



# Modulbeschreibung

## B.Sc. NanoEngineering PO19

Stand: November 2022

# Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
Allgemeine Chemie			
<b>Course title English</b>			
General Chemistry			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Lehrinhalte der Vorlesung und Übung Allgemeine Chemie für Studenten des Studiengangs NanoEngineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung von stofflichen Zuständen</li> <li>- Methoden der Stofftrennung</li> <li>- Chemische Elemente</li> <li>- Stoffmengenbegriff und Stöchiometrie</li> <li>- Atomaufbau, Atomeigenschaften, Periodensystem der Elemente</li> <li>- Prototypen der chemischen Bindung und Modelle zu deren Beschreibung</li> <li>- Grundlagen der Kinetik einfacher Reaktionen</li> <li>- Säure-Base-Reaktionen (Protonentransfer-Gleichgewichte)</li> <li>- Redox-Reaktionen (Elektronentransfer-Gleichgewichte)</li> <li>- Thermodynamik chemischer Reaktionen</li> <li>- Grundlagen und Anwendungen der Elektrochemie</li> <li>- Exemplarische Behandlung chemischer Reaktivitäten: Erarbeitung von Reaktivitätstrends vor dem Hintergrund des Periodensystems</li> <li>- Wasserstoffverbindungen: Bindungsvielfalt und deren Reaktivitätsspektrum</li> <li>- Halogene, Prototypen von Nichtmetallen, typische Reaktivitäten von Halogenverbindungen</li> <li>- Alkalimetalle und deren wichtigste Verbindungen und Verbindungseigenschaften</li> <li>- Gruppe 14: der Übergang von Nichtmetallen zu Metallen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Lernziele der Vorlesung und Übung Allgemeine Chemie für Studenten des Studiengangs NanoEngineering</p> <p>Verständnis und Anwendung einfacher Konzepte der Chemie sowie Erklärung von Stoffeigenschaften und chemischen Vorgängen auf molekularer Ebene. Basierend auf Grundlagenwissen sollen Anwendungsaspekte erklärbar werden. Dazu werden Vorlesungsthemen in Übungen vertieft.</p>

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

## Literatur

Michael Binnewies / Manfred Jäckel / Helge Willner  
Allgemeine und Anorganische Chemie  
1. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, München 2004  
ISBN 3-8274-0208-5

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Allgemeine Chemie Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
General Chemistry Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Prüfungsleistung</b>			
Versuchsergebnisse, Praktikumsprotokolle, Versuchsgespräche			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Lehrinhalte des Praktikums Allgemeine Chemie für Studenten des Studiengangs NanoEngineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicheres Arbeiten im chemischen Labor</li> <li>- Umgang mit Laborabfällen</li> <li>- Verhalten bei Gefahren im Labor</li> <li>- Dokumentieren von Versuchen im Laborjournal</li> <li>- Chemische Grundoperationen: Wägen, Volumenmessung, Stofftrennung (Filtrieren, Kristallisieren, Sublimieren, Destillieren)</li> </ul> <p>Qualitative Bestimmung von Stoffeigenschaften, z.B. Löslichkeit, Hydrolyseverhalten, Pufferwirkung, Verhalten von Metallen gegenüber Wasser, Säuren und Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analytische Grundoperationen zur Stoffidentifizierung: Gravimetrie, Komplexometrie, volumetrische Säure-Base- und Redox-Bestimmungen</li> <li>-Synthesen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Lernziele des Praktikums Allgemeine Chemie für Studenten des Studiengangs NanoEngineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der sicheren Umgang mit Chemikalien (Gefahrstoffen) und die sachgemäße Entsorgung von Laborabfällen.</li> <li>- Kenntnis der Funktion und korrekte Handhabung einfacher Laborgeräte einschließlich des sachgemäßen Aufbaus von Standardlaborglasapparaturen</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

<b>Literatur</b>
<p>Praktikumsskript mit Versuchsanleitungen</p> <p>Gerhart Jander, Ewald Blasius Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie 14. Aufl., S. Hirzel, Stuttgart, 1995 UB: 35 UNP 1209</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Bachelor-Arbeit</b>			
<b>Course title English</b>			
Bachelor Thesis			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
12	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
<b>Prüfungsleistung</b>			
Benotete schriftliche Ausarbeitung.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Bachelorarbeit stellt die wissenschaftliche Abschlussarbeit des Studienprogramms dar.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Mit der Bachelor-Arbeit zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbständig auf der Grundlage der bis dahin im Bachelor-Studiengang erzielten Qualifikationen zu bearbeiten.

<b>Description / Content English</b>
The bachelor thesis is the scientific graduation thesis of the study program.
<b>Learning objectives / skills English</b>
With the bachelor thesis the students prove their ability to produce independently a scientific thesis on the bachelor level.

<b>Literatur</b>
Abhängig von der Themenstellung (depending on the topic of the thesis).

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Bachelor-Arbeit Kolloquium</b>			
<b>Course title English</b>			
Bachelor Thesis Colloquium			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			2
<b>Prüfungsleistung</b>			
Präsentation und Diskussion			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Präsentation und Diskussion der Bachelorarbeit.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden zeigen, dass sie die Themenstellung der Bachelorarbeit selbständig erfasst und bearbeitet haben. Sie präsentieren und diskutieren diese Themenstellung auf wissenschaftlichem Niveau vor bzw. mit dem Auditorium inkl. des/der Themenstellers/in.

<b>Description / Content English</b>
Presentation and defence of the bachelor thesis.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students prove that they independently understood and elaborated the topic of the bachelor thesis. They present and discuss the topic in front of or with the audience (including the supervisor) on a scientific adequate level.

