



Modulhandbuch / Module Guide

MASTER Chemical Engineering (M.Sc.)

**mit den fachlichen Ausrichtungen /
with specialisations in**

- Applied Chemistry**
- Chemical Processing**

Modulliste - List of Modules

Pflichtmodule, jeweils 8 Leistungspunkte
Compulsory Modules, Each 8 Credit Points

<i>Applied Chemistry</i>				<i>Chemical Processing</i>			
TL	Modul	Term		TL*	Modul	Term	
E	Advanced Inorganic Chemistry	W		E**	Heat and Mass Transfer	W	
E	Advanced Organic Chemistry	W		E**	Unit Operations	S	
E	Advanced Physical Chemistry	S		E**	Chemical Reaction Engineering	W	

Wahlpflichtmodule, jeweils 8 Leistungspunkte
Optional Modules, Each 8 Credit Points

<i>Applied Chemistry</i>				<i>Chemical Processing</i>			
TL	Modul	Term		TL	Modul	Term	
E	Advanced Analytical Chemistry	S		E	Advanced Analytical Chemistry	S	
				E	Advanced Physical Chemistry	S	
E	Biochemistry	W		E	Biochemistry	W	
E	Chemical Technology of Materials	W		E	Chemical Technology of Materials	W	
E	Technology of Polymers	S		E	Technology of Polymers	S	
E	Analytics of Materials	W		E	Analytics of Materials	W	
				G	Bioprocessing	W	
				E	Process Design	S	
G	Managementtechniken	S		G	Managementtechniken	S	

TL Unterrichtssprache /Teaching Language
 E Englisch / English
 G Deutsch / German

W Wintersemester / Winterterm
 S Sommersemester/Summerterm

Wahlpflichtmodule, jeweils 4 Leistungspunkte
Optional Modules, Each 4 Credit Points

Applied Chemistry				Chemical Processing			
Spezielle Methoden der Organischen Chemie Special Methods in Organic Chemistry				Spezielle Themen der Instrumentellen Analytik Special Topics in Instrumental Analysis			
TL	Modul	Term		TL	Modul	Term	
G	Organische Elektrochemie	S		G	Chromatographische Analyseverfahren	W	
E	Gene Technology	S		E	Statistics for Analytical Data	W	
Spezielle Themen der Materialwissenschaften Special Topics in Material Sciences				Spezielle Themen der Chemischen Verfahrenstechnik Special Topics in Process Engineering			
TL	Modul	Term		TL	Modul	Term	
E	Nanotechnology	W		E	Boundary Layer Theory	W	
G	Nanokeramiken	S		G	Chemical Plant Safety	W	
G	Modern Crystallographic Methods	W		E	Membrane Separations	S	
E	Technology of Specialty Polymers	S		E	Petroleum Refining Processes	S	
G	Inkohärente Lichtquellen	S		G	Umwelttechnik	S	
Spezielle Themen der Instrumentellen Analytik Special Topics in Instrumental Analysis							
TL	Modul	Term		TL	Modul	Term	
G	Chromatographische Analyseverfahren	W					
E	Statistics for Analytical Data	W					
G	Spektreninterpretation	S					
Projektmanagement				Projektmanagement			
G	Projektmanagement	W		G	Projektmanagement	W	

TL Unterrichtssprache / Teaching Language
 E Englisch / English
 G Deutsch / German

W Wintersemester / Winterterm
 S Sommersemester/Summerterm

Studienverlaufsplan

Master (M.Sc.) Chemical Engineering

Vertiefungsrichtungen

Applied Chemistry oder Chemical Processing

Abkürzungen

V = Vorlesung
Ü = Übung
P = Praktikum
S = Seminar
SWS = Semesterwochenstunde

PE = Prüfungselement
MP = Modulprüfung
LP = Leistungspunkte

Modul	1. Semester					2. Semester					Σ	
	SWS					SWS					SWS	LP
	V	Ü/ S	P	LP	PE	V	Ü/ S	P	LP	PE		
Pflichtmodul 1	3	1	3	8	MP						7	8
Wahlpflichtmodul 1	3	1	3	8	MP						7	8
Wahlpflichtmodul 2	3	1	3	8	MP						7	8
Projektarbeit 1*		1		6	MP						1	6
Pflichtmodul 2						3	1	3	8	MP	7	8
Wahlpflichtmodul 3						3	1	3	8	MP	7	8
Wahlpflichtmodul 4						3	1	3	8	MP	7	8
Projektarbeit 2**							1		6	MP	1	6
Σ Lehrveranstaltungsarten/LP	9	4	9	30		9	4	9	30		44	60
Σ SWS insgesamt	22			30		22			30		44	60

Modul	3. Semester					4. Semester					Σ	
	SWS					SWS					SWS	LP
	V	Ü/ S	P	LP	PE	V	Ü	P	LP	PE		
Pflichtmodul 3	3	1	3	8	MP						7	8
Wahlpflichtmodul 5	3	1	3	8	MP							8
Wahlpflichtmodul 6	3	1	3	8	MP							8
Projektarbeit 3**		1		6	MP							6
Masterarbeit						ganztags			27			27
Kolloquium									3			3
Σ Lehrveranstaltungsarten/LP	9	4	9	30					30			
Σ SWS insgesamt	22			30					30			60

Wahlpflichtmodule mit 8 LP können durch zwei Wahlpflichtmodule mit je 4 LP (siehe Modulliste) ersetzt werden.

* Die Projektarbeit 1 wird als Literaturrecherche durchgeführt und umfasst 180 Stunden.

** Die Projektarbeiten 2 und 3 umfassen je 180 Stunden Arbeit und werden jeweils durch Seminare begleitet.

Inhaltsverzeichnis:

1	Advanced Inorganic Chemistry	6
2	Advanced Organic Chemistry	8
3	Advanced Physical Chemistry	9
4	Heat and Mass Transfer	11
5	Unit Operations	12
6	Chemical Reaction Engineering	13
7	Advanced Analytical Chemistry	14
8	Analytics of Materials	16
9	Biochemistry	18
10	Technology of Polymers	19
11	Chemical Technology of Materials	20
12	Managementtechniken	21
13	Process Design	22
14	Bioprocessing	24
15	Chromatographische Analysenverfahren	25
16	Statistics for Analytical Data	27
17	Spektreninterpretationen	28
18	Gene Technology	29
19	Organische Elektrochemie	30
20	Nanotechnology	31
21	Nanokeramiken	33
22	Inkohärente Lichtquellen	35
23	Moderne kristallographische und spektroskopische Methoden zur Strukturaufklärung von Festkörpern	36
24	Technology of Speciality Polymers	38
25	Umwelttechnik	40
26	Boundary Layer Theory	42
27	Chemical Plant Safety	43
28	Membrane Separations	45
29	Petroleum Refining Processes	46
30	Projektmanagement	48
31	Projektarbeit 1 - Literaturrecherche	50
32	Projektarbeit 2 und 3	51
33	Masterarbeit / Master-Thesis	53
34	Kolloquium / Colloquium	54

1 **Advanced Inorganic Chemistry** (Pflichtmodul AC / Compulsory Module AC)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Advanced Inorganic Chemistry
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. U. Kynast / Prof. Dr. T. Jüstel
Lecturer:	Prof. Dr. U. Kynast / Prof. Dr. T. Jüstel
Language:	English
Designated:	Compulsory Module for Students in Applied Chemistry
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	The contents of the lecture will in part be adjusted to suit the background and future bias of the audience. An introductory test determines which level of inorganic background the lecture can fall back on. In detail: The Students have deep knowledge about the basic concepts of symmetry and molecular orbital theory. They are able to use this knowledge for the understanding of spectroscopic methods most relevant to inorganic chemistry. On this background the students are able to interpret and discuss spectra of inorganic compounds, with some reference to organic and polymeric substances. They can apply the concepts for the design and optimization of solar cell and electroluminescence material. Depending on the audience's focus of interest, the Students have either developed a good understanding of concepts and applications in organometallic chemistry or applied ceramics.
.Content:	Teaching methods: Lectures, Exercises, Seminar, Lab Detailed synopsis <u>Part One</u> Symmetry: Symmetry elements, symmetry of molecules and crystals, symmetry races, character tables, transformations, implications for orbitals / electronic states and spectroscopy. Basics of Molecular Orbitals Overlap integral and orbital symmetry / orbital energy, delocalization, particle in the box, correlation diagrams, HOMO-LUMO, extended systems, complexes, transition metals, charge transfer Electronic spectra Selection rules, electric dipole, magnetic dipole, multipole transitions, transitions in isolated centers (d-d, s-p, f-f, f-d spectra), charge transfer, HOMO-LUMO and band-band transitions, relaxation processes

	Vibrational spectra: Harmonic oscillator, inharmonicity, selection rules, overtones and combination modes, dipole moment, polarizability, ir activity, Raman effect, linear and non-linear molecules, coupled vibrations, Fermi resonance, use of symmetry, expectation spectra for simple molecules, limitations of predictability, group frequencies Resonance methods (nmr, epr): Nuclear and electron spin, magnetic moment, energy scale, population, resonance, Larmor frequency, chemical shift, multiplet splitting, shift reagents, transversal and longitudinal relaxation; Zeemann effect, g-factor, hyper fine structure; recovery of structural information from nmr and epr. <u>Part Two</u> Option: Organometallic chemistry: Energy, polarity and reactivity of M-C bonds, survey preparation and properties of selected main group (Li, Mg, Zn, Hg, Si) and transition metal organometallics (carbonyls, alkyls, aryls, alkylidenes, alkylidynes, olefins, cyclopentadienyls, clusters), selected catalyses (Ziegler-Natta, Fischer-Tropsch, Monsanto process, Hydroformylation) Option: Applied and / or functional ceramics: Cements and clinker technology, refractory materials, silicon nitride and carbide processing; high temperature superconductivity, dielectric materials, sol-gel process, nanosized ceramic particles Lab: As a carrier, in which several specific electronic properties may be merged to make up a device, Ru-chelate complexes will be synthesized, characterized and applied to a TiO₂ electrode, eventually yielding a solar cell. During the manufacture, absorption, emission and vibrational spectra will be taken and the photoelectrical performance compared with an analogous device based on organic dyes. As the counterpart to solar cells, an „organic“ electroluminescent device (OLED, organic light emitting diode), will be manufactured using high vacuum evaporation techniques and spin coating. Molecular complexes (Alq₃) form the emissive core of the diode, whose spectra and electrical properties will be monitored.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (180 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Recommendations are given in the lecture

