag
- A.Echte; Handbuch der technischen Polymerchemie, VCH Verlagsgesellschaft mbH; ISBN 3-527-28564-4
- H.G.Elias; Makromoleküle, Hüthig & Wepf Verlag; ISBN 3-7785-0677-3
- Kunststoff-Werkstoffe im Gespräch, Aufbau und Eigenschaften, BASF AG, D-6700 Ludwigshafen



## 2. Semester

---

### **Modul: Mathematik II**

#### **Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Mathematik II (Lineare Algebra II / Analysis II)	Vorlesung	3
Übung: Mathematik II (Lineare Algebra II / Analysis II)	Übung	2
Anleitung: Mathematik II (Lineare Algebra II / Analysis II)	Anleitung	2

#### **Modulverantwortlich:**

Prof. Voß

#### **Zulassungsvoraussetzung:**

keine

#### **Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik I

#### **Qualifikationsziele:**

##### Vorlesungen und Übungen:

Kenntnisse: Gründliche Kenntnis der angegebenen Inhalte; Verständnis der Bedeutung der mathematischen Strukturen.

Methodenkompetenz: In Übungen erworbene Fähigkeit, die zugehörigen mathematischen Methoden sinnvoll auf Probleme anwenden zu können. Ausbau der in Mathematik I erworbenen Kompetenzen.

##### Anleitung:

Weitere Förderung der grundsätzlichen Arbeits- und Problemlösefähigkeit.

#### **ECTS-Leistungspunkte:**

7

#### **Prüfungsart:**

Modulprüfung

#### **Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

#### **Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 98, Eigenstudium: 112

---

### **Lehrveranstaltung: Mathematik II (Lineare Algebra und Analysis)**

#### **Dozent:**

Prof. Dr. Wolfgang Mackens, Dozenten der Universität Hamburg

#### **Sprache:**

Deutsch

#### **Zeitraum:**

Sommersemester

#### **Inhalt:**

##### Lineare Algebra:

- Lineare Abbildungen: Basiswechsel, orthogonale Projektion, orthogonale Matrizen, Householder Matrizen
- Lineare Ausgleichsprobleme: QR-Zerlegung, Normalgleichungen, lineare diskrete Approximation
- Eigenwertaufgaben: Diagonalisierbarkeit von Matrizen, normale Matrizen, symmetrische und hermitesche Matrizen, Jordansche Normalform

### Analysis:

- Potenzreihen und elementare Funktionen
- Interpolation
- Integration (bestimmte Integrale, Hauptsatz, Integrationsregeln, uneigentliche Integrale, parameterabhängige Integrale)
- Anwendungen der Integralrechnung (Volumen und Mantelfläche von Rotationskörpern, Kurven und Bogenlänge, Kurvenintegrale)
- numerische Quadratur
- periodische Funktionen und Fourier-Reihen

### **Literatur:**

#### Lineare Algebra:

W. Mackens, H. Voß: Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994

W. Mackens, H. Voß: Aufgaben und Lösungen zur Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994

#### Analysis:

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

Oberle, H.J., K.Rothe und Th. Sonar: Mathematik für Ingenieure, Band 3: Aufgaben und Lösungen. Verlag Wiley-VCH, Berlin, Weinheim, New York, 2000

---

## **Modul: Organische Chemie**

### **Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Chemie II (VT)	Vorlesung	4
Praktikum Chemie II	Praktikum	3

### **Modulverantwortlich:**

Prof. Margaretha

### **Zulassungsvoraussetzung:**

keine

### **Empfohlene Vorkenntnisse:**

Chemie I

### **Qualifikationsziele:**

Grundlegende Kenntnisse und Verständnis der Chemie von Kohlenstoffverbindungen

### **ECTS-Leistungspunkte:**

7

### **Prüfungsart:**

Teilleistung

### **Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

### **Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 98, Eigenstudium: 112

---

## **Lehrveranstaltung: Chemie II**

### **Dozent:**

Prof. Dr. Paul Margaretha

### **Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

die einfachen Verbindungen des Kohlenstoffs, Alkane, Alkene, Aromatische Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Phenole, Ether, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Amine, Aminosäuren, Reaktionsmechanismen, Radikale, Nucleophile Substitution, Eliminierungsreaktionen, Additionsreaktionen

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung

**Literatur:**

„Organische Chemie“ von K.P.C.Vollhart &amp; N.E.Schore, Wiley VCH, 2005

**Modul: Technische Mechanik: Elastostatik****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Technische Mechanik II	Vorlesung	2
Übung: Technische Mechanik II	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Prof. Weltin

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Technische Mechanik: Statik

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge, Theorien und Methoden der Mechanik.  
Beherrschen einschlägiger Methoden und Werkzeuge.  
Befähigung zum selbständigen und effizienten Lernen.

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung (benotete Klausur)

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

**Lehrveranstaltung: Technische Mechanik II****Dozent:**

Prof.- Dr. Uwe Weltin

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

Grundbegriffe der Elastostatik, Stäbe und Stabsysteme, Spannungszustand, Verzerrungszustand, Elastizitätsgesetz, Biegung, Torsion, Prinzip der virtuellen Kräfte, Statisch unbestimmte Systeme, Knickprobleme

**Literatur:**Lehrbücher:

Gross, D.; Hauger, W.; Schnell, W.: Technische Mechanik II (Elastostatik). Springer-Verlag, 1995.

Hagedorn: Technische Mechanik, Band II (Elastostatik). Verlag Harry Deutsch, 1993.

Assmann, B.: Technische Mechanik Band II. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1993.

Magnus; Müller: Grundlagen der Technischen Mechanik. Teubner-Verlag, 1990.

Aufgabensammlungen:

Hauger; Lippmann; Mannl: Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3. Springer- Verlag, 1994.

Schnell, W.; Gross, D.: Formel- und Aufgabensammlung zur Technischen Mechanik II. BI Taschenbuch Mannheim, Wien, Zürich.

---

**Modul: Thermodynamik I****Lehrveranstaltungen:**

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

**Modulverantwortlich:**

Gerhard Schmitz

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik, Mechanik I, Mathematik I

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse bezüglich der Unterscheidung der Energieformen Wärme, Arbeit, Innere Energie, Kinetische Energie und Potenzielle Energie, bezüglich der Verknüpfung von Energien und bezüglich der Beschränkung ihrer Umwandlung, bezüglich der Veränderung der Eigenschaften von Materie bei Energieumwandlungen und bezüglich der Bestimmung des Zustandes von Fluiden in Abhängigkeit messbarer Größen wie Temperatur, Druck oder Volumen. Beherrschung der thermodynamischen Begriffe und der Methoden zur Analyse thermodynamischer Systeme. Fähigkeit zur Übertragung von Lösungsmöglichkeiten allgemeiner thermodynamischer Problemstellungen auf konkrete Aufgabenstellungen.