<b>Literatur</b>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Bachelor-Projekt EIT</b>			
<b>Course title English</b>			
Bachelor Project EIT			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
9	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		5	2
<b>Prüfungsleistung</b>			
Die individuelle Leistung wird als Studienleistung benotet.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Jeweils eine Gruppe von Studierenden kann ein von einem Fachgebiet angebotenes Thema wählen und erhält dann eine definierte fachliche Aufgabe. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt im Team unter Anleitung und ist wie ein industrielles Projekt abzuwickeln, soweit zutreffend einschließlich Spezifikation, Literaturrecherche, Konzeption, Schnittstellenabsprachen, Terminplanung, Realisierung, Test, schriftliche Dokumentation und mündliche Präsentation der Ergebnisse (in deutscher oder englischer Sprache).
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Neben einer fachlichen Vertiefung, die auch der Vorbereitung einer späteren Bachelor-Abschlussarbeit dienen kann (wenn diese aus einem ähnlichen Themenbereich gewählt wird), sollen die Studierenden auch folgende Soft-Skills erwerben bzw. erweitern, die ebenfalls für die spätere Bachelor-Arbeit benötigt werden:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teamfähigkeit,</li> <li>- Kommunikationsfähigkeit (Absprachen im Team, Präsentation, Englisch),</li> <li>- Selbstlernfähigkeit (Literaturrecherchen, selbstorganisiertes Arbeiten),</li> <li>- Anwendung von Methoden des Projektmanagements.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
A group of students can choose a problem, which is offered by an institute. They get a well-defined technical problem, which has to be solved by the team, but under supervision. The project is to be managed like in industry, where applicable inclusive specification, literature research, conception, interface definitions, time schedule, implementation, test, written documentation and oral presentation of results (in German or English language).
<b>Learning objectives / skills English</b>
On one side, the project deepens technical knowledge and skills and can prepare a later Bachelor thesis (if it is chosen out of a similar thematic range). On the other side, the students should acquire or improve the following soft skills, which also are necessary for the subsequent Bachelor thesis:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ability for team work,</li> <li>- communication skills (team agreements, presentation skills, English language),</li> <li>- ability for self-responsible work (literature research, self-organised work),</li> <li>- application of project management methods.</li> </ul>

<b>Literatur</b>
Spezifisch für das jeweilige Thema.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Basispraktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Fundamental Engineering Lab Training Course			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
2	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		2	
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Für das Praktikum werden die folgenden acht Versuche angeboten:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikro- und makroskopische Eigenschaften von magnetischen Werkstoffen</li> <li>- Frequenzgang der komplexen Permittivität</li> <li>- Polarisationsverhalten ferroelektrischer Werkstoffe</li> <li>- Ausgleichsvorgänge in linearen Netzwerken</li> <li>- Widerstandsmessbrücken</li> <li>- RL, RC Kombination</li> <li>- Auswertung einer Temperaturmessung gemäß GUM</li> <li>- IV Charakterisierung Solarzelle</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Das Basispraktikum soll Teilnehmer als erste praktische Übung auf das Kurrikulum im B. Sc. Studiengang für NanoEngineering sowie Elektrotechnik und Informationstechnik einstimmen. Hierzu wird von den Studierenden erwartet, sich anhand der Versuchsunterlagen auf die oben genannten Versuche vorzubereiten und die Messung im Labor zu planen. Die während der praktischen Durchführung im Labor erhaltenen Messwerte sollen dann im Anschluss rechnergestützt ausgewertet und in einem ausführlichen Praktikumsbericht zusammengefasst werden.

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<b>Literatur</b>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betriebswirtschaft für Ingenieure</b>			
<b>Course title English</b>			
Economics for Engineers			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung behandelt die Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre.                  Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen Betriebswirtschaftslehre</li> <li>- Unternehmensformen</li> <li>- Materialbeschaffung</li> <li>- Produktion</li> <li>- Rechnungswesen</li> <li>- Finanzierung</li> <li>- Investition</li> <li>- Betriebswirtschaftliche Kennzahlen</li> <li>- Kostenrechnung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen betriebswirtschaftliche Zusammenhänge</li> <li>- kennen Aufgaben, Aufbau und Strukturen eines Unternehmens</li> <li>- kennen Beschaffungsmethoden</li> <li>- kennen unterschiedliche Finanzierungsarten</li> <li>- können Investitionsentscheidungen treffen</li> <li>- kennen betriebswirtschaftliche Kennzahlen</li> <li>- können Bilanzen interpretieren</li> <li>- kennen Personalführungssysteme</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>This disposition discuss the basics of business economics.                  Volumes in detail:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basics of Business Studies</li> <li>- Company formas</li> <li>- material procurement</li> <li>- production</li> <li>- accounting</li> </ul>

- finance
- capital expenditure budgeting
- Business performance indicators
- cost accounting

### **Learning objectives / skills English**

The students

- know business contexts
- know duties, construction and structures of a company
- know procurement methods
- know different types of financial funding
- are able to make investment decisions
- know important managerial figures
- are able to interpret balance sheets
- know human resource management systems

### **Literatur**

Günter Wöhe und Ulrich Döring, Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 25. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlen, 2013

Klaus Olfert und Horst-Joachim Rahn, Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 11., verb. u. aktual. Auflage, NWB Verlag, 2013

Jean-Paul Thommen und Ann-Kristin Achleitner, Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, 7., vollst. überarb. Auflage, Gabler Verlag, 2012

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Computergestützte Ingenieurmathematik</b>			
<b>Course title English</b>			
Computer Based Engineering Mathematics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
1	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1			
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Veranstaltung Computergestützte Ingenieurmathematik führt in einige Grundlagen der numerischen Mathematik mit Anwendungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik ein. Themen sind u.a.: Interpolation und Approximation durch Polynome, Anpassung von Kurven, numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, numerische Lösung nichtlinearer Gleichungen, numerische Differentiation und Integration, numerische Lösung von Differentialgleichungen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Absolventen sind in der Lage, numerische Methoden der Ingenieurwissenschaften anzuwenden und in MATLAB zu implementieren.

<b>Description / Content English</b>
The course Computergestützte Ingenieurmathematik introduces some of the fundamentals of numerical mathematics with applications in electrical engineering and information technology. Topics are among others: Interpolation and approximation by polynomials, fitting of curves, solution of linear systems of equations, solution of nonlinear equations, numerical differentiation and numerical integration, numerical solution of differential equations.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Graduates are able to apply numerical engineering methods and implement them in MATLAB.

<b>Literatur</b>
Manuskript zur MATLAB-Programmierung verfügbar.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Computergestützte Ingenieurmathematik Projektpraktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Computer-based Engineering Mathematics Project Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		2	
<b>Prüfungsleistung</b>			
Aktive Teilnahme und Präsentation.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung Computergestützte Ingenieurmathematik führt in einige Grundlagen der numerischen Mathematik mit Anwendungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik ein. Themen sind u.a.: Interpolation und Approximation durch Polynome, Anpassung von Kurven, numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, numerische Lösung nichtlinearer Gleichungen, numerische Differentiation und Integration, numerische Lösung von Differentialgleichungen.</p> <p>Das Projektpraktikum basiert auf dem mathematischen Werkzeug MATLAB. Zunächst wird in die Syntax von MATLAB eingeführt und anschließend werden Beispiele numerischer Berechnungen auf Basis der in der Vorlesung erlernten Kenntnisse in MATLAB implementiert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Absolventen sind in der Lage, numerische Methoden der Ingenieurwissenschaften anzuwenden und in MATLAB zu implementieren. Weiterhin können die Absolventen in einer Arbeitsgruppe ein Programmierprojekt bearbeiten sowie Arbeitsergebnisse präsentieren. Hinsichtlich der Koordination des Projekts wird eine klare Definition von Schnittstellen erlernt.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The course „Computergestützte Ingenieurmathematik“ introduces some of the fundamentals of numerical mathematics with applications in electrical engineering and information technology. Topics are among others: Matrix operations, numerical integration, numerical solution of differential equations, convolution integral, random variables and random processes, simulation of electrical engineering and information technology systems.</p> <p>The Computer-based Engineering Mathematics Project Lab is based on the mathematical tool MATLAB. First, the syntax of MATLAB is introduced and then examples of numerical calculations are implemented in MATLAB based on the knowledge gained in the lecture.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Graduates are able to apply numerical engineering methods and implement them in MATLAB.</p>