2 Advanced Organic Chemistry

(Pflichtmodul AC / Compulsory Module AC)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Advanced Organic Chemistry
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. A. Weiper-Idelmann / Prof. Dr. H. Büttner
Lecturer:	Prof. Dr. A. Weiper-Idelmann / Prof. Dr. H. Büttner
Language:	English
Designated:	Compulsory Module for Students in Applied Chemistry
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	The students are very familiar with reactions and synthesis of selected compound classes They know how to use theoretical models of chemical bonding, to explain and to predict the stereochemical results in pericyclic reactions. The Students are able to classify the different methods of asymmetric synthesis and they know some important examples.
Content:	Detailed synopsis: Review on theoretical aspects chemical bonding reaction type's intermediates Stereochemistry conformation, regioisomers, stereoisomers, chirality stereoselective synthesis, asymmetric synthesis, Pericyclic reactions Electrocyclic reactions Cycloadditions sigmatropic rearrangements Lab: A given target molecule is to be synthesized. The steps are: literature search, synthesis planning and performing the synthesis Each student has to write a report and to give an oral presentation.
	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (180 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Handouts are available as pdf-file

3 **Advanced Physical Chemistry** (Pflichtmodul AC / Compulsory Module AC)

Study Program:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Module:	Advanced Physical Chemistry
Term:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr. Bredol
Lecturer:	Prof. Dr. Bredol
Language:	English
Designated:	Compulsory Module for Students in Applied Chemistry Optional Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Topics of Physical Chemistry from a B.Sc.-programme in chemistry, chemical engineering or similar course programmes
Learning Target/Objectives:	The students can develop physic-chemical models of real systems with emphasis on vapour/liquid-equilibria and molecular modelling. Surface chemical problems in colloidal systems and on electrodes can be understood in terms of underlying concepts.
Content:	<u>Quantitative equilibrium relations and calculations:</u> Systematics of excess functions (enthalpy, free enthalpy, entropy) in mixtures, definition of activity coefficients, regular models (example: Margules) of free enthalpy of mixing, calculation of excess functions, phase diagrams and McCabe-Thiele diagrams in selected systems, models of local composition in non-regular mixtures, NRTL-model, miscibility gaps, UNIQUAC, UNIFA, (extended) Debye-Hückel-model <u>Statistical thermodynamics:</u> Macrostates and microstates, probabilities and entropy, Fermi-Dirac, Bose-Einstein and Boltzmann distribution, fluctuations, partition function, degeneracy, molecular partition functions, system partition functions, thermodynamic functions, translation, rotation and vibration, Debye's model of the solid state, metals, Fermi energy <u>Molecular modelling:</u> hierarchy of computational methods, limitations and restrictions, fundamentals of quantum chemistry, Hamiltonians, Born-Oppenheimer approximation, H-like atomic orbitals, molecular orbitals and aufbau principle, Pauli's principle, LCAO method, model of independent particles, Hartree-Fock approximation, SCF method, basis sets and STO's/GTO's, semiempirical approximations, electron correlation, configuration interaction, density functional theory, molecular mechanics, molecular dynamics. <u>Surface Chemistry and transport:</u> Coalescence and coagulation, Smoluchowski's model, electrophoresis, sedimentation potential, electroosmosis, streaming potential, Helmholtz / Gouy-Chapman / Stern / Graham / Bockris models of the electric double layer, double layer capacitance, polarized electrodes, electrocapillarity, concentration polarization, transport coefficients, transport numbers, ion mobilities, Onsager model of ionic transport, adsorption models (Langmuir, Freundlich, Volmer, capillary condensation, BET, pores), membranes

	<u>Lab:</u> (Small) projects in measuring and modelling of liquid/vapour equilibria with various models, molecular modelling with semiempirical methods, molecular modelling with ab initio and DFT methods, molecular mechanics, elektrokinetic determination of adsorption isotherms and electrochemical characterization of surfaces are available and can be worked on in groups. Students are asked to perform physicochemical measurements, work out models from these data, compare them with literature data and present them in a consistent manner (oral presentation) in front of the class.
Academic Assessment:	Reports and presentations about lab work, exercises, assignments. Exam (180 minutes) or oral exam.
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	1. Manuscript (available on the net) 2. Atkins: Physikalische Chemie (VCH) Reinhold: Quantentheorie der Moleküle (Teubner) Gmehling/Kolbe: Thermodynamik (VCH)

4 Heat and Mass Transfer

(Pflichtmodul CP / Compulsory Modules CP)

Study Program:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Module:	Heat and Mass Transfer
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. Dettmann
Lecturer:	Prof. Dr. Dettmann
Language:	English
Designated:	Compulsory Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering or similar study programme with sound knowledge in heat and mass transfer
Learning Target/Objectives:	The students are familiar with the details of the boundary layer theory and the similarity theory and they are able to solve complex heat and mass transfer problems including comprehensive dimensionless descriptions.
Content:	Similarity theory, boundary layer theory, convective heat transfer, heat transfer by conduction and radiation, analogy of transport mechanisms, diffusive mass transfer, transient mass transfer, dimensionless heat exchanger calculation.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (150 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Manuscript Recommendations are given in the lecture .

5 Unit Operations

(Pflichtmodul CP / Compulsory Modules CP)

Study Program:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Module:	Unit Operations
Term:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr. Ebeling
Lecturer:	Prof. Dr. Ebeling
Language:	Englisch
Designated:	Compulsory Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Sound knowledge in Process Engineering and Bachelor degree in Chemical Engineering or similar study programme. It is a condition that the auditory has already received some basic and general knowledge about process engineering in advance as well as first information about mechanical and thermal operations and environmental engineering.
Learning Target/Objectives:	Advanced studies lead to deep insights into process engineering and to knowledge of sophisticated unit operations and special applications. After having passed through the examination students will have obtained the ability of understanding unit operations in detail, to optimize them and to develop new operations and to design the plants. They are also able to lead scientific research and development projects and to lead them to a successful result.
Content:	Fundamentals of process engineering: balance equations under different circumstances incl. infinitesimal equations, dimensionless numbers and their applications; Mechanical unit operations – theory and applications particle separation, screening and sifting, agitation with impetus on dimensionless numbers, filtration, centrifugation, fluidized bed, dedusting Thermal unit operations Distillation and rectification incl. thermodynamics of phase equilibria, ab- and adsorption, desiccation, extraction Environmental unit operations with impetus on off gas purification
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (120 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Manuscript is available, Literature: Seader and Henley: Separation process principles.

6 Chemical Reaction Engineering

(Pflichtmodul CP / Compulsory Modules CP)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Chemical Reaction Engineering
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr.-Ing. R. Korff
Lecturer:	Prof. Dr.-Ing. R. Korff
Language:	English
Designated:	Compulsory Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	The students understand complex reaction stoichiometry and kinetics. The necessity for optimization of reactor systems will be stressed. Students are able to handle multi phase systems and unsteady-state systems.
Content:	Introduction and economical significance Nonelementary reaction kinetics: Adsorption isotherms, surface reaction, Langmuir mechanism, Eley-Rideal mechanism, Hougen-Watson mechanism Kinetics of heterogeneous reaction: Sorption processes, physical properties of catalytic surfaces, mass and heat transport effects on catalytic reactions, diffusion, characterizing mass and heat transport effects, mass transfer resistance, heat transfer resistance, aging of catalysts Design of fixed bed reactors: Pressure drop, changing reaction volume, catalyst decay
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (150 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Jens Hagen, Technische Katalyse; Wiley VCH, Weinheim 2000 Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering; Prentice Hall International, London 1999 O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering; John Wiley & Sons, New York 1999

7 Advanced Analytical Chemistry
(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Module AC/CP)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Advanced Analytical Chemistry
Term:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr. Schlitter
Lecturer:	Prof. Dr. Kreyenschmidt / Prof. Dr. Schlitter
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Applied Chemistry and Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	The lectures, exercises and the practical training enable students to work out analytical problems and to propose solutions in the following fields: Analysis of water. Methods for determining impurities in drinking water and pollutants in sewage. Analysis of fats and fatty oils. Techniques for the determination of fatty acids and of the components of the unsaponifiable matter. Petroleum analysis. Methods for analysing the components in crude oil and its distillation products. The Students are able to evaluate analytical data.
Content:	<u>Syllabus:</u> Water Analysis Introduction: Hydrologic cycle, water resources, water treatment. Analysis of drinking water Techniques of sampling. total parameters: coloring, temperature, electrical conductivity, pH, redox potential, settleable substances, oxygen. Inorganic parameters: chloride, sulfate, nitrate, nitrite, phosphate, carbonate, fluoride, cyanide. Lithium, sodium, potassium, magnesium, calcium, iron, manganese, cadmium, mercury, lead, arsenic, zinc. Analysis of sewage Sampling. Organic parameters: total organic carbon (TOC), chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), extractable organic halogen compounds (EOX), adsorbable organic halogen compounds (AOX). hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), pesticides, phenols, volatile organic compounds (VOC).