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung (1,5 h)

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

---

**Lehrveranstaltung: Thermodynamik I****Dozent:**

Gerhard Schmitz

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

1. Einführung
2. Grundbegriffe
3. Thermisches Gleichgewicht und Temperatur
  - 3.1 Thermische Zustandsgleichung
4. Der erste Hauptsatz
  - 4.1 Arbeit und Wärme
  - 4.2 erster Hauptsatz für geschlossene Systeme
  - 4.3 erster Hauptsatz für offene Systeme
  - 4.4 Anwendungsbeispiele
5. Zustandsgleichungen & Zustandsänderungen
  - 5.1 Zustandsänderungen
  - 5.2 Kreisprozeß
6. Der zweite Hauptsatz
  - 6.1 Verallgemeinerung des Carnotprozesses
  - 6.2 Entropie
  - 6.3 Anwendungsbeispiele zum 2. Hauptsatz
  - 6.4 Entropie- und Energiebilanzen; Exergie
7. Thermodynamische Eigenschaften reiner Fluide
  - 7.1 Hauptgleichungen der Thermodynamik
  - 7.2 Thermodynamische Potentiale
  - 7.3 Kalorische Zustandsgrößen für beliebige Stoffe
  - 7.4 Zustandsgleichungen (van der Waals u.a.)

**Literatur:**

Schmitz, G.: Technische Thermodynamik, TuTech Verlag, Hamburg, 2009

Baehr, H.D.: Thermodynamik, Springer Verlag, 12. Auflage, 2005

Stefan, K.; Mayinger, F.: Thermodynamik Band 1, Einstoffsysteme, Springer Verlag, 15. Auflage, 2001

---

**Modul: Elemente des Apparatebaus****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Elemente des Apparatebaus I	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Elemente des Apparatebaus I	Übung	1
Elemente des Apparatebaus II	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Elemente des Apparatebaus II	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Dr.-Ing. Na Ranong

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Qualifikationsziele:**Kenntnisse:

- Regeln für das normgerechte Erstellen von technischen Zeichnungen und Fließbildern
- Konstruktionsmethoden für Durchdringungen und Abwicklungen von Apparateelementen
- Regeln für das perspektivische Darstellen von Rohrleitungssystemen und Apparateelementen
- Grundkenntnisse bei der Gestaltung, Festigkeitsberechnung und Werkstoffauswahl von Apparateelemente
- Grundkenntnisse bei der Verbindung von Apparateelementen zu einem verfahrenstechnischen Apparat

### Fertigkeiten:

- Zeichnen und Bemaßen von Apparateelementen und Werkstücken
- Konstruieren von Durchdringungen und Abwicklungen von Apparateelementen
- Lesen komplexer technischer Zeichnungen
- Erstellen einfacher eigener technischer Zeichnungen
- Berechnung der Wanddicken von einfachen Apparateelementen
- Auslegung von Flanschverbindungen
- Grobauslegung von Rohrbündelwärmeübertragern
- Auslegung einfacher Pumpenanlagen

### Kompetenzen:

- Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens
- Verwendung der technischen Zeichnung als Mittel der technischen Kommunikation, z.B. zwischen Konstruktion und Fertigung
- Umsetzung eigener konstruktiver und anlagenplanerische Ideen
- Befähigung, den Hintergrund von Berechnungsvorschriften zu durchschauen.
- Befähigung, einfache Elemente verfahrenstechnischer Apparate unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte wie Festigkeitsberechnung, Strömungstechnik und Wärmeübertragung zu gestalten und zu berechnen. Die verschiedenen Aspekte ergeben sich aus den Anforderungen des Prozesses.

### **ECTS-Leistungspunkte:**

8

### **Prüfungsart:**

Modulprüfung

### **Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Klausur

### **Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 84, Eigenstudium: 156

---

## **Lehrveranstaltung: Elemente des Apparatebaus I**

### **Dozent:**

Herr Dr.-Ing. Chakkrit Na Ranong

### **Sprache:**

Deutsch

### **Zeitraum:**

Sommersemester

### **Inhalt:**

- Grundregeln für die Erstellung normgerechter technischer Zeichnungen
- Ansichten und Schnitte
- Darstellende Geometrie zur Konstruktion von Durchdringungen und Abwicklungen
- Rohrleitungsisometrie
- Grundregeln für die Erstellung von Fließbildern verfahrenstechnischer Anlagen
- Einführung in CAD

### **Literatur:**

Hoischen, H., Hesser, W.: Technischen Zeichnen, 31. Auflage, Leck: Cornelsen 2007

Titze, H., Wilke, H.-P.: Elemente des Apparatebaus, 3. Auflage, Berlin: Springer 1992

---

## **Lehrveranstaltung: Elemente des Apparatebaus II**

### **Dozent:**

Herr Dr.-Ing. Chakkrit Na Ranong

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- Einführung und Begriffe
- Beispiele für Apparate und Apparateelemente
- Kesselformeln
- Spannungen und Dehnungen für den dickwandigen Hohlzylinder
- Wanddickenberechnung für den dünnwandigen Hohlzylinder mit Hilfe von Festigkeitsbedingung und Festigkeitshypothesen
- Das System Flansch-Schraube-Dichtung
- Wärmeübertrager
- Pumpen
- Werkstoffbezeichnungen

**Literatur:**

Klapp, E.: Apparate- und Anlagentechnik. Springer, Berlin, 2002

Tietze, W.: Taschenbuch Dichtungstechnik. Vulkan, Essen, 2005

Titze, H., Wilke, H.-P.: Elemente des Apparatebaus. Springer, Berlin, 1992

Schwaigerer, S., Mühlenbeck, G.: Festigkeitsberechnung im Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau. Springer, Berlin, 1997

Wagner, W.: Festigkeitsberechnungen im Apparate- und Rohrleitungsbau. Würzburg, Vogel, 2007

### 3. Semester

## **Modul: Höhere Analysis und gewöhnliche Differentialgleichungen**

**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Mathematik III (Höhere Analysis und gewöhnliche Differentialgleichungen)	Vorlesung	4
Übung: Mathematik III (Analysis III / Differentialgleichungen I)	Übung	2
Anleitung: Mathematik III (Analysis III / Differentialgleichungen I)	Anleitung	2

**Modulverantwortlich:**

Prof. Struckmeier

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik I und II

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse: Fundamentale Fakten der Differential- und Integralrechnung in mehreren Veränderlichen sowie der Theorie und ersten Ansätzen zur Numerik der Differentialgleichungen.

Methodenkompetenz: Fähigkeit, mathematische Aspekte in ingenieurwissenschaftlichen und einfach gehaltenen mathematischen Originalarbeiten sinnentnehmend lesen zu können.

**ECTS-Leistungspunkte:**

8

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 112, Eigenstudium: 128

---

**Lehrveranstaltung: Mathematik III****Dozent:**

Dozenten der Universität Hamburg

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**Analysis III:

Fortsetzung der Vorlesung Analysis II. Es werden die Grundzüge der Differential- und Integralrechnung mehrerer Variablen behandelt.