<b>Literatur</b>
<p>Manuskript zur MATLAB-Programmierung verfügbar.</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 1</b>			
<b>Course title English</b>			
Properties and Applications of Nanomaterials 1			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>In Nanomaterialien besitzen Schichtdicken, Korn- und Porendurchmesser, etc. ähnliche Dimensionen im Nanomaterbereich. Diese Nano-Struktur ist Ursache für eine Vielzahl chemischer und physikalischer Größeneffekte, die veränderte Eigenschaften erzeugen und zu neuen Anwendungen führen. In dieser Veranstaltung werden die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die thermischen und mechanischen von Nanomaterialien behandelt.</p> <p>Dabei wird ausgegangen von den Eigenschaften idealer - unendlich ausgedehnter - Kristalle und darauf aufbauend die änderungen - Größen- und Grenzflächeneffekte - behandelt, die bei Einschränkungen der Festkörperdimensionen auftreten. Schwerpunkt bilden dabei die thermischen und mechanischen Eigenschaften, die auf Basis von Phononen und Defekten (atomare Ebene) sowie Festkörpermechanik (makroskopisch) behandelt werden.</p> <p>Nach einer Einführung zum Thema Nanomaterialien werden insbesondere behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Bindung in Festkörpern</li> <li>2 Ordnung und Unordnung in Festkörpern</li> <li>3 Phononen, thermische Eigenschaften</li> <li>4 Mechanische Eigenschaften</li> </ol> <p>In den übungen werden einfache Beispiele bis zur molekulardynamischen Behandlung der Wärmekapazität programmiert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende kann Größen- und Grenzflächeneffekte auf Basis physikalischer und chemischer Theorien erklären und auf Basis dieses grundlegende Verständnisses spezifische Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien erklären.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>In nanomaterials film thicknesses, grain and pore diameters etc. are of similar dimensions in the nanometer regime. This nano-structure is origin for a large number of chemical and physical size effects which modify properties and lead to new applications. In 'Properties and Applications of Nanomaterials 1' physical properties, especially thermal and mechanical properties are covered.</p> <p>Starting from the properties of ideal - infinitely large - crystals size and interface effects discussed which are observed when the dimensions of solids state materials are confined. The focus is on thermal and mechanical properties which are described based on phonons and defects (atomistic view) and solid mechanics (macroscopic view).</p>

After an introduction in the topic nanomaterials special emphasis is placed on:

- 1 Bonding in Solids
- 2 Order and Disorder in Solids
- 3 Phonons and thermal properties
- 4 Mechanical Properties

In the tutorial simple examples up to a molecular dynamic description of heat capacity are programmed.

#### **Learning objectives / skills English**

The students can explain size and interface effects on the basis of physical and chemical theories. Their fundamental knowledge of these theories enables them to explain specific properties and applications of nanomaterials.

#### **Literatur**

Für die Grundlagen:

Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenburg 2005

G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde, Springer 1998

H. Ibach und H. Lüth, Festkörperphysik. Einführung in die Grundlagen, Springer 2002

J. I. Gersten and F. W. Smith, The Physics and Chemistry of Materials, Wiley 2001

und

Originalliteratur zu den Nanoeffekten

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 2</b>			
<b>Course title English</b>			
Properties and Applications of Nanomaterials 2			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Durch Strukturierung auf der Nanometerskala lassen sich die elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften von Metallen, Isolatoren und Halbleitern fundamental beeinflussen, - bis hin zum Maßschneidern von Eigenschaften neuartiger Bauelemente.</p> <p>In dieser Veranstaltung werden die verschiedenen Phänomene behandelt, die zu diesen Größeneffekten führen.</p> <p>Aufbauend auf den Volumeneigenschaften von Metallen, Halbleitern, Dielektrika und magnetischen Materialien werden folgenden Themen behandelt:</p> <p>Schichtstrukturen: Dielektrische Spiegel, Halbleiter-Heterostrukturen, magnetische Schichten und Sensoren(GMR, TMR)</p> <p>Eindimensionale Systeme: Quantendrähte, Kohlenstoff-Nanoröhren, ballistischer Transport, quantisierte Leitfähigkeit</p> <p>Nanopartikel und Quantenpunkte: Coulomb-Blockade, Einzelelektronen-Transistor, Quantenpunkt-Laser</p> <p>Darüber hinaus werden durch seminarartige übungen die soft-skills Teamfähigkeit und Präsentation geübt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Lernziel ist das Verständnis der verschiedenen optischen, magnetischen und elektrischen Größeneffekte als Grundlage für neuartige nanoskalige Materialien und Bauelemente.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Through patterning on the nanometer scale, the electrical, magnetic and optical properties of metals, insulators, and semiconductors can be profoundly altered. This opens up the possibility to tailor the characteristics of novel devices. In this course, the different phenomena will be discussed, which will lead to these size effects.</p> <p>Starting from the bulk solid state properties of metals, insulators, and semiconductors, the following topics will be covered:</p> <p>Layered structures: dielectric mirrors, semiconductor heterostructures, magnetic layers and interfaces, magnetic sensors (GMR, TMR).</p> <p>One-dimensional systems: carbon nanotubes, ballistic transport, quantized conductance.</p> <p>Nanoparticles and quantum dots: Coulomb blockade, single electron transistor, quantum dot lasers.</p> <p>Furthermore, seminar-style student talks will strengthen presentation and teamwork skills.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>

The students should be able to understand the different electrical, magnetic and optical size effects, which are the basis of novel nanoscale materials and devices.