	Analysis of Fats and Fatty Oils. Introduction: occurrence and properties, structure of triglycerides, saponification, frequency of saturated and unsaturated fatty acids in plant, animal and marine fats. Unsaponifiable matter, carotinoids, hydrocarbons, sterols and tocopherols. Analyses of fatty acids in triglycerides, methods of derivatization, gas chromatography. Determination of the compounds in the unsaponifiable matter. Analysis of the carotenes by UV-spectroscopy and by HPLC. Analysis of sterols by GC after derivatisation. Determination of tocopherols by HPLC. Methods for identifying fats or a fatty oils. Petroleum analysis. Introduction: Occurrence of mineral oil. Chemical composition and physical properties. Petroleum processing. Analysis of crude oil: distillation residue, water, sulfur, ash, salt. Analysis of liquified petroleum gas (LPG): corrosiveness to copper, test on hydrogen sulfide, total sulfur, oily residue, antiknock property, vapour pressure, components in commercial LPG. Petrol: distillation range, sulfur, flash point, oxygen containing compounds, gum content, benzene, corrosiveness to copper, lead, oxidation stability, antiknock property. Diesel fuel and heating oil: Cloudpoint, ash, flashpoint, density, distillation range, corrosiveness to copper, oxidation stability, cold filter plugging point (CFPP). cetane number. Sulfur, furfural, water, aromatics. Fluorescent indicator adsorption (FIA), carbon residue. Caloric value, lubricity, viscosity. Lubrication oils: ash, carbon residue, viscosity. Distillation residue: needle penetration, softening point, viscosity. Evaluation of analytical data. Significant figures, accuracy and precision, determinate and indeterminate errors, standard deviation, confidence interval. F-test, Student-t-test, outliers, calibration function, detection limit. <u>Practical</u> Analysis of the anions in drinking water by ion chromatography. Determination of the total organic carbon (TOC) in sewage. Analyses of fatty acids in palm oil by GC after derivatisation with trimethylsulfoniumhydroxide (TMSH). Determination of tocopherols in palm oil by HPLC. Distillation range of petrol by GC. Determination of aromatics in Diesel fuel by HPLC.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (180 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Recommendations are given in the lecture

8 Analytics of Materials

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Module AC/CP)

Study Program:	Chemical Engineering (M. Sc.)
Module:	Analytics of Materials
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. M. Kreyenschmidt
Lecturer:	Prof. Dr. M. Bredol, Prof. Dr. T. Jüstel, Prof. Dr. M. Kreyenschmidt
Language:	English
Designated:	Compulsory Optional Module for Students in Applied Chemistry Compulsory Optional Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode /Contact Hours/ Group Size:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h) Lecture: max. 40, Exercise: max. 20, Lab: max. 16
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Applied Chemistry or Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	The students will be able to characterize and analyze polymer and inorganic materials regarding their optical-, electrical- and thermal properties. Moreover, they will be able to perform basic physical surface characterizations of these materials. In addition, the students will know how to deformulate and characterize a complex polymer additive mixture. They will be familiar with different extraction, chromatographic separation and analytical characterization techniques applied in the field of instrumental polymer analytics.
Content:	<u>Absorptions- und luminescence spectroscopy on single crystalline, ceramic and powder materials</u> Determination of absorption- and extinction coefficients, measurement of absorption, reflection, excitation and emission spectra. Time resolved spectroscopy, temperature dependent spectroscopy, VUV spectroscopy, Kubelka-Munk function, instrumental aspects, evaluation under calorimetric point of views, quantum efficiency determination <u>Electric and dielectric properties</u> Two and four point method, excess conductivity on surfaces, application in the sensor field, types of electrodes and charge carrier species, alternating current conductivity, impedance spectroscopy, definition of the relative dielectric constant and refractive index, polarization and mechanisms of polarization, relaxation times and frequency dependencies, electric susceptibility <u>Thermal characterization</u> Differential thermal analysis (DTA), differential thermal gravimetry, differential scanning calorimetry, application in the field of ceramics and polymers <u>Characterization of plastics</u> Plastic formulations and the rule of additives, deformulation principles, sample preparation, extraction strategies, conventional extraction technologies (liquid-solid extraction, sonification, soxhlet, soxtec, soxtherm), high pressure solvent extraction methods (supercritical fluid extraction, microwave technology, microwave assisted extraction, pressurized fluid extraction), methodological comparison of extraction

	methods, polymer/additive dissolution methods, strategies for high molecular weight or insoluble additives <u>Chromatographic separation techniques applied in analytics of polymer additives</u> GC, HTGC, Headspace, LC, TLC <u>Polymer additive analysis by spectroscopic and mass spectrometric methods</u> Instrumentation and applications
Academic Assessment::	Written (3 hrs) or oral (30 - 45 min) at the end of the semester
Media Employed:	Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Recommendations are given at the beginning of the lecture

9 Biochemistry

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Module AC/CP)

Study Program:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Module:	Biochemistry
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. Büttner
Lecturer:	Prof. Dr. Büttner
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Applied Chemistry and Chemical Processing g
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related. Basics in organic chemistry are applied and are a prerequisite for successful participation in this course.
Learning Target/Objectives:	Students get acquainted with the chemistry and properties of biologically important compounds. This course covers amino acids, peptides including their syntheses, proteins plus their purification methods, enzyme kinetics and some metabolic pathways.
Content:	Detailed synopsis: -amino acids (genetically coded amino acids, experimental methods for investigation) -peptides (chemical syntheses, protecting groups, properties) -proteins (determination of their amino acid sequence, their three-dimensional structure, properties) -proteins: purification and characterisation (separations due to differences in their size, solubilities, electric charges, adsorptions, affinities), covalent chromatography and suitable reagents, quantification. -enzyme kinetics (Michaelis-Menten equation derived from the assumption of a steady state and derived from the assumption of a fast equilibrium between enzyme and its substrate, different kinds of inhibition, regulation of enzyme activity) metabolic pathways (glycolysis and the catabolism of hexoses, the citric acid cycle, oxidation of fatty acids, amino acid oxidation and the production of urea, oxidative phosphorylation and photophosphorylation, carbohydrate biosynthesis) Lab: During the practicals experiments are performed which accompany the corresponding lecture. Each student has to write experimental reports and is to give an oral presentation of the experiments performed.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (180 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	available as a hand-out

10 Technology of Polymers

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Module AC/CP)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Technology of Polymers
Term:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr. Lorenz
Lecturer:	Prof. Dr. Lorenz
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Applied Chemistry and Chemical Processing
Tuition Mode /Contact Hours/ Group Size:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 h
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related.
Learning Target/Objectives:	The students obtain a deep understanding of the most important properties of macromolecules and polymers, as well as the concepts of compounding and processing.
Content:	Tasks and goals of the polymer technologist in industry, properties of the amorphous polymer with a focus on the properties of the random coil, broad discussion of amorphous polymers and semi-crystalline polymers; rheology of polymer melts and polymer solutions, suitable viscosimeters, polymer additives and compounds; methods and machines for polymer processing.
Academic Assessment:	Written (3 hrs) or oral (30 to 45 min) at the end of the semester
Media Employed:	Overhead projector, Black-board, Hand-outs, Beamer
Literature:	B. Tieke: Makromolekulare Chemie – eine Einführung, Wiley VCH, 1997; H.-G. Elias: An Introduction to plastics, 2. Auflage, Wiley VCH 2003; H.-G. Elias: Makromoleküle, Bd 1 bis 4, 6. Auflage, Wiley VCH, 1999 bis 2002; W. Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, 4. Auflage, Hanser Verlag 1999; T. Osswald, G. Menges: Material Science of polymers for Engineers, Hanser Verlag 1995; G. W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren, 3. Auflage, Hanser Verlag 2007 H. Zweifel (editor),: plastics Additives Handbook, Hanser Verlag 2001.

11 Chemical Technology of Materials

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Module AC/CP)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Chemical Technology of Materials
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. T. Jüstel
Lecturer:	Prof. Dr. M. Bredol / Prof. Dr. U. Kynast / Prof. Jüstel
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Applied Chemistry and Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lectures, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 h)
Work Load:	240 hrs
Credit Points:	8
Requirements:	Topics of Inorganic and Physical Chemistry from a B.Sc.-programme in chemistry, chemical engineering or similar course programmes
Learning Target/Objectives:	The students develop a deep understanding of phenomena based on the electronic structure of solids. Principles of ceramic, powder and colloid chemical processing are introduced and discussed on the background of technical applications.
Content:	Free electron approach' : Time-independent Schrödinger-equation for stationary systems, Eigenvalue, Eigenfunction, k-Vector, density of states in metals 'Tight binding approach': Bloch-functions of one-, two- and threedimensional systems, density of states, Brillouin-zones, band structure Semiconductors: Boltzmann-, Fermi-Dirac-statistics, conductivity, band structures in semiconductors, LED's, solar cells, semiconductor lasers Interfaces: Thermodynamic background, vapour pressure of small droplets, mono- and polydispersed systems, methods to prepare monodispersed dispersions, kinetic vs. steric stabilization, Ostwald-ripening, hydrophobic interaction, lyotropic mesophases, rheology (viscosity, measurement , applications) Ceramic processes: Green body processing, raw materials, thermal processes (Sintering: transport, fluxes, gas phases) Lab: Preparation and characterization of (surface modified) LaOBr:Tb, preparation of thick luminescent layers. Preparation of OLED's via spin-coating and thermal evaporation. Colloid chemical experiments focus on interface tensions, association of amphiphiles and rheological characterization of dispersions and emulsions.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (180 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Textbooks in Materials Science, Ceramics and Colloid Chemistry. Transcripts of the lectures (partially) and additional materials are available on the net.

12 Managementtechniken

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Module AC/CP)

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Managementtechniken
Semester:	Sommer
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Dettmann
Dozenten:	Prof. Dr. Dettmann
Sprache:	deutsch und englisch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry und Chemical Processing
Lehrform /SWS:	3 Vorlesungen, 1 Übung, 3 Seminar (Kontaktzeit: 126 h)
Arbeitsaufwand:	240 h
Kreditpunkte:	8
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden haben gelernt, ein Unternehmen insgesamt zu betrachten im Hinblick auf das Erkennen der Komplexität einer Organisationsstruktur und auf die Möglichkeiten der Führung entsprechender Organisationseinheiten. Dazu gehören die Auseinandersetzung mit traditionellen und aktuellen Strukturierungskonzepten sowie das Verständnis für die Bedeutung der Informationstechnologien für die Organisation eines Wirtschaftsunternehmens.
Inhalt:	Wirtschaftswissenschaftliche Grundlagen der Managementlehre: Konstitutive Unternehmungsentscheidungen – auch im Hinblick auf Existenzgründungen und Kleinunternehmen – , Bedeutung der Unternehmensbilanz für Entscheidungen des Managements, Rechtsgrundlagen des wirtschaftlichen Handelns.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Präsentationen Schriftliche (180 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Beamerprojektion, Overheadprojektion, Tafel, White Board
Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

13 Process Design

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Module CP)