Die Einzelthemen sind:

- Differentialrechnung mehrerer Veränderlichen
- Mittelwertsätze und Taylorscher Satz
- Extremwertbestimmung
- Implizit definierte Funktionen
- Extremwertbestimmung bei Gleichungsnebenbedingungen
- Newton-Verfahren für mehrere Variable
- Bereichsintegrale
- Kurven- und Flächenintegrale
- Integralsätze von Gauß und Stokes

Differentialgleichungen I:

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

Die Einzelthemen sind:

- Einführung und elementare Methoden
- Existenz und Eindeutigkeit bei Anfangswertaufgaben
- lineare Differentialgleichungen
- Stabilität und qualitatives Lösungsverhalten
- Randwertaufgaben und Grundbegriffe der Variationsrechnung
- Eigenwertaufgaben
- Numerische Verfahren zur Integration von Anfangs- und Randwertaufgaben
- Grundtypen bei partiellen Differentialgleichungen

**Literatur:**

Ansorge, R. und H.J. Oberle: Mathematik für Ingenieure, Band 2. Verlag Wiley-VCH, Berlin, Weinheim, New York, 2003.

Oberle, H.J., K. Rothe und Th. Sonar: Mathematik für Ingenieure, Band 3: Aufgaben und Lösungen. Verlag Wiley-VCH, Berlin, Weinheim, New York, 2000.



---

## Modul: Physikalische Chemie

### Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Physikalische Chemie	Vorlesung	2
Praktikum: Physikalische Chemie	Praktikum	3

### Modulverantwortlich:

Prof. Hans-Ulrich Moritz

### Zulassungsvoraussetzung:

keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Chemie I und Chemie II

### Qualifikationsziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden, einfache physiko-chemische Fragestellungen formulieren und Lösungen hierfür selbstständig erarbeiten. Die molekulare Interpretation grundlegender thermodynamischer Größen und der Fundamentalgleichung der Transportvorgänge wird verstanden und kann zur Problemlösung angewendet werden.

### ECTS-Leistungspunkte:

5

### Prüfungsart:

Teilleistung

### Studien/Prüfungsleistungen:

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

### Arbeitsaufwand:

Präsenzstudium: 70, Eigenstudium: 80

---

## Lehrveranstaltung: Physikalische Chemie

### Dozent:

Prof. Dr. Hans-Ulrich Moritz

### Sprache:

Deutsch

### Zeitraum:

Wintersemester

### Inhalt:

Kinetische Gastheorie, ideale und reale Gase, Molwärme u. molekulare Struktur, Thermochemie u. Kalorimetrie, Hauptsätze, chemisches Potential u. chemisches Gleichgewicht, Haber-Born-Kreisprozesse, Entropie, Phasengleichgewichte, elektrochemische Gleichgewichte.

### Studien/Prüfungsleistungen:

Klausur

### Literatur:

Peter W. Atkins, J. de Paula "Kurzlehrbuch Physikalische Chemie", 4. Aufl., Wiley VCH (2008) („kleiner Atkins“)

Peter W. Atkins, Julio de Paula "Physikalische Chemie", 4. Aufl., Wiley VCH (2006) („großer Atkins“)

Roland Reich: "Thermodynamik – Grundlagen u. Anwendungen in der allgem. Chemie", 2. Aufl., VCH (1993)

Gerd Wedler: „Lehrbuch d. Physikalischen Chemie“, 5. Aufl., Wiley VCH (2004)

<http://www.chemie.uni-hamburg.de/studium/nebenfach/tuhh3/>

---

## Lehrveranstaltung: Praktikum Physikalische Chemie

### Dozent:

Dr. Werner Pauer

### Sprache:

Deutsch

### Zeitraum:

Wintersemester

### Inhalt:

Anhand ausgewählter physikochemischer Versuche werden Themenbereiche aus der Vorlesung vertieft und neue erschlossen. Ein weiterer Bestandteil ist es, Grundlagen zu vermitteln, wie Versuche selbstständig durchgeführt und ausgewertet werden. Im Anschluss an die Versuche ist ein umfassendes Protokoll anzufertigen.

### Studien/Prüfungsleistungen:

Versuchsprotokolle

### Literatur:

Praktikumsskript und darin enthaltene Literaturhinweise sowie

Peter W. Atkins, J. de Paula "Kurzlehrbuch Physikalische Chemie", 4. Aufl., Wiley VCH (2008) („kleiner Atkins“)

Peter W. Atkins, Julio de Paula "Physikalische Chemie", 4. Aufl., Wiley VCH (2006) („großer Atkins“)

Roland Reich: "Thermodynamik – Grundlagen u. Anwendungen in der allgem. Chemie", 2. Aufl., VCH (1993)

Gerd Wedler: „Lehrbuch d. Physikalischen Chemie“, 5. Aufl., Wiley VCH (2004)

<http://www.chemie.uni-hamburg.de/studium/nebenfach/tuhh3/>

---

## Modul: Technische Mechanik: Dynamik

### Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Technische Mechanik III	Vorlesung	2
Übung: Technische Mechanik III	Übung	1

### Modulverantwortlich:

Prof. Weltin

### Zulassungsvoraussetzung:

keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Technische Mechanik I und II

### Qualifikationsziele:

- Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge, Theorien und Methoden des Fachgebietes.
- Beherrschen einschlägiger Methoden und Werkzeuge.
- Befähigung zum selbständigen und effizienten Lernen.

### ECTS-Leistungspunkte:

5

### Prüfungsart:

Modulprüfung

### Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung (benotete Klausur)

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

---

**Lehrveranstaltung: Technische Mechanik III****Dozent:**

Prof.- Dr. Uwe Weltin

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- Grundbegriffe der Kinetik
- Kinetik der Massenpunkte
- Kinetik starrer Körper
- Prinzip der virtuellen Arbeit
- Bewegungsgleichungen der Systeme starrer Körper
- Schwingungen mechanischer Systeme

**Literatur:**

Gross, D.; Hauger, W.; Schnell, W.: Technische Mechanik III (Kinetik und Kinematik). Springer-Verlag, 1995.

Hagedorn: Technische Mechanik, Band III. Verlag Harry Deutsch, 1993.

Assmann, B.: Technische Mechanik Band III. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1993.

Magnus; Müller: Grundlagen der Technischen Mechanik. Teubner-Verlag, 1990.

Aufgabensammlungen:

Hauger; Lippmann; Mannl: Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3. Springer- Verlag, 1994.

Schnell, W.; Gross, D.: Formel- und Aufgabensammlung zur Technischen Mechanik III. BI Taschenbuch Mannheim, Wien, Zürich.

---

**Modul: Thermodynamik II****Lehrveranstaltungen:**

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

**Modulverantwortlich:**

Gerhard Schmitz

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Thermodynamik I

**Qualifikationsziele:**

Anwendung der abstrakten Grundlagen der Thermodynamik auf konkrete technische und physikalische Vorgänge, wie z.B. Kreisprozesse, Klimaprozesse, Verbrennungsprozesse.