### Literatur

The Physics of low-dimensional Semiconductors, John H. Davies, Cambridge University Press, 1998  
Modern Magnetic Materials, Robert C. O'Handley, John Wiley & Sons Inc (2000) (UB Signatur UIQ7006\_d)  
Nanoscale Materials in Chemistry, Kenneth J. Klabunde, John Wiley & Sons Inc (2001) (UB Signatur UOU1884\_d)  
Magnetism goes Nano, Stefan Blügel (Hrsg.), Jülich , 2005 ISBN: 3-89336-381-5 (UB Signatur UIQ7608+1\_d)  
Nano Science and Technology, Zikang Tang (Hrsg.), Taylor & Francis (2003), (UB Signatur UIQ7519\_d)



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Einführung in die Mechanik</b>			
<b>Course title English</b>			
Introduction to Mechanics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische Größen</li> <li>- Basiseinheiten und SI-System</li> </ul> <p>Mechanik des Massenpunktes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinematik des Massenpunktes (ein, zwei und drei Dimensionen)</li> <li>- Dynamik des Massenpunktes</li> <li>- Arbeit, Energie, Leistung</li> <li>- Kraftstoß, Impuls und Impulserhaltung</li> <li>- Stoßgesetze</li> </ul> <p>Mechanik des starren Körpers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwerpunktsatz</li> <li>- Rotationsdynamik</li> <li>- Drehimpuls, Drehimpulserhaltung, Drehmoment</li> <li>- Rotationsenergie und Trägheitsmoment</li> <li>- Satz von Steiner</li> </ul> <p>Thermodynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe</li> <li>- (ein wenig) kinetische Gastheorie</li> <li>- Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>- Phasenübergänge 1. Ordnung</li> <li>- Thermodynamik des Festkörpers</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen die wichtigen Grundbegriffe und Gesetze der klassischen Mechanik (Punktmechanik und Mechanik des starren Körpers) sowie die Grundlagen der Thermodynamik und können diese anwendungsbezogen einsetzen.

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

## Literatur

- "Physik für Ingenieure", Hering, Martin, Stohrer, VDI-Verlag (2004);  
"Physik", P.A. Tipler, Spektrum Akademischer Verlag (2004);  
"Pyhsik", Halliday, Resnick, Walker, Wiley-VCH (2003)  
"Fundamentals of physics", Halliday, Resnick, Walker, John Wiley & Sons (2000)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Einführung in die Nanotechnologie</b>			
<b>Course title English</b>			
Introduction to Nanotechnology			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung soll die Studierenden in die Nanotechnologie einführen. Dazu wird zunächst eine Begriffsbildung vorgenommen, anschließend werden die Thematik im ingenieurwissenschaftlichen Kontext abgegrenzt und phänomenologisch Größeneffekte diskutiert.</p> <p>Die eigentliche Vorlesung gliedert sich in 3 Teilbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Elektronen-Mikroskopie und Rasterkraft-Mikroskopie als zentrale Werkzeuge zur Analyse von Nanostrukturen</li> <li>- Darstellung fundamentaler Prinzipien zur Herstellung von Nanostrukturen nach dem 'bottom-up' Prinzip, aufgegliedert in physikalische und chemische Verfahren</li> <li>- Erläuterung der wesentlichen Grundzüge der 'top-down' Technik, einschließlich der Darstellung von Randbedingungen (z.B. Reinraum) und Grenzen. Dies beinhaltet die Diskussion elementarer Prinzipien von Dünnschichttechniken bzw. Epitaxie sowie von optischer Lithografie bzw. Elektronenstrahl-Lithografie</li> </ul> <p>Neben der Erläuterung der Grundlagen der Herstellung und Analyse von Nanostrukturen wird an ausgewählten Beispielen das Anwendungspotenzial der Nanotechnologie aufgezeigt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der Nanotechnologie thematisch einzugrenzen und haben einige der wichtigsten Prinzipien von Herstellung und Analyse von Nanostrukturen verstanden. Sie können an ausgewählten Beispielen das Anwendungspotenzial der Nanotechnologie aufzeigen und darlegen, wie sich Größeneffekte auf die Eigenschaften von Nanostrukturen generell auswirken.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The lecture should introduce the students to nanotechnology. For that purpose a conception is done, afterwards the subject matter is defined within the context of engineering and phenomenological size effect is discussed. The actual lecture is divided into 3 sections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to electron microscopy and atomic force microscopy as a central tool for analyzing the nanostructure</li> <li>- Presentation of fundamental principles for the production of nanostructures with the help of the „bottom-up“ principle, subdivided into the physical and chemical procedure</li> <li>- Explanation of the essential main features of the „top-down“ technique, including the presentation of boundary conditions (e.g. clean room) and borders. This contains the discussion about elemental principles of thin film technologies or epitaxy as well as optical lithography or electron beam-lithography</li> </ul> <p>Besides the explanation of the basics of production and analysis of nanostructures, the application potential of nanotechnology is shown by selected examples.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>

The students can enclose the area of nanotechnology thematically and understand the most important principles about the production and analysis of nanostructures. They can show the application potential with the help of selected examples and explain how the size effect operates with the characteristics of nanostructures.

### **Literatur**

Einführung in die Nanotechnologie, Skriptum, G. Bacher, 2007  
Nanotechnologie für Dummies, R. Booker & E. Boysen, Wiley VCH Weinheim, 2006  
Nanotechnologie, M. Köhler, Wiley VCH Weinheim, 2001  
Nanophysik und Nanotechnologie, H.-G. Rubahn, B.G. Teubner Stuttgart, 2004  
Nanostructures and Nanomaterials, G. Cao, Imperial College Press London, 2004

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Einführung in die Polymerwissenschaften</b>			
<b>Course title English</b>			
Introduction to Polymer Sciences			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>1 Einführung (Polymere, Makromoleküle, Monomereinheiten)</p> <p>2 Struktur von Makromolekülen</p> <p>2.1 Konstitution, Konfiguration und Konformation</p> <p>2.2 Die mittlere Molmasse eines Polymers</p> <p>3 Herstellung von Polymeren (Polymerisationsreaktionen)</p> <p>3.1 Radikalische Polymerisation</p> <p>3.2 Anionische Polymerisation</p> <p>3.3 Kationische Polymerisation</p> <p>4 Makromoleküle in Lösung</p> <p>4.1 Konformation eines gelösten Makromoleküls</p> <p>4.2 Lösungsviskosimetrie</p> <p>5 Makromoleküle in einer Polymerschmelze</p> <p>5.1 Die Viskosität einer Polymerschmelze</p> <p>5.2 Umformung von flüssigen Polymeren</p> <p>6 Makromoleküle in festem Polymer</p> <p>6.1 Amorphe und kristalline Strukturen</p> <p>6.2 Dynamische Prozesse in festen Polymeren</p> <p>6.3 Mechanische Eigenschaften von Polymeren</p> <p>7 Polymere in der Nanotechnologie</p> <p>7.1 Anwendung in der Lithografie: Resist-Materialien</p> <p>7.2 Nanoimprinting an Polymeren</p> <p>7.3 Polymere Nanopartikel</p> <p>7.4 Technische Anwendungen biologischer Polymere</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Veranstaltung soll ein grundlegendes Verständnis vermitteln, welcher Zusammenhang zwischen der molekularen Struktur und den makroskopischen Eigenschaften eines Polymers besteht. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei in der Ausbildung und Bedeutung von Nanostrukturen.