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Process Design
Term:	Summer
Module responsibility:	Prof. Dr. Jordan
Lecturer:	Prof. Dr. Jordan
Language:	English
Designated:	Optional Module for students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs lecture, 1 hr exercise, 3 hrs lab per week (contact time: 126 hrs) /
Work Load:	240
Credit Points:	8
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering or similar course programme with knowledge in Chemical Process Technology and Chemical Reaction Engineering
Learning Target/Objectives:	Based on a sound knowledge in Chemical Reaction Engineering and Unit Operations from a Bachelor programme the students are acquainted with the steps of process synthesis and conceptual process design. The students have got a good understanding of the modern methods of computation used for the optimisation of chemical processes. The students have developed the ability to solve complex design problems considering the entire process. Furthermore the students are able to carry out an economical and technological evaluation of possible process alternatives.
Content:	1. Structure of a chemical process and specifics of the chemical industry, steps in process development, 2. Process creation and steps in process synthesis: Properties and their acquisition / determination, information search, batch- or continuous processing, structured process synthesis, evaluation of process alternatives, heuristic rules in process synthesis, 3. Process simulation 4. Synthesis of separation trains: Impact of separation factors on the development of separation processes, Selection of solvents and entrainers based on the limiting activity coefficient, variety of separation sequences, use of heuristic rules for determination of the favourable sequences, complex columns for zeotropic multi component mixtures, separation of azeotropic mixtures, distillation lines and distillation boundaries, entrainer selection using distillation line maps of ternary mixtures, synthesis of processes to separate ezeotropic mixtures, 5. Hybrid processes in reaction and separation 6. Heat integration: Heat pump, vapour compression, multi stage processes, design of heat exchanger networks using the Pinch-Method, 7. Cost estimation for components and whole processes and economical evaluation of process alternatives

	Lab: The students have to solve process synthesis problems with the help of process simulation. In a group project a design problem is solved up to a process synthesis and first economical evaluation.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (150 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Lecture materials as a PDF Literature: Seider, Seader, Lewin – Process Design Principles, Wiley , 1999; Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, VCH, 1992; Process Development, Chemical Plant Design and Construction, Production-Integrated Environmental protection; Blass, Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, 2. Auflage, Springer 1997 Smith, R.; Chemical Process Design and Integration, Wiley, 2005

14 Bioprocessing

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Module CP)

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Bioprocessing
Semester:	Wintersemester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Jordan
Dozenten:	Prof. Dr. Jordan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Chemical Processing
Lehrform /SWS:	3 h Vorlesungen, 1 h Übung, 3 h Praktikum pro Woche / (Kontaktzeit: 126 h)
Arbeitsaufwand:	240 h
Kreditpunkte:	8
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemieingenieurwesen oder ähnlicher Fachrichtung mit solidem Grundwissen zur Verfahrenstechnik/Reaktionstechnik
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden beherrschen aufbauend auf einem soliden Grundwissen zur Chemischen Verfahrenstechnik die Methoden und Berechnungsgrundlagen für die wichtigsten Prozesse im Upstream und Downstream Processing in der Bioverfahrenstechnik. Durch dieses Modul werden sie in die Lage versetzt, die speziellen Gesichtspunkte der Bioprozesstechnik bei der Planung eines Verfahrens zu berücksichtigen und einen bioverfahrenstechnischen Prozess zu planen.
Inhalt:	Einführung in die Bioverfahrenstechnik, Vorteile der Bioverfahrenstechnik, Wachstumskinetik, Enzymkinetik, Bilanzierung von Bioreaktoren, Immobilisierung von Mikroorganismen und Enzymen, Ausrüstung von Bioreaktoren, Steriltechnik, Zellaufschlussmethoden, Kinetik des Zellaufschlusses, Methoden zur Abtrennung von Biomasse – Mikrofiltration, Filtration, Zentrifugation, Anreicherung – Ultrafiltration, Extraktion, Dialyse, Feinreinigung – Chromatographieverfahren, Modellierung von Chromatographieprozessen, Kristallisation
Studien- und Prüfungsleistungen:	Praktikumsberichte und Präsentationen Schriftliche (150 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Beamerprojektion, Overheadprojektion, Tafel und White Board, Hand-Outs
Literatur:	Vorlesungsbegleitende Materialien als PDF; Zusätzliche Literatur: Chmiel, H.; Bioprozesstechnik, 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag 2005 Storhas, W.; Bioverfahrensentwicklung, Wiley VCH 2003 Hass, V.C.; Pörtner, R.; Praxis der Bioprozesstechnik, Spektrum Akademischer Verlag 2009

15 Chromatographische Analysenverfahren

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Modul AC/CP)

Spezielle Themen der Instrumentellen Analytik/Special Topics in Instrumental Analytics

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Chromatographische Analysenverfahren
Semester:	Winter
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. K. Schlitter
Dozenten:	Prof. Dr. K. Schlitter
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry und Chemical Processing
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesung, 0 Übung, 2 h Praktikum / (Kontaktzeit: 72 h)
Arbeitsaufwand:	120
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemie, Chemieingenieurwesen oder ähnlicher Fachrichtung.
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden sind mit den chromatographischen Methoden, deren Anwendungen und der entsprechenden Gerätetechnik vertraut. Sie sind in der Lage, komplexe Analysen zu planen, durchzuführen und auszuwerten.
Inhalt:	Grundlagen der Chromatographie Beschreibung des chromatographischen Trennvorgangs, Bandenverbreiterung und Säuleneffizienz, Parameter zur Optimierung der chromatographischen Trennung, Integration von Peaks. Gaschromatographie Thermodynamische Grundlagen, Problematik der Probeninjektion, spezielle Injektoren (PTV, On-column) und Probenaufgabesysteme (HeadSpace, SPME, Thermodesorption, Pyrolyse), Charakterisierung von Trennflüssigkeiten (Retentionsindices), spezielle Detektoren, GC/MS-Kopplung (Grundlagen, Massenspektrometer, Auswertung von Spektren), 2D-GC und Fast-GC HPLC Charakterisierung von stationären Phasen, Charakterisierung der mobilen Phase (Polarität/Selektivität), Entwicklung isokratischer Methoden, Gradientenelution, HPLC/MS-Kopplung, dimensionslose Kennzahlen. Ionenchromatographie Definition, Trennvorgang, Ionentauscher und Austauschkapazität, mobile und stationäre Phasen, Detektoren, Suppressortechniken, spezielle Anwendungen. Gelpermeationschromatographie Definition, Trennvorgang, mobile und stationäre Phasen, Kalibrierung, Detektion, Anwendungen.

	Ionenpaar-Chromatographie Trennmechanismus, mobile und stationäre Phasen, Ionenpaar-Reagenzien, Anwendungen. Affinitätschromatographie Definition, Trennmechanismus, mobile und stationäre Phasen, Detektion, Anwendungen. SFC Definition, überkritische Phase, Trennvorgang, Trennsäule, Restriktor, Detektor, Anwendungen.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Auswertung und Dokumentation der Praktikumsversuche, schriftliche (180 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	Vorlesungsmanuskript, Fachliteratur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

16 Statistics for Analytical Data

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Modul AC/CP)

Spezielle Themen der Instrumentellen Analytik / Special Topics in Instrumental Analytics

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Statistics for Analytical Data
Semester:	Winter Term
Module Responsibility:	Prof. Dr. K. Schlitter
Lecturer:	Prof. Dr. K. Schlitter
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Applied Chemistry and Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	2 hrs. Lectures, 2 hrs. Exercises (Contact Time: 72 h)
Work Load:	120 h
Credit Points:	4
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Outcome / Competences:	The Students are able to evaluate analytical data using statistical methods and tests. They know about statistic methods and testing procedures to review analytical methods. They are familiar with the most common aspects of quality assurance in the laboratory.
Content:	Detailed Synopsis Terms and Definitions, Characteristics, Significant Figures, Precision and Accuracy, Error propagation. Distribution functions, Poisson-Distribution, Normal-Distribution, t-Distribution, F-Distribution, Confidence Level, Hypothesis Testing, Check for Outliers, ANOVA. Calibration of Analytical Methods, Least square, Weighted Least Square, Second Order Calibration Functions, Decision Limit, Detection Limit, Determination Limit Noise and Limit of detection. Control Charts, Average Run Length, Types of Control Charts, Statistical Process Control, Process Capability.
Academic Assessment:	Exam (180 minutes) or oral exam
Media employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Manuscript available, further recommendations are given in the lecture.

17 Spektreninterpretationen

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Instrumentellen Analytik/Special Topics in Instrumental Analytics

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Spektreninterpretation
Semester:	Sommer
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Kreyenschmidt
Dozenten:	Prof. Dr. M. Kreyenschmidt / Prof. Dr. K. Schlitter
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesung, 2 h Übung / (Kontaktzeit: 72 Std.) /
Arbeitsaufwand:	120
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemie oder Chemieingenieurwesen oder ähnlicher Fachrichtung mit Grundlagenkenntnissen der Instrumentellen Analytik I und II (vgl. Chemical Engineering B.Sc.)
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden sind in der Lage Strukturaufklärungen von Substanzen anhand von ^1H -NMR, ^{13}C -NMR, Massenspektren, IR-Spektren und UV-Spektren durchzuführen.
Inhalt:	^1H -NMR / ^{13}C -NMR Grundlegende Aspekte dieser Methode, die unmittelbaren Einfluss auf das Spektrum nehmen. Zusammenhang Struktur und Spektrum IR Grundlegende Aspekte dieser Methode, die unmittelbaren Einfluss auf das Spektrum nehmen. Zusammenhang Struktur und Spektrum UV Grundlegende Aspekte dieser Methode, die unmittelbaren Einfluss auf das Spektrum nehmen. Zusammenhang Struktur und Spektrum MS Grundlegende Aspekte dieser Methode, die unmittelbaren Einfluss auf das Spektrum nehmen. Zusammenhang Struktur und Spektrum
Studien- und Prüfungsleistungen:	Klausur (180 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Hand-outs
Literatur:	Skript

18 Gene Technology

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Organischen Chemie / Special Topics in Organic Chemistry

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Gene Technology
Semester:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr. Büttner
Lecturer:	Prof. Dr. Büttner
Language:	English
Designated:	Compulsory Optional Module for students in Applied Chemistry
Tuition Mode / Contact Hours:	2 hrs lecture, 2 hrs lab per week / (contact time: 72 h) /
Work Load:	120 h
Credit Points:	4
Requirements:	Bachelor degree in Chemistry, Chemical Engineering or similar study programme.
Learning Outcome / Competences:	Students are acquainted with basic principles and concepts of gene cloning.
Content:	- Basic principles Vehicles: plasmids and bacteriophages DNA: purification, modification, introduction into cells Cloning vectors for several organisms Application of cloning in gene analysis How to obtain a clone from a specific gene Studying gene and genome structure Studying gene expression The polymerase chain reaction Gene cloning in research and biotechnology Production of protein from cloned genes Gene cloning in medicine Gene cloning in agriculture Lab: During the practicals experiments are performed which accompany the corresponding lecture. Each student has to write experimental reports and is to give an oral presentation of the experiments performed.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (180 minutes) or oral exam
Media employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Gene Cloning; T.A. Brown, Stanley Thornes Ltd. ISBN: 0-7487-4070-8