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung (1,5 h)

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

**Lehrveranstaltung: Thermodynamik II****Dozent:**

Gerhard Schmitz

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- 8. Kreisprozesse
- 9. Gas-Dampf-Gemische
- 10. Stationäre Fließprozesse
- 11. Verbrennungsprozesse
- 12. Sondergebiete

**Literatur:**

Schmitz, G.: Technische Thermodynamik, TuTech Verlag, Hamburg, 2009

Baehr, H. D.: Thermodynamik, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 12. Auflage, 2005

Stefan, K.; Mayinger, F.: Thermodynamik Band 2, Mehrstoffsysteme, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 14. Auflage, 1992

**4. Semester****Modul: Informatik****Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Informatik (Einführung in die Informatik I)	Vorlesung	2
Übung: Informatik (Einführung in die Informatik I)	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Dr. Venzke

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundlegende Fähigkeiten im Umgang mit MS Windows

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse: Grundlegendes Verständnis objekt-orientierter Konzepte und Programmierung in der Sprache Java

Methodenkompetenz: Grundsätzliche Herangehensweise an die Entwicklung objekt-orientierte Software

Systemkompetenz: Beherrschen komplexer Systeme durch Dekomposition in Objekte definierter Klassen geordnet in Klassenhierarchien

Soziale Kompetenzen: Teamarbeit zur Lösung von Übungsaufgaben in Kleingruppen

**ECTS-Leistungspunkte:**

4

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

**Lehrveranstaltung: Informatik****Dozent:**

Dr. Venzke

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

Einführung in objektorientierte Modellbildung und Programmierung am Beispiel von Java

- Objekte, Klassen
- Methoden, Eigenschaften
- Vererbung
- Elementare Grundlagen von Java
- 2D-Grafik
- Java Applets in Webseiten
- Ereignisse und Steuerelemente

**Literatur:**

Campione, Mary; Walrath, Kathy: The Java Tutorial - A practical guide for programmers. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1998; Bibliothek: TII 978

Guido Krüger: Handbuch der Java-Programmierung. 3. Auflage Addison-Wesley, 2002.

<http://www.javabuch.de/>

Krüger, Guido: Go to Java 2. Addison-Wesley Verlag, Bonn, 1999. Bibliothek: TII 717

Cowell, John: Essential Java 2 fast Springer Verlag, London, 1999. Bibliothek: TII 942

Java 2 SDK, Standard Edition Documentation. <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/>Java 2 Platform API Specification. <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api/><http://www.ti5.tu-harburg.de/Manual/Java/Tutorial/index.html>**Modul: Mischphasenthermodynamik****Lehrveranstaltungen:**

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

**Modulverantwortlich:**

Prof. Smirnova

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik, Physikalische Chemie, Thermodynamik I und II

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden können die passenden Methoden der Thermodynamik auf Mehrkomponentensysteme, Grenzflächen, Systeme mit festen Phasen einschließlich Adsorption, Elektrolytsysteme, Emulsionen und Micellen sowie Flüssigkristalle auswählen und anwenden.

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 94

---

**Lehrveranstaltung: Thermodynamik III****Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Irina Smirnova

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

1. Einführung: Anwendungen der Mischphasenthermodynamik, Gegenstand und Aufgabe, Zwischenmolekulare, Wechselwirkungen, Homogene und heterogene Systeme. Prinzip der Behandlung von Mischsystemen.
2. Thermodynamische Gleichungen in einer Phase: Zustand, thermodynamisches System, thermodynamische Zustandsvariablen, Zustandsfunktionen, Gibbs'sche Fundamentalgleichungen, Folgerungen aus den Gibbs'schen Fundamentalgleichungen, ideales Bezugssystem, reales System, Zustandsgleichungen Fugazität, Aktivität, Fugazitätskoeffizienten aus Zustandsgleichungen.
3. Spezielle Beziehungen für mehrere Komponenten: Mischungsgrößen. Partielle molare Größen. Exzeßgrößen. Fugazität und Aktivität in Mischsystemen, Prinzip der Aktivitätskoeffizientenansätze.
4. Mehrphasensysteme: Gleichgewicht und Stabilität. Einstoffsysteme. Thermodynamische Grundbeziehungen der Mehrphasensysteme. Veränderungen entlang der Koexistenzlinien von Gleichgewichtsphasen.
5. Phänomenologie der Phasengleichgewichte: Mehrphasen- und Mehrkomponentensysteme, Teil I. Fluide Systeme.
6. Phänomenologie der Phasengleichgewichte: Phasengleichgewichte unter Einschluss höherer Drücke.
7. Berechnung von Phasengleichgewichten: Einfache fluide Systeme. Aktivitätskoeffizienten-Modelle.
8. Berechnung von Phasengleichgewichten mit Zustandsgleichungen.
9. Chemische Reaktionen
10. Phasengleichgewichte mit festen Phasen (Schmelzgleichgewichte).

**Literatur:**

Jürgen Gmehling, Bärbel Kolbe Thermodynamik VCH 1992 und spätere Ausgaben

J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. de Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, 3rd ed. Prentice Hall, 1999.

J.W. Tester, M. Modell: Thermodynamics and its Applications. 3<sup>rd</sup> ed. Prentice Hall, 1997. J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics. Cambridge University Press, 2005.

Script zur Vorlesung

---

## Modul: Strömungsmechanik I

### Lehrveranstaltungen:

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

### Modulverantwortlich:

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

### Zulassungsvoraussetzung:

Keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse in Mathematik, partiellen Differentialgleichungen, Physik, Thermodynamik

### Qualifikationsziele:

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

- Inkompressible Strömungen physikalisch zu beschreiben und mathematisch zu modellieren
- Die wesentlichen Eigenschaften von kompressiblen Strömungen zu beschreiben
- Zusammenhänge zwischen Theorien und technischen Aufgabenstellungen zu erkennen
- Das Erlernte auf ingenieurwissenschaftlich relevante Strömungsformen anzuwenden

### ECTS-Leistungspunkte:

5

### Prüfungsart:

Modulprüfung

### Studien/Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung

### Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

---

## Lehrveranstaltung: Strömungsmechanik I

### Dozent:

Prof. Dr.-Ing. M. Schlüter

### Sprache:

Deutsch

### Zeitraum:

Sommersemester

### Inhalt:

1. Eigenschaften von Fluiden (Dichte, Viskosität, Grenzflächenspannung, ...)
2. Hydrostatik (Hydrostatisches Paradoxon, Grundgleichung)
3. Fluidodynamik (Kontinuitätsgleichung, Ähnlichkeitsgesetze, Euler/Lagrange Sichtweise)
4. Stromfadentheorie (Euler-Gleichungen, Bernoulli, Venturi)
5. Impulssatz, Drehimpulssatz
6. Navier-Stokes-Bewegungsgleichungen (inkompressibel, kompressibel)
7. Rheologie (Newtonsche und Nicht-Newtonsche Fluide)
8. Potentialtheorie
9. Rohrströmung (inkompressibel, eindimensional)
10. Turbulenzmodellierung (Mittelungsverfahren)
11. Strömung in Strömungsmaschinen (Kreiselpumpe, Gasturbine)

## Literatur:

- 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 Verlag / 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: Messtechnik in der VT: Theorie und Praxis

### Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Messtechnik in der Verfahrenstechnik	Vorlesung	2
Übung: Messtechnik in der Verfahrenstechnik	Übung	1
Laborpraktikum: Messtechnik in der Verfahrenstechnik	Laborpraktikum	1

### Modulverantwortlich:

Prof. Harig

### Zulassungsvoraussetzung:

keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Elektrotechnik

### Qualifikationsziele:

Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge, Theorien und Methoden der Messtechnik und Sensorik sowie deren Anwendung auf Problemstellungen der Ingenieurpraxis.