<b>Description / Content English</b>
<p>1 Introduction (polymers, macromolecules, monomer units)</p> <p>2 Structures of macromolecules</p> <p>2.1 Constitution, configuration and conformation</p> <p>2.2 The average molecular mass of polymers</p> <p>3 Preparation of polymers (polymerization reactions)</p> <p>3.1 Radical polymerization</p> <p>3.2 Anionic polymerization</p>

- 3.3 Cationic polymerization
- 4 Macromolecules in solution
  - 4.1 Conformation of a dissolved macromolecule
  - 4.2 Solution viscosimetry
- 5 Macromolecules in the molten state
  - 5.1 Viscosity of a molten polymer
  - 5.2 Handling of molten polymers
- 6 Macromolecules in the solid state
  - 6.1 Amorphous and crystalline states of polymers
  - 6.2 Dynamic processes in solid polymers
  - 6.3 Mechanical properties of solid polymers
- 7 Polymers in nanotechnology
  - 7.1 Application for lithography: resist materials
  - 7.2 Nanoimprinting on polymers
  - 7.3 Polymer nanoparticles
  - 7.4 Technical applications for biological macromolecules

#### **Learning objectives / skills English**

#### **Literatur**

"Makromolekulare Chemie:  
Ein Lehrbuch für Chemiker, Physiker, Materialwissenschaftler und Verfahrenstechniker"

M.D. Lechner, K. Gehrke, E.H. Nordmeier  
3. Auflage  
Birkhäuser Verlag  
Basel 2003.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Einführung in die Werkstoffe</b>			
<b>Course title English</b>			
Introduction to Materials			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die makroskopischen Eigenschaften der Werkstoffe basieren auf ihrer mikroskopischen Struktur (z.B. Atomsorte, chemische Zusammensetzung, räumliche Verteilung der Atome, Defekteigenschaften, Bandstruktur). Die Kenntnisse der atomaren Werkstoffeigenschaften liefern daher das Verständnis zum makroskopischen Verhalten des Werkstoffes. In der Vorlesung werden der atomare Aufbau der Werkstoffe, das Bändermodell des Festkörpers, die elektrische Leitfähigkeit, die Metalle, Halbleiter, Polymere, dielektrischen und magnetischen Werkstoffe besprochen.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten in der Elektrotechnik vorkommenden Werkstoffe in die Hauptgruppen Metalle, Halbleiter, Polymere, Dielektrika und Magnetika einzuteilen. Sie sind fähig, die Einsatzgebiete der einzelnen Hauptgruppen zu benennen und verstehen die jeweiligen physikalischen Hintergründe. Des Weiteren sind sie in der Lage, Zusammenhänge zwischen makroskopischem Verhalten der Werkstoffe und deren mikroskopischen Ursachen herzustellen und dieses Wissen an Kommilitonen weiterzugeben.

<b>Description / Content English</b>
The macroscopic properties of different materials are based on their microscopic structure (e.g. the type of atoms, the chemical composition, the spatial arrangement of the atoms, the existence of defects, the band structure). The knowledge of the atomistic material properties is the basis for the understanding of the macroscopic material behaviour. Therefore, in this course the atomistic fundamentals, the band model of solid state materials, the electrical conductivity, the metals, semiconductors, polymers, dielectric, and magnetic materials will be discussed.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student is in the position to divide the most important electrical materials into the main groups metals, semiconductors, polymers, dielectrics, and magnetic materials. The student is able to name the applications of each main group and can describe the connection between macroscopic behaviour and microscopic reasons. He is also able to transfer this knowledge to his fellow student.

<b>Literatur</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Schaumburg, Einführung in die Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner Verlag 1993</li> <li>2. E. Ivers-Tiffée, W. v. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner Verlag 2004</li> <li>3. H. Fischer, H. Hofmann, J. Spindler, Werkstoffe der Elektrotechnik, Hanser Fachbuchverlag 2002</li> <li>4. G. Fasching, "Werkstoffe für die Elektrotechnik", Springer Verlag 1994</li> <li>5. C. Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenbourg Verlag 2002</li> <li>6. D. Meschede, Gerthsen Physik, Springer Verlag 2004</li> </ol>

7. H. Haken, H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag 2003
8. R. Waser, Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH 2003



**Kursname laut Prüfungsordnung****Elektrische Messtechnik****Course title English**

Electrical Measurement Technology

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

schriftliche Prüfung über 120 Minuten

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Vorlesung vermittelt die Grundbegriffe der Metrologie und der Messtechnik und stellt die grundlegenden Verfahren zur Messunsicherheitsanalyse und statistischen Datenauswertung gemäß dem "Internationalen Leitfaden zur Angabe von Unsicherheiten beim Messen (GUM)" vor. Es werden die Methoden zur Messung elektrischer Größen im Gleich- und niederfrequenten Wechselspannungsbereich, untergliedert in die Teilbereiche, passive Messtechnik, aktive Messtechnik und digitale Messtechnik eingeführt und an praktischen Realisierungsbeispielen erläutert. Eine abschließende Einführung in die Sensorik öffnet einen Zugang zur elektrischen Messtechnik nichtelektrischer Größen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studenten sind in der Lage:

- messtechnische Aufgaben und Fragestellungen mit der richtigen Terminologie zu beschreiben
- Messverfahren für die Messung elektrischer Größen im Gleich- und niederfrequenten Wechselspannungsbereich bezüglich Messunsicherheiten kritisch zu hinterfragen und an die Problemstellung angepasst auszuwählen
- eine Abschätzung der Messunsicherheit einschließlich derer Fortpflanzung durchzuführen
- eine statistische Auswertung von Messdaten vorzunehmen
- einfache Sensoren für die Messung nichtelektrischer Größen auszuwählen und zu optimieren.

**Description / Content English**

The lecture teaches the basics of metrology and measurement technology and presents the fundamental procedures of uncertainty analysis and statistical data analysis according to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)". The methods of measurement for electric quantities in the DC and low frequency AC range are considered in the sub division: passive measurement techniques, active measurement techniques and digital measurement techniques. The methods are explained on practical examples. Finally, sensors are introduced in order to extend the electrical measurement technique to the measurement of non-electrical quantities.