19 Organische Elektrochemie

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Organischen Chemie / Special Topics in Organic Chemistry

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Organische Elektrochemie
Semester:	Sommer
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Weiper-Idelmann
Dozenten:	Prof. Dr. Weiper-Idelmann
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesungen, 2 h Praktikum / (Kontaktzeit: 72 h)
Arbeitsaufwand:	120
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemie, Chemieingenieurwesen oder ähnlicher Fachrichtung.
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen und wichtige Anwendungen auf dem Gebiet der elektrochemisch organischen Synthese. Sie haben erste praktische Erfahrungen auf diesem Gebiet.
Inhalt:	-Grundlagen elektrochemischer Reaktionen (galv. Element, Elektrolysezelle) -Schichtenmodell und Elektronentransfer -Praxis der Organischen Elektrochemie (Zellen, Steuerungsparameter,...) -Synthesen an der Anode (Grundlagen, Beispiele) - Synthesen an der Kathode (Grundlagen, Beispiele) -Beispiele industrieller Anwendungen (Erfolgparameter) Praktikum: Im Praktikum werden 5 Aufgabenstellungen bearbeitet. Die Studenten erlernen die Durchführung elektrochemischer Laborsynthesen an Beispielen zur C-C Verknüpfung sowie Funktionsgruppenumwandlungen. Eine Präsentation der Ergebnisse in einem Abschlusskolloquium aller Teilnehmer und die Anfertigung eines Protokolls runden das Praktikum ab. Die Fachprüfung umfasst den gesamten Stoff der Vorlesung und der praktischen Übungen.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Auswertung und Dokumentation der Praktikumsversuche, schriftliche (180 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	Skript, zusätzliche Literatur wird in der Vorlesung empfohlen

20 Nanotechnology

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Materialwissenschaften / Special Topics in Material Sciences

Study Program:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Module:	Nanotechnology
Term:	Winter
Module responsibility:	Prof. Dr. Bredol
Lecturer:	Prof. Dr. M. Bredol, Prof. Dr. U. Kynast, Prof. Dr. T. Jüstel
Language:	English
Designated:	Optional Module for students in Applied Chemistry
Tuition Mode / Contact Hours:	2 hrs lectures, 2 hrs seminar/ lab / (contact time: 72 hrs)
Work Load:	120 hrs
Credit Points:	4
Requirements:	Topics of Inorganic and Physical Chemistry from a B.Sc.-programme in chemistry, chemical engineering or similar course programmes
Learning Target/Objectives:	Students are familiar with concepts and technologies exhibiting and using size-dependent properties. In most cases, the associated spatial dimensions will be on the nm-scale. They have a good knowledge about chemistry-driven control of phenomena and applications.
Content:	Introduction into nanotechnology: Definition, scientific and industrial fields of nanotechnology, disciplines involved, state of theoretical background Nanoparticles: Metal nanoparticles: preparation, immobilization, applications (e.g. catalysts, sensors, electronics). Semiconducting and functional ceramic nanoparticles: preparation, surface chemistry, colloid chemistry, doping, applications (e.g. biomarkers, luminescent materials, sensors). Hybrid structures: Polymers and suprachemical entities with organic and inorganic building blocks, structural templates, zeolites and mesoporous systems as hosts, sol-gel-chemistry with organically modified precursors, immobilization of biological entities Self assembly: Principles of self assembly in one, two, three and fractal dimensions (e.g. dendrimers, Langmuir-Blodgett layers, membranes, colloidal crystals, lyotropic mesophases). Applications in optical and magnetic systems (e.g. photonic crystals, diluted ferromagnets) Organic nanostructures and nanoparticles: Thin layer systems on organic basis, e.g. OLED's based on polymers or small molecules, ion-conducting polymers and structures (e.g. fuel cell membranes, battery membranes).

	Coatings with nanostructure: Protective coatings with nanofillers, optical coatings, patterning methods (e.g. by photolithographical methods), direct writing of patterned systems (2D and 3D- approaches). Lab: (Small) projects concentrating on preparation and characterization of nanoparticles, nanostructures and nanodevices will be organized; if possible in collaboration with research projects. Emphasis will be on chemical methods to prepare and control nanostructures. Students are asked to compare their results with literature data and present them in a consistent manner (oral presentation) in front of the class.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (120 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	Lecture notes with further recommendations for reading available online

21 Nanokeramiken

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Materialwissenschaften / Special Topics in Material Sciences

Studiengang:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Modulbezeichnung:	Nanokeramiken
Semester:	Sommer
Modulverantwortlicher:	Dr. Plewa
Dozenten:	Dr. Plewa
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesungen, 2 h Seminar (Kontaktzeit: 72 h)
Arbeitsaufwand:	120 h
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Inhalte der Stoffchemie aus einem B.Sc.-Studium in Chemie, Chemieingenieurwesen oder ähnlichen Studiengängen
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden beherrschen die Bildungsmechanismen und kennen die Eigenschaften und Anwendungsbeispiele für Nanokeramiken und auch das dazugehörige Hintergrundwissen. Die grundlegenden physikalischen Größen sowie durch die Grenzfläche beeinflussten Eigenschaften und Werkstoffformen im nm-Bereich sind den Studierenden bekannt und Sie können dieses Wissen selbstständig für das Design neuer keramischer Materialien nutzen.
Inhalt:	Überblick über Nanokeramiken: nanophasige, polykristalline und glasige Werkstoffe, Nanoteilchen, Nanopulver, Nanoröhrchen, Nanowürfel, monophasige und zweiphasige Nanopulver sowie zweiphasige Mikro-Nano-Materialien Kurzer Abriss über Herstellungsmethoden von Nanopulvern Beispiel: Al₂O₃, BaTiO₃, CeO₂, TiO₂, MgO, SiO₂, ZnO, ZrO₂, und C (in flüssiger Phase, in der Gasphase, in fester Phase) Phänomene in dispersen Systemen; Grenzflächenenergie, Wechselwirkungen zwischen Körnern, Reaktionen auf der Grenzfläche, Verzahnung, Porenschließen, Kornwachstum Konsolidieren von Nanopulvern Pressen und Sinter zu Formkörper (konventionelles, druckunterstütztes und Mikrowellen-Sintern, Agglomeration, Sintermechanismus Einfluss von Pressen- und Sinteradditiven sowie Sinter-Gasatmosphäre, reaktives und Flüssigphasensintern) Beschichten von Substraten (physikalische und chemische Abscheidungsverfahren, Substrate; Haftung, Rauhwerte) Eigenschaften von Nanokeramiken Härte und Hall-Petch Gesetz, Transparenz, Verschleißfestigkeit Polymorphie (Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, ZrO₂)

	Eigenschaften und Anwendungen der Nanokeramiken – Seminar-Themen: 1. Transparente oder transluzente Aluminiumoxid, Silica und YAG für optische Anwendungen 2. Oberflächenaktives Zirkonoxid und Silica für Sensorik oder für Katalyse 3. Magnesiumoxid-Schutzschichten für PDP-Display oder als Puffer für Elektrokeramiken 4. Titanoxid als Füllstoff oder für Sonnenschutz, Desinfektion und Selbstreinigung 5. Zirkonoxid, Manganate, Tantalate für Brennstoffzelle 6. Keramische Membranen und Nanolote Herstellung und Charakterisierung keramischer Coating – Lab: Kleine Projektarbeiten über Nanopulver werden organisiert, die sich an laufenden Forschungsprojekten orientieren. Es werden Präparationsvorschriften in der Fachliteratur ausgesucht und ausprobiert. Zum Coating werden keramische Pulver wie: ZnS, Fe₂O₃, YPO₄ benutzt. Die gebildeten Coating-Schichten werden spektrophotometrisch, thermisch, mikroskopisch und röntgenographisch untersucht.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	Manuskript wird für Studenten zur Verfügung gestellt. Bestimmte Fachartikel werden verteilt und Web-Adressen genannt. Zusätzliche Literatur: M. Winterer, Nanocrystalline Ceramics, Synthesis and Structure, Springer 2002 Z.L- Wang (Hrsg.), Characterisation of Nanophase Materials, Wiley-VCH, 2000

22 Inkohärente Lichtquellen

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Materialwissenschaften / Special Topics in Material Sciences

Studiengang:	Chemical Engineering (M. Sc.)
Modulbezeichnung:	Inkohärente Lichtquellen
Semester:	Sommer
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. T. Jüstel
Dozenten:	Prof. Dr. T. Jüstel
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesung, 1 h Übung, 1 h Seminar / (Kontaktzeit: 90 h) /
Arbeitsaufwand:	120 h
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemie, Chemieingenieurwesen oder ähnlicher Fachrichtung.
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die physikalischen Konzepte der Lichterzeugung, deren technische Umsetzung in Form von Lichtquellen und die Anwendung in Beleuchtungseinrichtungen und emissiven Bildschirmen. Sie sind in der Lage, für eine Vielzahl technischer Anwendungsbereiche Lichtquellen und optische Materialien auszusuchen und Beleuchtungseinrichtungen zu planen.
Inhalt:	Geschichte der (elektrischen) Lichterzeugung, lichttechnische Begriffe und Grundgrößen, Thermische Strahlungsquellen, Niederdruckentladungslampen, Hochdruckentladungslampen, Gasentladungsbildschirme, anorganische und organische Leuchtdioden, Leuchtstoffe für Fluoreszenzlichtquellen, EUV-, VUV- und UV-A/B/C Lichtquellen, Neue Anwendungsgebiete von Licht
Studien- und Prüfungsleistungen:	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	1. Vorlesungsskript (online) 2. A. Zukauskas, M.S. Shur, R. Caska, Introduction to Solid State Lighting, John Wiley & Sons, 2002

23 Moderne kristallographische und spektroskopische Methoden zur Strukturaufklärung von Festkörpern

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Materialwissenschaften / Special Topics in Material Sciences