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

- die grundlegenden Größen Druck, Temperatur, Volumenstrom und Niveaustand messtechnisch zu bestimmen
- mit elektrochemischen Messverfahren pH-Wert und Sauerstoffkonzentration zu ermitteln
- mit chromatographischen Messverfahren Produktzusammensetzungen zu untersuchen
- Gasmischungen, insbesondere Emissionen der Verbrennung, zu charakterisieren

### ECTS-Leistungspunkte:

5

### Prüfungsart:

Modulprüfung

### Studien/Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung und Versuchsprotokolle

### Arbeitsaufwand in Stunden:

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 94



---

## Lehrveranstaltung: Messtechnik

### Dozent:

Prof. Dr.-Ing. Roland Harig

### Sprache:

Deutsch

### Zeitraum:

Sommersemester

### Inhalt:

1. Grundlagen
  - 1.1 Größen und Einheiten
  - 1.2 Messunsicherheit
  - 1.3 Kalibrierung
  - 1.4 Statisches und dynamisches Verhalten von Messsystemen
2. Messung elektrischer Größen
  - 2.1 Strom und Spannung
  - 2.2 Impedanz
  - 2.3 Messverstärker
  - 2.4 Darstellung des Zeitverlaufs elektrischer Signale
  - 2.5 Analog-Digital-Wandlung
  - 2.6 Datenübertragung
3. Messung nichtelektrischer Größen
  - 3.1 Temperatur
  - 3.2 Länge, Weg, Winkel
  - 3.3 Dehnung, Kraft, Druck
  - 3.4 Menge, Durchfluss
  - 3.5 Zeit, Frequenz
4. Analyseverfahren
  - 4.1 Gas-Sensoren
  - 4.2 Spektroskopie
  - 4.3 Gaschromatographie

### Literatur:

Lerch, R.: „Elektrische Messtechnik; Analoge, digitale und computergestützte Verfahren“, Springer, 2006, ISBN: 978-3-540-34055-3.

Profos, P. Pfeifer, T.: „Handbuch der industriellen Messtechnik“, Oldenbourg, 2002, ISBN: 978-3486217940.

---

## Lehrveranstaltung: Laborpraktikum Messtechnik in der Verfahrenstechnik

### Dozent:

Rudolf Eggers, Andreas Liese, Gerhard Matz, Jörg Müller und Mitarbeiter

### Sprache:

Deutsch

### Zeitraum:

Sommersemester

### Inhalt:

- analytische Chromatographie (Technische Biokatalyse (V6))
  - Bestimmung der Peakfläche und der Retentionszeit einer Standardlösung
  - Bestimmung der Van-Deemter Kurve
  - Benzoessäuregehaltsbestimmung in Preiselbeermarmelade

- Elektrochemische Messverfahren (Technische Biokatalyse (V6))
  - Amperometrische Bestimmung der Sauerstoffkonzentration einer unbekanntem Lösung
  - Potentiometrische pH-Messung einer unbekanntem Lösung
- Druck- und Volumenstrommessung (Mikrosystemtechnik (E7))
  - Druckmessung mit Absolutdrucksensor und Druckwaage
  - Flussmessung mit Flügelrad, Schwebekugelmessung und Wasserbad
  - Messung der Zeitabhängigkeit eines Wasserflusses durch Messung der Brückenspannung unter Veränderung der Heizspannung
- Emissions-/Immissionsmessung (Messtechnik (E6))
  - Gasanalyse mit Massenspektrometer
  - Abgasmessung nach Orsat
  - CO-Messung mit Uras 3 G
  - CO-Messung mittels Gaswatch
  - Gasanalyse mittels Prüfröhrchen
- Temperaturmessung (Therm. VT, Wärme- und Stofftransport (V8))
  - Radiale und axiale Temperaturmessung an einer Naturstoffschüttung
  - Bestimmung von Emissionsgraden verschiedener Metalloberflächen mit einem Pyrometer
  - Bestimmung einer Zeitkonstanten
  - Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit einer Feststoffprobe

**Literatur:**

Praktikumsunterlagen (zum Herunterladen) und weitere Informationen unter:

<http://www.tu-harburg.de/v8/lehre/gruppe-prof-eggert/messtechnik-praktikum.html>

## Modul: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen

**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Bioverfahrenstechnik - Grundlagen	Vorlesung	2
Übung: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen	Übung	1

**Modulverantwortlich:**

Prof. Liese

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik (Integration, Differenzieren, Differenzialgleichungen), Chemie (Organik und Anorganik)

**Qualifikationsziele:**

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

- biologische, apparative und theoretische Grundlagen von Fermentationsprozessen und Biotransformationen zu kennen
- biologische und verfahrenstechnische Zusammenhänge in Systemen zu erkennen
- eine allgemeine Problemstellung auf Teilprobleme der Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik abzubilden
- geeignete Methoden der Bioverfahrenstechnik auszuwählen und zu Beherrschen
- Kinetiken von Biotransformationen, Vorgänge in Bioreaktoren herzuleiten und berechnen zu können

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 108

**Lehrveranstaltung: Bioverfahrenstechnik - Grundlagen****Dozent:**

Prof. Dr. rer. nat. Andreas Liese

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

1. Stöchiometrie, Elektronenbilanzen und Ausbeutekoeffizienten biologischer Systeme
2. Sauerstoffbedarf, Konzentrationsprofile an der Phasengrenze (gasförmig-flüssig)
3. Wärmeentwicklung; Enzymkinetik, Wachstumsmodelle und Monod Kinetik
4. Faktoren des Bioprozesses: Sauerstoffeintrag, pH-Wert, Durchmischung, Substrat, Wärmeübergang, Energieeintrag, Medien, Rührertypen
5. Bioreaktortypen und Prozessführung, Berechnung von Fermentationen in Batch, Fed-Batch und kontinuierlichen Rührkesselreaktoren
6. Berechnung des Sauerstoffeintrags
7. Sterilisation, Inaktivierungsraten für Mikroorganismen, Temperaturabhängigkeit
8. Downstream Processing

**Literatur:**

- H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2006
- K. Buchholz, V. Kasche, U. Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology, Wiley-VCH, 2005
- P. M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, Elsevier, 2004
- A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006
- O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, J. Wiley & Sons, 1999

## 5. Semester

**Modul: Umwelt- und Fluidverfahrenstechnik****Lehrveranstaltungen:**

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

**Modulverantwortlich:**

Prof. Smirnova

**Zulassungsvoraussetzung:**

Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mischphasenthermodynamik

**Qualifikationsziele:**

Verständnis der Trennprozesse fluider Gemische,

Beherrschen von Methoden zur trenntechnischen Auslegung von Trennungen und Trennapparaten, Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge und Methoden der Umweltschutztechnik und deren Anwendung in der Ingenieurpraxis.