**Learning objectives / skills English**

The students are able:

- to describe measurement problems and questions within the correct terminology
- to chose the adequate methods to measure electric quantities in the DC and AC range and to consider critically uncertainties related to the measurement method
- to estimate the uncertainty of a measurement
- to perform a statistical data analysis

- to select simple sensors for the measurement of non-electrical quantities and to optimize their sensitivity

### Literatur

R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer Verlag (1996)

E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, 8. Auflage (2003)

Alan S. Morris: Measurement and Instrumentation Principles, Butterworth-Heinemann, Oxford (2001)

Franz Adunka: Messunsicherheiten, Vulkan Verlag (2007)

Meinhard Schilling: Messtechnik, Pearson Studium (2009)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Elektrische Netzwerke</b>			
<b>Course title English</b>			
Electrical Networks			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
7	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Mit den Erkenntnissen des ersten Semesters werden zunächst Bauelemente, einfache Gleichstromschaltungen (Widerstandsnetzwerke mit Quellen) betrachtet und so die Grundlagen weiterführender Netzwerkanalysemethoden erarbeitet (z.B. Kirchhoffsche Knoten- und Maschenregel). Anschließend werden die Grundbauelemente Kondensator, Spule und Transformator vorgestellt und mit ihnen die komplexe Wechselstromrechnung zur Berechnung sinusförmiger Spannungs- und Stromgrößen eingeführt. Anhand einfacher Wechselstromschaltungen werden dann physikalische Phänomene wie z.B. Resonanz, Energie- und Leistungsbegriffe verdeutlicht.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundsätzliche Ansätze zur Berechnung von Netzwerken zu benennen und anzuwenden sowie einfache Schaltungen und deren Eigenschaften zu bezeichnen,</li> <li>- die komplexe Wechselstromrechnung für Größen mit sinusförmiger Zeitabhängigkeit anzuwenden,</li> <li>- Energie- und Leistungsbetrachtungen in Wechselstromschaltungen durchzuführen.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>This course is based on the preceding lecture (Fundamentals of Electrical Engineering E1) and starts with the introduction of electronic devices such as resistors, capacitors, inductors, transformers, and electrical sources. After the definition of Kirchhoff's voltage and current laws basic methodologies for analyzing DC networks are discussed. The following part is then devoted to steady-state sinusoidal circuit analysis (i.e. complex AC analysis), providing the most powerful tool for analyzing AC circuits. The latter is then further developed towards formal, matrix-based network analysis methods.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Based on this course the students should be able:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to analyze simple or complicated electrical networks based on the appropriate analysis method,</li> <li>- to use the complex formalism in the framework of the steady-state sinusoidal circuit analysis,</li> <li>- to carry out quantitative evaluations of electronic circuits with respect to energy and power.</li> </ul>

<b>Literatur</b>
<p>Ingo Wolff, Grundlagen der Elektrotechnik 2, Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen, ISBN: 3-922697-33-X, Seitenzahl 374, 2005.</p> <p>H, Frohne, K.-H. Löcherer, H. Müller, Moeller Grundlagen der Elektrotechnik Teubner, 2005, 551 Seiten.</p>

Manfred Albach, Elektrotechnik, Pearson Studium, 2011, 629 Seiten.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Elektrische und magnetische Felder</b>			
<b>Course title English</b>			
Electric and Magnetic Fields			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
7	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>In dieser Erstsemester-Veranstaltung werden die Grundlagen zur Behandlung von elektrischen und magnetischen Feldern anhand des Teilchen- und des Feldmodells sowie der Kraftwirkung auf Ladungen als Verknüpfung der beiden Modelle erörtert. Die Betrachtung der Ursache, Wirkung und Gesetzmäßigkeiten der beiden Felder sowie die örtliche Betrachtungsweise sollen dabei ein anschauliches Verständnis des Feldbegriffes vermitteln. Dazu werden z.B. für einen Raumpunkt die sog. Feldgrößen als auch für Raumgebiete die Integral- und Globalgrößen (z. B. Strom und Spannung) verwendet. Die Speicherung und der Transport von Energie im elektromagnetischen Feld wird dabei ebenso erläutert wie das Grundprinzip der Induktion. Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrostatik</li> <li>- Der elektrische Strom</li> <li>- Magnetostatik</li> <li>- Das Induktionsgesetz</li> <li>- Feldenergie und Kräfte</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe und Größen des elektrischen und magnetischen Feldes anzugeben</li> <li>- das Verhalten der Feldgrößen an Grenzflächen zu beurteilen</li> <li>- die Definition des Potentials, der Spannung und des Stromes anzugeben und zu erläutern</li> <li>- das Induktionsgesetz durch die Bewegung eines elektrischen Leiters als auch durch Änderung des magnetischen Flusses zu erläutern.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>This first semester course on "Grundlagen der Elektrotechnik I" (Fundamentals of Electrical Engineering I) is devoted to a fundamental understanding of electric and magnetic fields. Each of the two fields is defined along its two representations, namely with respect to its action of force and to its source, and studied in its spatial nature for typical source distributions and boundary values. The lecture includes the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrostatics</li> <li>- Electric currents</li> <li>- Magnetostatics</li> <li>- Faraday's law</li> <li>- Field energy and forces</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Based on this course the students are capable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to reproduce the fundamental terms of electric and magnetic fields</li> <li>- to correctly evaluate the behavior of electric and magnetic fields at different boundaries</li> </ul>

- to reproduce the definition and behavior of the electrostatic potential and the electric current
- to master the consequences of Faraday's law with respect to both a moving conductor in a magnetostatic field and a temporal change of the magnetic flux.

### Literatur

Ingo Wolff, Grundlagen der Elektrotechnik 1, Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen, ISBN: 3-922697-28-3, Seitenzahl: 408, 2003.

H, Frohne, K.-H. Löcherer, H. Müller, Moeller Grundlagen der Elektrotechnik Teubner, 2005, 551 Seiten.

Manfred Albach, Elektrotechnik, Pearson Studium, 2011, 629 Seiten.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Elektronische Bauelemente</b>			
<b>Course title English</b>			
Electronic Devices			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Aufbauend auf den Grundlagen der Festkörperelektronik werden zunächst MOS-Kondensatoren und Ladungsgekoppelte Bauelemente (CCD) behandelt.</p> <p>Im Anschluss daran werden die Grundlagen von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feldeffekttransistoren (MOSFET, Sperrschicht-FET (MESFET, JFET) und Heterostruktur-FET (HFET)) sowie</li> <li>- bipolaren Bauelementen (pn-Dioden, npn- bzw. pnp-Transistoren, und spezielle Bauteile wie Tunnel- und Zenerdioden)</li> </ul> <p>erarbeitet und die DC-Eigenschaften dieser Bauelemente hergeleitet.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen und die Abhängigkeiten von technologischen Größen abschätzen zu können.

<b>Description / Content English</b>
<p>Based on the solid-state electronics fundamentals MOS-capacitors and charge-coupled devices (CCD) are treated.</p> <p>Subsequently, the basics of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- field-effect transistors (MOSFET, junction FET (MESFET, JFET) and heterostructure-FET (HFET)) and</li> <li>- bipolar devices (pn-diode, npn- and pnp-bipolar transistors, tunnel diodes and thyristors)</li> </ul> <p>are covered and the DC-characteristics of these devices are derived.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to understand the fundamentals of electronic devices and the influence of various technological and layout parameters on their characteristics.