Studiengang:	Chemical Engineering (M. Sc.)
Modulbezeichnung:	Moderne kristallographische und spektroskopische Methoden zur Strukturaufklärung von Festkörpern
Semester:	Winter
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. T. Jüstel
Dozenten:	Dr. Nilges
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesung, 1 h Übung, 1 h Seminar / (Kontaktzeit: 90 h)
Arbeitsaufwand:	120 h
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemie, Chemieingenieurwesen oder ähnlicher Fachrichtung.
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden kennen die modernen Methoden der Strukturaufklärung von Festkörpern. Sie verfügen über einen umfassenden Überblick über die gängigen Verfahren und haben das umfassende Wissen, eine fundierte Planung einer Strukturbestimmung von Festkörpern durchführen zu können. Grundlagen der Symmetriellehre und die wichtigsten Aspekte des elektromagnetischen Spektrums für die Strukturbestimmung sind bekannt. Die Studierenden kennen die Beugungsmethoden mittels Röntgen- und Neutronenbeugung an Pulverproben und am Einkristall.
Inhalt:	Inhalte der Vorlesung 1. Theorie (Literatur, Das elektromagnetische Spektrum und die Anwendung zur Strukturbestimmung, Beugung am Kristall, Symmetriellehre: Was sind Raumgruppen) 2. Beugungsmethoden (Pulverdiffraktion und Strukturbestimmung, Unterschiede Diffraktometer, Detektoren, Monochromatisierung der Strahlung, Probenpräparation, Anforderungen und Fehler, Bearbeitung der Diffraktometerdaten, Profilfitting bei Diffraktogrammen und – Profilfunktionen, Gütefaktoren, Strukturverfeinerung aus Pulverdaten: Rietveld-Analysen, Beispiele und Anwendungen) 3. Beugungsmethoden: Röntgen (Einkristall), Neutronen und Synchrotron, Einkristallstrukturbestimmung mit Röntgenstrahlung, Neutronenbeugung, Synchrotron 4. Spektroskopische Methoden (IR- und Ramanspektroskopie, NMR-Spektroskopie) 5. Weitere Methoden zur Strukturuntersuchung (AFM (Atomic Force Microscopy) u. STM (Scanning Tunnel Microscopy)) Inhalt der Übung Es werden Aufgabenzettel bearbeitet, die den Lehrstoff der Vorlesung begleiten und zum Inhalt haben. In den Übungen haben die Studierende die Gelegenheit die Aufgaben mit dem Dozenten durcharbeiten und an der Tafel zu lösen.

	Inhalt des Seminars Das Seminar stellt ein Repetitorium der Vorlesung dar, wo gezielt Bereiche aus der Vorlesung aufgegriffen werden und Probleme und Fragestellungen der Studierenden gelöst und besprochen werden. Das Seminar beinhaltet auch die praktische Übung an einem Röntgendiffraktometer mit anschließender Auswertung der erhaltenen Ergebnisse und der selbstständigen Durchführung einer Röntgenpulver-Rietveld Analyse.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten)
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	1. Vorlesungsskript (online erhältlich auf der Homepage des Dozenten) 2. A. Zukauskas, M.S. Shur, R. Caska, Introduction to Solid State Lighting, John Wiley & Sons, 2002 3. M.J. Buerger, Kristallographie, W. de Gruyter Verlag, 1. Aufl. 1977 4. H. Krischner, B. Koppelhuber-Bitschnau, Röntgenstrukturanalyse und Rietveldmethode, Vieweg Verlag, 5. Auflage. 1994 5. W. Massa, Kristallstrukturbestimmung, Teubner Verlag, 2. Auflage 1996 6. D. Haarer, H. W. Spiess, Strukturbestimmung amorpher und kristalliner Festkörper, Steinkopf Verlag Darmstadt, 1. Auflage 1995 7. Reviews in Mineralogy: Modern powder diffraction, Vol. 20, D. L. Bish, J. E. Post, The Mineralogical Soc. of America, Washington. 8. Crystallographic Computing 6: A window in modern crystallography, H. D. Flack, L. Parkanyi, K. Simon, International Union of Crystallography, Oxford Science Press 1993 9. Server der Uni Freiburg, Prof. Dr. C. Röhr, http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/methoden_0.html 10. R. Allmann, Röntgenpulverdiffraktometrie, 2. Aufl. 2002, Springer Verlag Berlin.

24 Technology of Speciality Polymers

(Wahlpflichtmodul AC / Compulsory Optional Modul AC)

Spezielle Themen der Materialwissenschaften / Special Topics in Material Sciences

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Technology of Speciality Polymers
Term:	Winter
Module Responsibility:	Prof. Dr. Lorenz
Lecturer:	Prof. Dr. Lorenz
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Applied Chemistry
Tuition Mode /Contact Hours/ Group Size:	2 hrs lectures, 1 hr exercise, 1 hrs lab per week (contact time: 72 h) STVP
Work Load:	120 h
Credit Points:	4
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	Students are familiar with the most important groups of commercial products in the field of elastomers, thermosets and PUR. They know the design concepts of these materials. Students have a good knowledge about the chemistry-driven control of the material properties and industrial applications.
Content:	<i>Detailed synopsis</i> <u>Chemistry, technology and applications of rubber:</u> Types of Rubber, Natural Rubber (NR), Synthetic cis-1,4-Polyisoprene (IR). Styrene-Butadiene-Rubber (SBR), Emulsion-SBR, Solution-SBR, cis-1,4-Polybutadiene (BR), Ethylene-Propylene-Rubber (EPM and EPDM), Butyl Rubber (IIR), Polychloroprene, (CR), Nitrile Rubber (NBR), Sulfur Vulcanization, Steps of Rubber Processing, Chemistry of Vulcanization, Structure of the Rubber Network, Mechanisms of Sulfur Vulcanization, Kinetics of Vulcanization, Effects by Crosslink Density and Type of Crosslink, Reversion and other Phenomena, Fillers and Reinforcement, Types of Fillers, Carbon Black, Prerequisites for Reinforcement, Fumed Silica, Reinforcement by Fibres and Textiles, Mechanism of Reinforcement by Carbon Black <u>Chemistry, technology and applications of thermosets:</u> Historical development, Economic Relevance, Price-Performance-Production Volume, Urea-Formaldehyde Resins(UF) – Chemistry and Applications, Melamine-Formaldehyde Resins(MF) – Chemistry and Applications, Phenol-Formaldehyde Resins(PF) – Chemistry and Applications, Unsaturated Polyester Resins (UP) and Vinylester Resins (VE) – Chemistry and Applications, Epoxy Resins (EP) – Chemistry and Applications, High Performance Thermosets

	<u>PUR:</u> Historical development, chemistry of NCO-group, Diisocyanates (MDI, TDI and others), Polyols (Polyetherols, Polyesterols and other polyol), Additives for PUR Technology (catalysts, chain extenders, foam stabilizers), Prepolymers, Phase separation, Flexible foams (hot and cold foam), Semirigid foam, Rigid foam, PUR elastomers, other applications. <u>Lab:</u> Students are asked to perform the synthesis of certain resins, to use them in typical applications and to carry out measurements regarding process behaviour and service properties. Students must collect and report data, compare them with literature and present them in a consistent manner by oral presentation and by a written report. The background of each experiment is discussed.
Academic Assessment:	Written tasks and / or oral presentations on practical experiments. Exam (120 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literatur:	<i>Manuscript:</i> handouts and personal lecture notes W. Hofmann, "Rubber Technology Handbook", Hanser Publishers Munich 1989 W. Hofmann, H. Gupta, "Handbuch der Kautschuktechnologie", Dr. Gupta Verlag 2001 W. Gum, W. Riese, H. Ulrich, „Reaction Polymers“, Hanser Publishers Munich 1992 S. Lin, E. Pearce, "High-Performance Thermosets – Chemistry, Properties, Applications", Hanser Publishers Munich 1993

25 Umwelttechnik

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Modul CP)

Spezielle Themen der Chemischen Verfahrenstechnik / Special Topics in Process Engineering

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Umwelttechnik / Environmental Technology
Semester:	Sommer
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Dettmann
Dozenten:	Prof. Dr. Dettmann/Prof. Dr. Ebeling
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Chemical Processing
Lehrform /SWS:	2 h Vorlesungen, 1 h Übung, 1 h Praktikum (Kontaktzeit: 72 h)
Arbeitsaufwand:	120 h
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss in Chemieingenieurwesen oder Chemie oder artverwandten Studiengängen.
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden sind mit den umweltrelevanten Verfahren vertraut, insbesondere kennen Sie aktuelle innovative Erkenntnisse in der Umweltwissenschaft.
Inhalt:	Trinkwasser und Abwasser: Trinkwasseraufbereitung, Korrosion durch Wasser, Wasserrecht, Abwasserarten, Verfahren der Abwasserreinigung. Belastung von Böden: Schadstoffeinträge in Böden, Altlastenprobleme und Sicherungsmaßnahmen, Verfahren zur Sanierung von Altlasten in Böden. Luftreinhaltung: Emissionen und Immissionen, Verfahren zur Staubabscheidung, Beurteilung von Stäuben, Rauchgasreinigung. Abfallvermeidung und Abfallentsorgung: Abfallwirtschaftliche Grundlagen, Aufbereitung von Abfällen, Müllverbrennung, Deponierung. Substitution umweltproblematischer Stoffe: Substitution von Titandioxid durch Calciumsilikate, Einsatz von Pflanzenölmethylester als Kraftstoff für Fahrzeuge. Windkraftanlagen: Bauformen, physikalische Grundlagen der Windenergieumwandlung, Aerodynamik des Rotors, das elektrische System, Einsatzbereiche und Umweltverhalten, Wirtschaftlichkeit.