**ECTS-Leistungspunkte:**

7

**Prüfungsart:**

Teilleistung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 70, Eigenstudium: 140

---

## **Lehrveranstaltung: Fluidverfahrenstechnik**

**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Irina Smirnova

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

Einführung in die Fluidverfahrenstechnik (thermische Verfahrenstechnik), Grundzüge von Trennprozessen, einfache Gleichgewichtsprozesse, Vielstufenprozesse, Rektifikation (Mehrstufendestillation) binärer Gemische, Verallgemeinerungen der Trennung binärer Gemische in Mehrstufenprozessen. Trennungen in verdünnten Systemen, Empirische Beziehungen, gekrümmte Arbeitslinien, Enthalpie-Konzentrations-Diagramm, Trennungen in ternären Systemen, Dreiecksdiagramm - Extraktion, Mehrkomponententrennungen einschließlich komplexer Gemische, Trennungen mit schnellen Reaktionen, Auslegung von Trennapparaten ohne diskrete Stufen, Kapazität von Trennapparaten.

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung

**Literatur:**

J. King: *Separation Processes*, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980

Sattler: *Thermische Trennverfahren*, VCH, Weinheim 1995

J.D. Seader, E.J. Henley: *Separation Process Principles*, Wiley, New York, 1998.

Mersmann: *Thermische Verfahrenstechnik*, Springer, 1980

Grassmann, Widmer, Sinn: *Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik*, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997

Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1; ISBN 0-387-91477-3.

R. Goedecke (Hrsg.): Fluid-Verfahrenstechnik, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006.

Perry's Chemical Engineers' Handbook, R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (Hrsg.), 6th ed., McGraw-Hill, New York 1984

Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie

---

## **Lehrveranstaltung: Umwelttechnik**

**Dozent:**

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

**Sprache:**

Deutsch

---

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- Umwelteffekte durch Technik
- Schad- und Nährstoffproblematik
- End of pipe - Technologien
- Vor- und nachsorgender Umweltschutz
- Gesetzliche Vorgaben und Regelungen

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Schriftliche Prüfung

**Literatur:**

Förstner, U.: Umweltschutztechnik; Springer, Berlin, Heidelberg, 2004, 6. Auflage

---

**Modul: Partikeltechnologie I****Lehrveranstaltungen:**

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

**Modulverantwortlich:**

Prof. Heinrich

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse grundlegender Zusammenhänge, Theorien und Methoden der Feststoffverfahrenstechnik  
Verständnis der grundlegenden Problematik bei der Beschreibung von Partikeln und Partikelkollektiven  
Kenntnis grundlegender Unit Operations der Feststoffverfahrenstechnik

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 45, Eigenstudium: 105

---

**Lehrveranstaltung: Partikeltechnologie I****Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- Kennzeichnung und Darstellung von Partikeln und Partikelkollektiven
- Kennzeichnung einer Trennung
- Kennzeichnung einer Mischung
- Zerkleinern
- Agglomerieren/Kornvergrößerung
- Lagern und Fließen von Schüttgütern
- Grundlagen der Fluid-Feststoff-Strömungen
- Verfahren zur Klassierung und Sortierung von Partikelkollektiven
- Abtrennung von Partikeln aus Flüssigkeiten und Gasen
- Strömungsmechanische Grundlagen der Wirbelschichttechnik
- Hydraulische und pneumatische Förderung von Feststoffen

**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.

---

## Modul: Grundlagen der Regelungstechnik

**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Grundlagen der Regelungstechnik	Vorlesung	2
Übung: Grundlagen der Regelungstechnik	Übung	2

**Modulverantwortlich:**

Prof. Werner

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse der Behandlung von Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich und der Laplace-Transformation.

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse: Dynamik von einfachen Regelkreisen, Bewertung in Zeit- und Frequenzbereich

Methodenkompetenz: Modellierung dynamischer Systeme, Synthese von einfachen Regelkreisen

System- und Lösungskompetenz: Auswahl geeigneter Analyse- und Synthesemethoden

Soziale Kompetenz: Verständnis englischsprachiger Fachliteratur zum Thema

**ECTS-Leistungspunkte:**

6

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 124

---

## Lehrveranstaltung: Grundlagen der Regelungstechnik

**Dozent:**

Prof. Dr. Herbert Werner

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

## Signale und Systeme

- Lineare Systeme, Differentialgleichungen und Übertragungsfunktionen
- Systeme 1. und 2. Ordnung, Pole und Nullstellen, Impulsantwort und Sprungantwort
- Stabilität

## Regelkreise

- Prinzip der Rückkopplung: Steuerung oder Regelung
- Folgeregelung und Störunterdrückung
- Arten der Rückführung, PID-Regelung
- System-Typ und bleibende Regelabweichung
- Inneres-Modell-Prinzip

## Wurzelortskurven

- Konstruktion und Interpretation von Wurzelortskurven
- Wurzelortskurven von PID-Regelkreisen

## Frequenzgang-Verfahren

- Frequenzgang, Bode-Diagramm
- Minimalphasige und nichtminimalphasige Systeme
- Nyquist-Diagramm, Nyquist-Stabilitätskriterium, Phasenreserve und Amplitudenreserve
- Loop shaping, Lead-Lag-Kompensatoren
- Frequenzgang von PID-Regelkreisen

## Totzeitsysteme

- Wurzelortskurve und Frequenzgang von Totzeitsystemen
- Smith-Prädiktor

## Digitale Regelung

- Abtastsysteme, Differenzgleichungen
- Tustin-Approximation, digitale PID-Regler

## Software-Werkzeuge

- Einführung in Matlab, Simulink, Control Toolbox
- Rechnergestützte Aufgaben zu allen Themen der Vorlesung

**Literatur:**

Werner, H., Lecture Notes „Control Systems 1“

G.F. Franklin, J.D. Powell and A. Emami-Naeini "Feedback Control of Dynamic Systems", Addison Wesley, Reading, MA, 2002, ISBN 0-13-03233934

K. Ogata "Modern Control Engineering", Fourth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2002, ISBN 0-13-043245-8

R.C. Dorf and R.H. Bishop, Ninth Edition, Addison Wesley, Reading, MA 2001, ISBN 0-13-030660-6

**Modul: Wärme- und Stoffübertragung I****Lehrveranstaltungen:**

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

**Modulverantwortlich:**

Prof. Eggers

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse: Technische Thermodynamik