<b>Literatur</b>
<p>1 F.J.Tegude, Festkörperelektronik, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen, 2004</p> <p>2 K.-H. Rumpf, K.Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente – Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987</p> <p>3 K.Bystron, J.Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990</p> <p>4 R.S. Muller, T.I.Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley &amp; Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7</p> <p>5 H.Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7</p> <p>7 M.Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Festkörperelektronik</b>			
<b>Course title English</b>			
Solid State Electronics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Ausgehend von der Quantenphysik, u.a. basierend auf der Heisenbergschen Unschärferelation, der Schrödinger-Gleichung und dem Atommodell, gibt dieser Kurs eine Einführung in die elektronischen Eigenschaften der Festkörper. Unter Verwendung der Schrödinger-Gleichung wird das einfache Kronig-Penney-Bändermodell entwickelt. Daran werden die Unterschiede zwischen Isolatoren, Metallen und Halbleitern verdeutlicht. Die Theorie zur Ladungsträgerverteilung und -besetzungsstatistik von Elektronen und Löchern in Halbleitern wird entwickelt und zusammen mit den Transporteigenschaften speziell in Halbleitern wird die elektrische Leitfähigkeit in diesen Materialien hergeleitet. Feld- und Diffusionsstrom-Transportmechanismen sowie Poisson- und Kontinuitätsgleichung werden behandelt und darauf basierend werden die Grundlagen für den pn-Übergang und das MOS-System entwickelt. Die Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung in und von Halbleitern und das Laserfunktionsprinzip wird behandelt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die grundsätzlichen festkörperphysikalischen Zusammenhänge, die zur Behandlung der diversen elektronischen Bauelemente zu einem späteren Zeitpunkt notwendig sind, zu verstehen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>This course starts with basic Quantum physics relevant for the solid state. Starting from Schrödinger's equation and Heisenberg's uncertainty relations the simple Kronig-Penney solid state model and the corresponding band structure is developed, explaining the specifics of isolators, metals and semiconductors. Carrier statistics and transport mechanisms as well as continuity and Poisson's equations, especially in semiconductors, are addressed. Based thereon the fundamental properties of the metal-semiconductor, pn-junction and MOS systems, and also optical absorption and emission, including the laser concept, are developed.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Students are able to understand the fundamentals of solid-state electronics with respect to electronic devices.</p>

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 S.Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley and Sons, New York, 1982</li> <li>- 2 C.Kittel, "Introduction to Solid-State Electronics", John Wiley and Sons, New York, 1995</li> <li>- 3 Schaumburg, "Halbleiter", Teubner-Verlag, Stuttgart, 1991</li> <li>- 4 R.Kassing, "Physikalische Grundlagen der elektronischen Halbleiterbauelemente, Aula Verlag, Wiesbaden</li> <li>- 5 A. Schlachetzki, "Halbleiter-Elektronik", Teubner Verlag, Stuttgart, 1990</li> </ul>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Grundlagen der Elektrochemie</b>			
<b>Course title English</b>			
Basics of Electrochemistry			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung vermittelt die Grundbegriffe der Elektrochemie und elektrochemischer Charakterisierungsmethoden, und deren Anwendung in wichtigsten Prozessen der elektrochemischen Energieumwandlung und –speicherung. Hierzu zählen elektrochemische Speicher (Batterien und Superkondensatoren), Brennstoffzellen und Elektrolysezellen.</p> <p>Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe der Elektrochemie: Potenzial, Strom, Ladung und Leitfähigkeit</li> <li>- Elektrodenpotenzial, Nernst'sche Gleichung, Faraday'sches Gesetz;</li> <li>- Ionische Leitfähigkeit;</li> <li>- Strom und stromlimitierende Schritte</li> <li>- Massentransport in elektrochemischen Prozessen (Migration und Diffusion)</li> <li>- Elektrode-Elektrolyt-Grenzflächen</li> <li>- Elektroanalytische Methoden.</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Grundlegende Verständnis und Konzepte von Ladungstransfer- und Ladungstransportprozessen in der modernen Elektrochemie, und deren praktische Anwendung in unterschiedlichen elektrochemischen Charakterisierungstechniken und der Ergebnisinterpretation.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The course introduces the basic concepts of electrochemistry and electrochemical characterization methods, which build a foundation for understanding the principles of important electrochemical energy conversion and storage processes such as batteries, supercapacitors, fuel cells and electrolysis cells.</p> <p>The course covers following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic electrochemical terms: potential, current, charge and conductivity;</li> <li>- Electrode potential, Nernst equation, Faraday's law;</li> <li>- Ionic conductivity;</li> <li>- Current and current limiting steps;</li> <li>- Mass transport in electrochemical processes (migration and diffusion)</li> <li>- Electrode-Electrolyte interface</li> <li>- Electroanalytical methods.</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students understand the key principles of electrochemical processes such as charge transfer and charge transport, as well as the principles of different electrochemical characterization techniques, and are able to apply this knowledge for the description of important electrochemical energy conversion and storage devices</p>

## Literatur

- Vorlesungsfolien (pdf-Dateien), Übungsaufgaben (pdf-Dateien)
- Peter W. Atkins, Julio de Paula. Kurzlehrbuch Physikalische Chemie, 4. Auflage, Wiley-VCH, 2006
- Charles E. Mortimer, Ulrich Müller. Chemie: das Basiswissen der Chemie, 10. Auflage, Thieme, 2010
- Wolfgang Bechmann, Joachim Schmidt. Einstieg in die Physikalische Chemie für Nebenfächler. 4. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010
- C.H. Haman, A. Hamnett, W. Vielstich „Electrochemistry“ Wiley-VCH (2007), ISBN978-3527310692
- A.J. Bard and L.R. Faulkner „Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications“ Wiley, (2001), ISBN 978-0471043720;