	Solartechnik: Thermische Systeme, elektrische Systeme, Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen, energetische Bilanzierung von Solarsystemen. Ökosysteme: Struktur von Ökosystemen, Stabilität von Ökosystemen, mathematische Modellierung sowie Bilanzierung von Ökosystemen, energetische Bewertung (Anergie- und Exergiebilanzen). Schallschutz: Physikalische Grundlagen, Berechnungsverfahren (EDV), umwelttechnische Bewertung. Lab: Toxizität und Lungengängigkeit von Stäuben, Wärmedämmverhalten ökologischer Baustoffe, Messverfahren zur Bestimmung der Qualität industrieller Prozesswässer, Substitution umweltproblematischer Stoffe am Beispiel der CSH, Bestimmung des energetischen Wirkungsgrades von Solarzellen, Parameteruntersuchungen an einem Windenergiekonverter u.a.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Auswertung und Dokumentation der Praktikumsversuche, schriftliche (150 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	Wird in der Vorlesung empfohlen

26 Boundary Layer Theory

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Modul CP)

Spezielle Themen der Chemischen Verfahrenstechnik / Special Topics in Process Engineering

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Boundary Layer Theory
Term:	Winter
Module responsibility:	Prof. Dr. N. Ebeling
Lecturer:	PD Dr.- Ing. N. Ebeling
Language:	English
Designated:	Optional module for students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	3 hrs Lecture, 1h Seminar / (contact time: 72 hrs)
Work Load:	120 h
Credit Points:	4
Requirements:	Students have detailed knowledge of fluid mechanics (statics and kinematic of fluids, stream tube theory, momentum theorem and viscous flows)
Learning Target/Objectives:	This modul treats with the conservation equations in a general form on advance level as well as with boundary concept. Students become familiar with boundary layers as well as with the solution of and the simplifying assumption in connections with the Navier Stokes equations.
Content:	Introduction to boudary layer theory Derivation of impuls transfer equation starting from Navier- Stokes-equations Assumption/ simplifications to reach Euler- or Bernoulli- equations Dividing the flow flied for high Re- numbers Different definitions of boundary layers Laminar and turbulent boundary layer for different flow situations
Academic Assessment:	written (150 minutes) or oral exam
Media Employed:	Beamer, overhead projection, black and white board, hand-outs
Literature:	available from lecturer (download version); and Schlichting, H.: Boundary-Layer Theory, Verlag: Braun

27 Chemical Plant Safety

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Modul CP)

Spezielle Themen der Chemischen Verfahrenstechnik / Special Topics in Process Engineering

Studiengang:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung:	Sicherheitstechnik – Chemical Plant Safety
Semester:	Winter
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. V. Jordan
Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. V. Jordan, Dr.-Ing. U. Seifert
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Chemical Processing
Lehrform /SWS:	3 h Vorlesung, 1 h Seminar / (Kontaktzeit: 72 h)
Arbeitsaufwand:	120 h
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss Chemie oder Chemieingenieurwesen mit Vorwissen zur Verfahrens- und Reaktionstechnik
Lernziele / Kompetenzen:	Die Studierenden sind in der Lage, typische sicherheitstechnische Fragestellungen bei der Planung und beim Betrieb von Chemieanlagen allein und im Team zu bearbeiten und ein Sicherheitskonzept zu entwerfen.
Inhalt:	Einführung in die Sicherheitstechnik anhand von Fallbeispielen, Stofffreisetzung, Brand und Explosion als Hauptgefahrenquelle, Risiko, Gefahr, Sicherheit Gefährdungen und Gefahrstoffe, Gefahrstoffe, Toxikologie, Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen Explosionsschutz, Explosionsdreieck, Explosionskenngrößen, primärer, sekundärer, tertiärer Explosionsschutz Stofffreisetzung und Ausbreitung, Freisetzungsmechanismen, Abschätzung der Quellstärke, Stoffausbreitung, Modelle und Ausbreitungsrechnung Reaktorstabilität, Reaktormodelle und sicherheitstechnische Probleme, Wärmeexplosionstheorie, Einführung von Kennzahlen zur Beurteilung der Reaktorstabilität, Durchgehszenario, Reaktionskalorimetrie, Stabilität eines Kontinuierlichen Rührkessels, Spezielle Probleme bei der Polymerisation Mess- und Regelungstechnik, MRT in der Sicherheitstechnik, Fehlererkennung und Fehlertolerierung, Absicherung eines Reaktors mittels MRT Gefahrenerkennung und Risikobewertung, Methoden der Sicherheitsanalyse, Behörden-Engineering Sicherheitsmanagement

Studien- und Prüfungsleistungen:	schriftliche (120 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Overheadprojektor, Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Whiteboard
Literatur:	Vorlesungsbegleitende Unterlagen als PDF, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry - Plant and Process Safety, 1992, VCH, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th edition - Process Safety, McGraw-Hill Steinbach: Chemische Sicherheitstechnik, 1995, VCH Stoessel, F.; Thermal Safety of Chemical Processes; Wiley-VCH 2008

28 Membrane Separations

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Modul CP)

Spezielle Themen der Chemischen Verfahrenstechnik / Special Topics in Process Engineering

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Membrane Separations
Term:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr.-Ing. R. Korff
Lecturer:	Prof. Dr.-Ing. R. Korff
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	2 hrs lectures, 1 hr exercise, 1 hrs lab per week (contact time: 72 h)
Work Load:	120 h
Credit Points:	4
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	Students have obtained a good knowledge about the different equilibrium and non-equilibrium physical separation processes with emphasis on a deep physical understanding of these processes. They know and use the necessary tools to obtain quantitative solutions to membrane separations problems. They are able to design various types of membrane separation processes.
Content:	Introduction to membrane technology: Rejection, selectivity, flux, driving forces, membranes and their characterisation Mass transfer: Mass transfer in porous and non-porous membranes, concentration polarization, fouling and scaling, gel-permeation model, osmotic pressure model Pressure driven membrane separations for liquid mixtures with liquid products: Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration, Reverse Osmosis Permeation of gases and vapours: Gas permeation, vapour permeation, pervaporation Membrane separations driven by concentration difference: Dialysis, membrane contactors
Academic Assessment:	Written (120 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	1. Seader, Henley: Separation Process Principles, Wiley, 1998 Mulder: Basic Principles of Membrane Technology, Kluwer, 1996

29 Petroleum Refining Processes

(Wahlpflichtmodul CP / Compulsory Optional Modul CP)

Spezielle Themen der Chemischen Verfahrenstechnik / Special Topics in Process Engineering

Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Module:	Petroleum Refining Processes
Term:	Summer
Module Responsibility:	Prof. Dr.-Ing. R. Korff
Lecturer:	Prof. Dr.-Ing. R. Korff
Language:	English
Designated:	Optional Module for Students in Chemical Processing
Tuition Mode / Contact Hours:	2 hrs lectures, 1 hr exercise, 1 hrs lab per week (contact time: 72 h)
Work Load:	120 h
Credit Points:	4
Requirements:	Bachelor degree in Chemical Engineering, Chemistry or closely related
Learning Target/Objectives:	The students are familiar with refining processes. A focus is being given with reference to chemical engineering aspects of reactor design. They know about the importance of downstream processing to petrochemicals. The students can consider the impact of interdependencies of plants within a network of processes.
Content:	Crude oil: Origin and occurrence, exploration techniques, drilling, well head protection, production, transportation, constituents, classification, properties and evaluation Crude oil derived products: Gaseous fuels, gasoline, solvents (naphtha), kerosene, fuel oil, lubricating oil, asphalt, bitumen, coke, sulfur, petrochemicals (benzene, toluene, xylene, styrene, ethylene, propylene), Refinery process schemes: Hydro skimming refinery, gasoline refinery, petrochemical refinery, locations, capacities, utilization, by-product utilization Separation processes: Desalting, distillation, extraction, adsorption, pressure swing adsorption, absorption, crystallization Thermal Processes: Chemistry of thermal cracking, visbreaking, visbreaking with soaker, delayed coking, fluidized coking, steam cracking, production of bitumen, partial oxydation Catalytic processes: Chemistry of catalytic cracking, hydrocracking, reforming, isomerisation, alkylation; thermal catalytic cracking, fluidized catalytic cracking, desulfurization, refining, reforming, isomerisation, alkylation, treating of heavy feedstock

Academic Assessment:	Written (120 minutes) or oral exam
Media Employed:	Overhead projector, Beamer presentation, Black-board, Hand-outs
Literature:	References Maples E. Roberts, Petroleum Refinery Process Economics, 2nd edn., Penn Well Corporation, Tulsa, 2000 Speight James G., Petroleum Chemistry and Refining, Taylor & Francis, Washington, 1998 Speight James G., The Chemistry and Technology of Petroleum, 3rd edn., Marcel Dekker NY, 1998 Meyers Robert A., Handbook of Petroleum Refining Processes, 2nd edn., Mc Graw Hill, 2000

30 Projektmanagement

(Wahlpflichtmodul AC/CP / Compulsory Optional Modul AC/CP)

Studiengang:	Chemical Engineering (M.Sc.)
Modulbezeichnung:	Projektmanagement
Semester:	Winter
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Dettmann
Dozenten:	Prof. Dr. Dettmann
Sprache:	Deutsch / Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	Wahlpflichtmodul für Studierende mit der fachlichen Ausrichtung in Applied Chemistry und Chemical Processing
Lehrform /SWS:	2h Vorlesung, 2 h Seminar (Kontaktzeit 72 h)
Arbeitsaufwand:	120
Kreditpunkte:	4
Voraussetzungen:	Bachelorabschluss
Lernziele / Kompetenzen:	Ausgehend von wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen des Projektmanagements erarbeiten die Studierenden anhand von Beispielen – auch Software unterstützt – welche Möglichkeiten der Strukturierung von Projekten sinnvoll angewandt werden können. In Teilnehmer-Projektstudien, die zum Teil während der Übungen ausgearbeitet bzw. begleitet werden, strukturieren die Studierenden selbst gewählte Projekte und stellen diese anschließend dar. Der Einstieg in die industrielle Praxis wird so für die Studierenden erleichtert Die Studierenden sind befähigt, mittlere und auch größere Projekte selbstständig und praxisbezogen zu planen und durchzuführen und sie können dazu die wissenschaftlichen und elektronischen Werkzeuge des Projektmanagements gezielt einsetzen.
Inhalt:	Grundlagen des Projektmanagements und betriebswirtschaftliche Zusammenhänge: Betriebliche Abläufe in Beschaffung, Produktion und Absatz, Grundprinzipien der Wertbildung und Wertverteilung, Bedeutung der Rechtsform eines Unternehmens, Definition eines Projektzieles, Festlegung eines zeitlichen und finanziellen Rahmens (Budget), besondere Organisationsformen bei der Durchführung eines Projektes, die herausgehobene Stellung und Verantwortlichkeit des Projektleiters. EDV-unterstütztes Projektmanagement, Projektmanagement in unterschiedlichen Unternehmensformen Auswahl geeigneter Software, Vor- und Nachteile der EDV im Projektmanagement, PERT- und GANTT-Diagramme, Terminmanagement, Ressourcenmanagement, Kostenanalyse und Berichtswesen, Software-Training, kritische Ergebnisauswertung anhand eines Beispielpjektes.