**Qualifikationsziele:**

Kenntnisse in Bilanzformulierungen für den Wärme - und Stofftransport

Kenntnisse zu den kinetischen Transportansätzen

Kenntnisse von thermophysikalischen Stoffdaten

Fähigkeit zur selbstständigen Auslegung von grundlegenden Transportprozessen

**ECTS-Leistungspunkte:**

5

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Klausur

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 56, Eigenstudium: 94

---

**Lehrveranstaltung: Wärme- und Stoffübertragung I****Dozent:**

Prof. Dr. Rudolf Eggers

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

1. Einleitung Begriff und Aufgabenstellung der Wärme- und Stoffübertragung
2. Austauschgrößen - Grundbeziehungen
  - 2.1 Erhaltungsbeziehungen für Impuls-Masse-Energie
  - 2.2 Prozessrichtung und Gleichgewicht
  - 2.3 Transporteffekte - Kinetische Ansätze
  - 2.4 Einführendes Beispiel
3. Transportprozesse
  - 3.1 Wärmeleitung und Randbedingungen
    - 3.1.1 Stationäre Vorgänge
    - 3.1.2 Instationäre Vorgänge
  - 3.2 Diffusion und Randbedingungen
    - 3.2.1 Stationäre Vorgänge
    - 3.2.2 Instationäre Vorgänge
  - 3.3 Konvektionsvorgänge
    - 3.3.1 Entwicklung von Kennzahlen aus dem Grenzschichtkonzept
    - 3.3.2 Beziehungen für den Wärmeübergang
    - 3.3.3 Beziehungen für den Stoffübergang

**Literatur:**

Mersmann, A.: Stoffübertragung. Springer Verlag, 1986.

Treybal, R. E.: Mass-Transfer Operations. McGraw Hill, 1980.

Bird - Stewart - Lightfoot: Transport Phenomena, Wiley, 2002

Baehr-Stephan.: Wärme- und Stoffübertragung. Springer Verlag, 2002



---

## Modul: Chemische Verfahrenstechnik: Theorie und Praxis

### Lehrveranstaltungen:

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Chemische Verfahrenstechnik I	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Chemische Verfahrenstechnik I	Übung	1
Laborpraktikum: Praktikum Chemische Verfahrenstechnik	Laborpraktikum	3

### Modulverantwortlich:

Prof. Keil

### Zulassungsvoraussetzung:

keine

### Empfohlene Vorkenntnisse:

- Grundkenntnisse der Reaktionstechnik
- Eingangskolloquien zu den Versuchen

### Qualifikationsziele:

#### Kenntnisse:

- Bedeutung der Stöchiometrie in der Reaktionstechnik,
- Definition der Reaktionswärme und ihre Abhängigkeit von Temperatur und Druck,
- Methoden zur Berechnung von Multikomponentengleichgewichten.
- Definition der Reaktionsgeschwindigkeit, Unterschied zwischen einfachen und komplexen Reaktionen, van 't Hoff'sche Gleichung,
- Kenntnis der Messmethoden von Reaktionskinetiken in homogenen Medien.
- Definition idealer Reaktortypen.
- Aufstellen von Material- und Energiebilanzen.
- Auftreten von Multiplizitäten in chemischen Reaktionen.

#### Fertigkeiten:

- Berechnung stöchiometrischer Koeffizienten komplexer Reaktionen mit MATLAB,
- Berechnung von Reaktionswärmen und deren Abhängigkeit von Temperatur und Druck.
- Berechnung von Gleichgewichtszusammensetzungen bei Multikomponentengleichgewicht durch Minimierung der Gibbs'schen freien Energie.
- Auswertung kinetischer Messungen in homogenen Lösungen.
- Numerische Integration kinetischer Gleichungen.
- Auslegung idealer Reaktoren unter isothermen Bedingungen mit MATLAB für einfache und komplexe Reaktionen.
- Auslegung idealer Reaktoren unter nichtisothermen Bedingungen mittels MATLAB.
- Auslegung von Sonderbauarten (Membranreaktoren, Mikroreaktoren).

#### Kompetenzen:

- Befähigung zur kritischen Analyse von Computerberechnungsergebnissen.
- Fähigkeit, geeignete Methoden zur Ermittlung von kinetischen Daten auszuwählen.
- Fähigkeit, geeignete Reaktortypen für bestimmte Reaktionen auszuwählen.
- Fähigkeit zur praktischen Umsetzung des Erlernten unter Laborbedingungen

Systemkompetenz: Zerlegung und Synthese komplexer Systeme

Soziale Kompetenzen: Zusammenarbeit in Gruppen

### ECTS-Leistungspunkte:

8

### Prüfungsart:

Teilleistung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 84, Eigenstudium: 156

---

**Lehrveranstaltung: Chemische Verfahrenstechnik I****Dozent:**

Prof. Dr. Dr.h.c. Frerich Keil

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Wintersemester

**Inhalt:**

- Grundbegriffe: Stöchiometrie, Thermodynamik (Reaktionswärmen als Fkt. des Druckes , der Temperatur), chemische Reaktionen (Gleichgewichte einfacher und komplexer Reaktionssysteme)
- Kinetik homogener Reaktionen ( Typen, Meßmethoden, Parameterbestimmung), Theorie des Übergangszustandes, Stoßtheorie, Polymerkinetik
- Isotherme Reaktoren (Materialbilanzen und deren numerische Lösung), MATLAB-Beispiele
- Nichtisotherme Rührkesselreaktoren ( Material- und Energiebilanzen für stationäre und instationäre Bedingungen und deren numerische Lösung), Multiplizitäten, MATLAB-Beispiele
- Nichtisotherme Rohrreaktoren (Material- und Energiebilanzen für stationäre und instationäre Bedingungen und deren numerische Lösung), Sonderbauarten (Membranreaktoren, Mikroreaktoren), MATLAB-Beispiele

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Literatur:**

- Skript zur Vorlesung, als Buch in der Bibliothek
  - Baerns; Hofmann; Renken: Chemische Reaktionstechnik. Thieme-Verlag, Stuttgart 19 87.
  - Levenspiel, O.: Chemical Reaction Engineering (4th Edition), John Wiley, New York, 1999.
  - Aris, R.: Elementary Chemical Reactor Analysis, Butterworth, London, 1988.
  - Fogler, H. S.: Elements of Chemical Reaction Engineering (4th Edition), Prentice Hall, London, 2006.
  - Baerns, Behr, Brehm, Gmehling, Hofmann, Onken, Renken: Technische Chemie, Wiley-VCH, 2006
- 

**Lehrveranstaltung: Praktikum Chemische Verfahrenstechnik****Dozent:**

Prof. Dr. Frerich Keil und Mitarbeiter

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

- Fehlerfortpflanzung
- Satzreaktoren- Schätzung kinetischer Parameter für die Verseifung von Ethylacetat
- Kontinuierlicher Rührkessel, Verweilzeitverteilung, Reaktion
- Rührkesselkaskade, Verweilzeitspektrum
- Rohrreaktor, Verweilzeitspektrum, Reaktion
- Stationäre Wicke-Kallenbach Diffusionsmessungen im Katalysatorpellet