	Teilnehmer-Projektstudien mit Präsentation Definition einer Projekt-Studie sowie die Erarbeitung und Darstellung der dafür nötigen Randbedingungen (Zeit, Ressourcen und Verantwortlichkeiten), Darlegung der Projekt-Studie im Kurzvortrag, Statement in englischer Sprache, Vortrag zur Projektstudie in deutscher oder englischer Sprache. Übungen/Praktika: Die Lehrveranstaltung weist neben der Vermittlung des Faktenwissens Seminar- bzw. Praktikums-Charakter auf. Die Studierenden müssen Statements/Vorträge unter anderem im Zusammenhang mit ihren Teilnehmer-Projektstudien in deutscher und englischer Sprache halten. Die Darstellung der von den Studierenden gewählten Projekte erfolgt generell EDV-unterstützt. Zur Vertiefung des Faktenwissens werden Kernaussagen in deutscher und englischer Sprache offen diskutiert.
Studien- und Prüfungsleistungen:	Schriftliche (120 Minuten) oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Videoprojektor, Overheadprojektor, Tafelanschrieb, Hand-outs
Literatur:	Wird in der Vorlesung empfohlen

31 Projektarbeit 1 - Literaturrecherche

(Pflichtmodul AC/CP / Compulsory Modul AC/CP)

Studiengang: Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung: Module:	Projektarbeit 1 Literaturrecherche Project Work 1 Literature search
Semester Term:	Winter
Modulverantwortlicher: Module responsibility:	Vorsitzender des Prüfungsausschusses für den Fachbereich Chemieingenieurwesen Chairman of the examination board
Dozenten: Lecturer:	Dozenten der Fachhochschule Lecturers / Professors of the University of Applied Sciences Münster
Sprache. Language:	Englisch / Deutsch English / German
Zuordnung zum Curriculum: Designated:	Pflichtmodul im Master-Studiengang Chemical Engineering Obligatory module of the Master courses
Lehrform/SWS: Tuition Mode / Contact Hours:	
Arbeitsaufwand: Work Load:	180 h
Kreditpunkte: Credit Points:	6
Voraussetzungen: Requirements:	
Lernziele/Kompetenzen: Learning Target/Objectives:	Die Studierenden sind in der Lage, die zur Verfügung stehende Literatur zu recherchieren, zu lesen, zu verstehen und zu zitieren und in einen Bericht zusammenzufassen und zu bewerten. Students are able to search the literature available, to read, to understand and to critically select the results. They can write a comprehensive review.
Inhalt: Content:	
Studien- und Prüfungsleistungen: Academic Assessment:	Bericht und mündliche Präsentation Report and oral presentation
Medienformen: Media Employed:	
Literatur: Literature:	

32 Projektarbeit 2 und 3

(Pflichtmodul AC/CP / Compulsory Modul AC/CP)

Studiengang: Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung: Module:	Projektarbeit 2 und 3 Project Work 2 and 3
Semester Term:	Sommer / Winter Summer / Winter
Modulverantwortlicher: Module responsibility:	Vorsitzender des Prüfungsausschusses Chairman of the examination board
Dozenten: Lecturer:	Dozenten der Fachhochschule Lecturers / Professors of the University of Applied Sciences Münster
Sprache. Language:	Englisch / Deutsch English / German
Zuordnung zum Curriculum: Designated:	Pflichtmodul im Master-Studiengang Chemical Engineering Semester Obligatory module of the Master courses
Lehrform/SWS:	Die Projektarbeit ist eine Einzel- oder Gruppenarbeit. Dauer der Projektarbeit: maximal 5 Monate.
Tuition Mode / Contact Hours:	The project is an individual or group work. The Duration of the project work is max.5 months..
Arbeitsaufwand: Work Load:	180 h
Kreditpunkte: Credit Points:	6
Voraussetzungen: Requirements:	
Lernziele/Kompetenzen: Learning Target/Objectives:	Die Studierenden haben die Fähigkeit entwickelt, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine wissenschafts- oder praxisorientierte Aufgabenstellung unter Verwendung modulübergreifender Lösungsansätze methodisch folgerichtig und nach wissenschaftlichen Methoden erfolgreich (im Team) zu bearbeiten. Sie sind in der Lage, ihre erarbeiteten Ergebnisse klar verständlich und plausibel schriftlich und mündlich darzustellen und sich einer Diskussion vor fachkundigem Publikum zu stellen. The students demonstrate that within a specified period they are able to work on a solution for a scientific/practical problem. They are able to use interdisciplinary logical and methodological approaches. They can present their compiled results clearly understandable and plausible in written and oral form and they will be able to defend the results in a discussion.
Inhalt: Content:	Das Thema der Projektarbeit kann von jeder hauptamtlich lehrenden Person ausgegeben und betreut werden. The project topic can be provided and supervised by any full-time professor.

Studien- und Prüfungsleistungen: Academic Assessment:	Der Umfang je Studierender umfasst eine Ausarbeitung von ca. 15 bis 20 Seiten DIN A4 (ca. 2000 Zeichen je Seite), die im Rahmen eines Forschungsprojektes erstellt wird. Die Projektarbeit wird durch einen Vortrag mit abschließender Befragung von ca. 30 Minuten Dauer je Student ergänzt. Each student writes a report of about 15 to 20 A4 pages (approximately 2000 characters per page), which is part of a research project. The project work is completed by a presentation of approximately 30 minutes for each student.
Medienformen: Media Employed:	
Literatur: Literature:	

33 Masterarbeit / Master-Thesis
(Pflichtmodul AC/CP / Compulsory Modul AC/CP)

Studiengang: Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung: Module:	Masterarbeit Master-Thesis
Semester Term:	Sommer Summer
Modulverantwortlicher: Module responsibility:	Vorsitzender des Prüfungsausschusses für den Fachbereich Chemieingenieurwesen Chairman of the examination board
Dozenten: Lecturer:	Dozenten der Fachhochschule Lecturers / Professors of the University of Applied Sciences Münster
Sprache: Language:	Englisch / Deutsch English / German
Zuordnung zum Curriculum: Designated:	Pflichtmodul im Master-Studiengang Chemical Engineering – 4. Semester Obligatory module of the Master courses – 4. Sem.
Lehrform/SWS: Tuition Mode /Contact Hours:	Anwendungs- oder forschungsorientierte, selbstständige Bearbeitung eines wissenschaftlichen Problems (Dauer max. 5 Monate) Application or theory oriented, independent work on a scientific Problem (maximum duration 5 month)
Arbeitsaufwand: Work Load:	
Kreditpunkte: Credit Points:	27
Voraussetzungen: Requirements:	Zur Masterarbeit kann zugelassen werden, wer alle Modulprüfungen bis auf eine Modulprüfung à 8 CP oder zwei Modulprüfungen à 4 CP bestanden und drei Projektarbeiten erfolgreich abgeschlossen hat. The student is accepted for the Master thesis when he has passed all exams (except one module with 8 CP or two modules à 4 CP) and has successfully completed three projects.
Lernziele/Kompetenzen: Learning Target/Objectives:	Die Absolventen können innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema aus dem Fachgebiet in ihren fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig bearbeiten. Sie können das Erarbeitete ansprechend und wissenschaftlich korrekt schriftlich darstellen. Students are able to work as a member of a scientific group or as an independent researcher on high level. The graduates can work on a topic independently within a specified period of time. They are able to develop solutions for a problem based on their knowledge and expertise in chemical engineering as well as on their understanding of the interdisciplinary contexts and practical methods. They are able to present their compiled results clearly, understandable and plausible in written form.
Inhalt: Content:	
Studien- und Prüfungs- leistungen: Academic Assessment:	Masterarbeit (ca. 60 Seiten DIN A4 mit ca. 2000 Zeichen je Seite). Die Abschlussarbeit wird gemäß ATPO von zwei Prüfenden bewertet. Masterthesis (Report about 60 A4 pages with about 2000 characters per page) The thesis is evaluated by two examiners.
Media Employed:	abhängig von der Aufgabe depending on the task
Literature:	depending on the task

34 Kolloquium / Colloquium
(Pflichtmodul AC/CP / Compulsory Modul AC/CP)

Studiengang: Study Program:	Chemical Engineering (MSc.)
Modulbezeichnung: Module:	Kolloquium Colloquium
Semester Term:	Sommer Summer
Modulverantwortlicher: Module responsibility:	Vorsitzender des Prüfungsausschusses für den Fachbereich Chemieingenieurwesen Chairman of the examination board
Dozenten: Lecturer:	Dozenten des Fachbereichs Chemieingenieurwesen Lecturers / Professors of Faculty of Chemical Engineering
Sprache. Language:	Englisch / Deutsch English / German
Zuordnung zum Curriculum: Designated:	Pflichtmodul im Master-Studiengang Chemical Engineering – 4. Semester Obligatory module of the Master courses – 4. Sem.
Lehrform/SWS: Tuition Mode /Contact Hours/ Group Size:	----
Arbeitsaufwand: Work Load:	-----
Kreditpunkte: Credit Points:	3
Voraussetzungen: Requirements:	Zum Kolloquium kann zugelassen werden, wer die Voraussetzungen für die Zulassung zur Masterarbeit nachgewiesen hat und diese mit mindestens "ausreichend" (4,0) bewertet wurde und wer alle Modulprüfungen und 3 Projektarbeiten bestanden hat. To the final colloquium can be admitted who's Master thesis is marked at least "satisfactory" (4.0) and who has passed all module examinations and three projects.
Lernziele/Kompetenzen: Learning Target/Objectives:	Die Absolventen sind in der Lage, die Ergebnisse ihrer Abschlussarbeit, ihre fachlichen Grundlagen und ihre fächer-übergreifenden Zusammenhänge und außerfachlichen Bezüge mündlich darzustellen. Sie können die Bedeutung ihrer Ergebnisse für die Wissenschaft und/oder Praxis selbstständig begründen und einschätzen und sich einer Diskussion vor fachkundigem Publikum stellen. The graduates will be able to orally present the results of their thesis, the technical foundations and its interdisciplinary relationships. The graduates can justify the importance of their results for science and / or practice and they are able to defend the results in a scientific discussion.
Inhalt: Content:	-----
Studien- und Prüfungsleistungen: Academic Assessment:	Präsentation / mündliche Prüfung (30 bis 60 Minuten). Das Kolloquium wird als mündliche Prüfung durchgeführt. Das Kolloquium wird von den die Abschlussarbeit prüfenden Personen gemeinsam abgenommen und bewertet. Presentation / oral examination (30 to 60 minutes). The colloquium will be conducted as an oral examination. The colloquium is evaluated by the examiners of the thesis.
Medienformen: Media Employed:	Video Presentation
Literatur: Literature:	-----