- Wechselwirkung von Diffusion und Reaktion im Katalysatorpellet, Dissoziation von Methanol auf Zinkoxid
- Stofftransport in einem Gas/Flüssigkeitssystem
- Stabilität eines kontinuierlichen Rührkessels (Hydrolyse von Essigsäureanhydrid)
- Computersimulationen von Reaktoren

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Versuchsberichte

**Literatur:**

Versuchsanleitungen werden ausgegeben

## 6. Semester

### **Modul: Trenntechnik: Theorie und Praxis**

**Lehrveranstaltungen:**

<u>Titel</u>	<u>Typ</u>	<u>SWS</u>
Trenntechnik	Vorlesung	2
Hörsaalübung: Trenntechnik	Übung	1
Praktikum Fluid- und Trenntechnik	Praktikum	3

**Modulverantwortlich:**

Prof. Smirnova

**Zulassungsvoraussetzung:**

Praktikum: Mündliche Eingangsprüfung

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Fluidverfahrenstechnik

**Qualifikationsziele:**

- Verständnis des Verlaufs der Konzentrationsänderungen in Trennprozessen
- Verständnis der Möglichkeiten, bei Trennprozessen Energie einzusparen,
- Verständnis allgemeiner Gesichtspunkte zur Auslegung von Trennverfahren,
- Verständnis des Auswahlprozesses von Trennverfahren, auch aufgrund allgemeiner Prinzipien.
- Fähigkeit zur Auslegung von Trennprozessen mit festen Phasen und Feststoffen
- Befähigung zum Abschätzen des Energiebedarfs von Trennprozessen
- Praktische Kenntnisse zu Gegenstromextraktion, Rektifikation, Destillation, Überkritische Fluide, Mixer Settler, Umkehrosmose und Kristallisation

**ECTS-Leistungspunkte:**

8

**Prüfungsart:**

Teilleistung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Prüfungsform siehe Lehrveranstaltungen

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 45, Eigenstudium: 115

### **Lehrveranstaltung: Trenntechnik**

**Dozent:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Irina Smirnova

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

- Verlauf der Konzentrationsänderungen in Gegenstromtrennprozessen,
- Berechnungsmethoden für Vielstufentrennprozesse,
- Extraktive und Azeotrope Destillation, Wasserdampfdestillation,
- Absatzweise Rektifikation,
- Festbett-Verfahren,
- Trocknung ,
- Feststoff- und Gasextraktion,
- Chromatographische Trennverfahren,
- Membrantrennverfahren,
- Energiebedarf von Trennprozessen, Verminderungsmöglichkeiten,
- Erweiterte Übersicht zu Trennprozessen,
- Auswahl von Trennprozessen.

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Literatur:**

G. Brunner: Skriptum Thermische Verfahrenstechnik

J. King: *Separation Processes*, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980

Sattler: *Thermische Trennverfahren*, VCH, Weinheim 1995

J.D. Seader, E.J. Henley: *Separation Process Principles*, Wiley, New York, 1998.

Mersmann: *Thermische Verfahrenstechnik*, Springer, 1980

Grassmann, Widmer, Sinn: *Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik*, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997

Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1; ISBN 0-387-91477-3.

R. Goedecke (Hrsg.): Fluid-Verfahrenstechnik, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2006.

Perry's Chemical Engineers' Handbook, R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (Hrsg.), 6th ed., McGraw-Hill, New York 1984 Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie

---

**Lehrveranstaltung: Praktikum Fluid- und Trenntechnik****Dozent:**

Prof. Smirnova, Dr. C. Zetzl und Mitarbeiter

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

Anwendung der Theoretischen Grundlagen aus der Fluidverfahrenstechnik zur Beschreibung und Bestimmung von Trennexperimenten im Pilotmaßstab.

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Praktikumsleistung

Protokollfassung

**Literatur:**

Manuskripte bei den Fachbetreuern

J. King: *Separation Processes*, McGraw-Hill, 2. Aufl. 1980

Sattler: *Thermische Trennverfahren*, VCH, Weinheim 1995

J.D. Seader, E.J. Henley: *Separation Process Principles*, Wiley, New York, 1998.

Mersmann: *Thermische Verfahrenstechnik*, Springer, 1980

Grassmann, Widmer, Sinn: *Einführung in die Thermische Verfahrenstechnik*, 3. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin 1997

Brunner, G.: Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. Steinkopff, Darmstadt; Springer, New York; 1994. ISBN 3-7985-0944-1; ISBN 0-387-91477-3.

---

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

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

**Modulverantwortlich:**

Prof. Fieg

**Zulassungsvoraussetzung:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Chemische, Mechanische und Thermische Verfahrenstechnik, Thermodynamik

**Qualifikationsziele:**

Grundlegende Kenntnisse der ingenieurmäßigen Methoden und Verfahren der Prozessentwicklung und Wirtschaftlichkeitsrechnung und die Befähigung zu deren selbständiger Anwendung nach vorgegebenen Spezifikationen.

**ECTS-Leistungspunkte:**

4

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

schriftliche Prüfung

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Präsenzstudium: 42, Eigenstudium: 78

---

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

Prof. Dr.-Ing. G. Fieg

**Sprache:**

Deutsch

**Zeitraum:**

Sommersemester

**Inhalt:**

- Ingenieurmäßige Methoden und Verfahren
- Entwicklung von verfahrenstechnischen Prozessen

- Prozesssynthese
- Prozesssicherheit
- Wirtschaftlichkeitsrechnung

**Literatur:**

E. Bloss: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, Springer-Verlag, 2. Auflage 1997.

J.M. Douglas: Conceptual Design of Chemical Processes, Mc Graw-Hill, NY, 1988.

J.L.A. Koolen: Design of Simple and Robust Process Plants, Wiley-VCH, Weinheim 2001.

M.S. Peters, K.D. Timmerhaus, R.E. West: Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 2003, Mc Graw-Hill, NY.

R. Smith: Chemical Process Design and Integration, Mc Graw-Hill, NY, 2005.

W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin: Process Design Principles, Wiley & Sons, NY, 1999.

G.H. Vogel: Verfahrensentwicklung, Wiley-VCH, 2002.

## **Modul: Bachelorarbeit**

**Modulverantwortlich:**

Ein Professor der TUHH

**Zulassungsvoraussetzung:**

Leistungen im Studiengang für mindestens 130 ECTS erbracht

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Alle Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die in den Semestern 1 - 5 vermittelt werden

**Qualifikationsziele:**

Die Absolventen beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens. Sie sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus ihrem Fach selbstständig mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten, und haben die Fähigkeit, theoriegeleitete Lösungen für technische Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, ökologischer, ethischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte anhand publizierter wissenschaftlicher Erkenntnisse zu erarbeiten.

Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden zudem in der Lage, selbst erarbeitete Problemlösungen strukturiert vorzutragen und zu verteidigen.

**ECTS-Leistungspunkte:**

12

**Prüfungsart:**

Modulprüfung

**Studien/Prüfungsleistungen:**

Thesis und Vortrag

**Arbeitsaufwand in Stunden:**

Eigenstudium: 360