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Grundlagen der technischen Informatik</b>			
<b>Course title English</b>			
Fundamentals of Computer Engineering			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Diese Vorlesung gibt den Studierenden das grundlegende Verständnis der technischen Informatik, wie sie für den Entwurf und die Analyse der Hardware erforderlich sind.</p> <p>Sie lernen auf der Basis der Booleschen Algebra zu unterscheiden zwischen der Nutzung von 0 und 1 für die grundlegenden Methoden der Schaltalgebra zur Minimierung logischer Ausdrücke, der Verwendung binärer Codes zur arithmetischen Verarbeitung wie auch zur Darstellungscodierung wie schließlich zur Steuerung von Funktionen beim Aufbau von Rechnern.</p> <p>Aus dem Verständnis von Wahrheitstabellen und charakteristischen Gleichungen von Flip-Flops wird der Entwurf digitaler Schaltkreise (kombinatorische und sequenzielle) abgeleitet; Grundlagen der Automatentheorie führen zur Mikroprogrammierung.</p> <p>Abschließend wird die Realisierung komplexerer Funktionen, wie sie zum Aufbau von Rechnern benötigt werden vorgestellt und diskutiert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden lernen durch diese Veranstaltung die grundlegenden Denkweisen der Booleschen Algebra und Codierung in den grundlegenden Anwendungsformen kennen. Sie werden in den Stand versetzt, derartige Vorgehensweisen auf einfache Schaltungen der Rechnertechnik, aber auch auf andere Aufgabenstellungen anzuwenden.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>This course gives basic insight in the fundamental understanding of computer engineering as it is necessary for design and analysis of hardware.</p> <p>They learn, based on the understanding of the Boolean algebra to distinguish between the use of 0s and 1s for basic minimization methods for logic expressions, the use of binary codes for arithmetic calculations as well as for the presentation of information, and finally the control of basic functions in computers.</p> <p>From the understanding of truth tables and characteristic equations of flip-flops, the design of digital circuits (combinational and sequential) is derived; basics of automata theory lead to the introduction of microprogramming.</p> <p>Finally, more complex functions up to the modules required for the set up of a basic microcomputer are explained and discussed.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Students learn the basic methods of Boolean algebra and coding as well as the different strategies to apply them. They are able to exploit this knowledge for the development of digital circuits, simple computer systems as well as for further applications.</p>

## Literatur

1. Hoffmann, D.: Grundlagen der technischen Informatik; Hanser Verlag München 2013 [D43 TWG 40340]
2. Becker, B.; Drechsler, R.; Molitor, P.: Technische Informatik- Eine einführende Darstellung; Oldenbourg Verlag, München 2008 [D45 TWG 4734]
3. Roth, Charles: Fundamentals of Logic Design, Cengage Learning, 2013 [Edition 2001: 45YGQ4426]

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>
<b>Grundlagen des ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens</b>

<b>Course title English</b>
Basic Methods of Engineering Sciences

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1		2	

<b>Prüfungsleistung</b>
-------------------------

Die Prüfung zur Veranstaltung wird als schriftliche Fachprüfung im Umfang von 90 Minuten Bearbeitungsdauer angeboten.  
Abweichend hiervon kann bei rechtzeitiger Bekanntgabe zu Semesterbeginn alternativ verbindlich eine mündliche Fachprüfung mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgelegt werden.

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
--------------------------------------

Dem Studierenden werden die Grundzüge ingenieurmäßigen Denkens nahe gebracht und ihre Umsetzung bei der Entwicklung insbesondere klein-, mikro- und nanoskaliger elektrotechnischer Produkte aufgezeigt. An Beispielen werden unterschiedliche Darstellungen von physikalischem Geschehen, mathematischer Beschreibung und produkttechnischer Umsetzung in den verschiedenen Abstraktions-Phasen als technisches Prinzip, Konzept und Entwurf verdeutlicht.

Neben Techniken der Herangehensweise an Probleme und deren Strukturierung lernt der Studierende die Aspekte der gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen funktionalen und wirtschaftlichen Belangen kennen und im Gesamtzusammenhang von Entwicklungsprozess, Markt-/Kundenorientierung, Kostengeschehen und Qualität einzuordnen.

<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
---

Die Studenten können charakteristische Vorgehensweisen, Abläufe, technisches und wirtschaftliches Geschehen bei der Entwicklung und Konstruktion technischer Produkte im Unternehmen durchschauen und für ihr jeweiliges eigenes Arbeitsfeld umsetzen bzw. nutzbar machen. Typische Denk- und Vorgehensweisen sowie zugehörige Werkzeuge im Tätigkeitsumfeld des "Engineerings" werden von ihnen sachgerecht ausgewählt und sicher angewendet.

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

Students get to know basics of engineering by experiencing typical ways of thinking and acting as an engineer in development situations on small, micro and nano scaled products. Using examples the different kinds of illustration of physical properties, mathematical description and product specific application in different levels of abstractions are shown. Besides technical aspects the interdependences between functional and commercial belongings as well as market resp. customer focus, cost functions and quality aspects will be treated.

<b>Learning objectives / skills English</b>
---

<b>Literatur</b>
------------------

Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung - Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenspiel. Hanser-Verlag, 2006  
Gerhard, E.: Kostenbewusstes Entwickeln und Konstruieren. Expert-Verlag, 1994  
Gerhard, E.: Entwickeln und Konstruieren mit System - Ein Handbuch für Praxis und Lehre. Expert-Verlag, 1998

Pohl, K.: Requirements Engineering - Grundlagen Prinzipien Techniken. dpunkt, Heidelberg 2007

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Grundlagen elektronischer Schaltungen</b>			
<b>Course title English</b>			
Fundamentals of Electronic Circuits			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>I. Grundlagen der Schaltungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analysemethoden für elektronische Schaltungen.</li> <li>- Arbeitspunkteinstellung und Kleinsignalbetrieb: Begriff des Arbeitspunktes, Linearisierung, Kleinsignalanalyse</li> </ul> <p>II. Verstärker und Rückkopplung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elementare Grundschaltungen für Verstärker: Verstärkerstufen, Differenzverstärker, Impedanzwandler, Stromquellen, Stromspiegel, Ausgangsstufen</li> <li>- Rückkopplung und Stabilität: Mitkopplung und Gegenkopplung, Ringverstärkung und Betriebsverstärkung, Bodediagramm, Nyquist-Kriterium, Phasen- und Amplitudenrand</li> <li>- Operationsverstärker: Idealer Operationsverstärker, realer Operationsverstärker, praktische Beispiele, Kenndaten</li> <li>- Frequenzgangkompensation: Dominante Pole, Kompensationstechniken</li> <li>- lineare Signalverarbeitung mit Operationsverstärkern: invertierender und nicht-invertierender Verstärker, Addierer, Integrator, Differenzierer, Strom- und Spannungsquellen</li> <li>- nichtlineare Schaltungen mit Operationsverstärkern: Komparatoren, Schmitt-Trigger, Gleichrichter, Begrenzer, Logarithmierer, Multiplizierer</li> <li>- Oszillatoren und Kippschaltungen: Multivibratoren, Sinusgeneratoren, Funktionsgeneratoren</li> </ul> <p>III. Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kombinatorische Logik, Gatter und Logikfamilien: Inverter und Grundgatter, TTL, ECL, CMOS-Logik</li> <li>- Flip-Flops und Speicher: RS-Flip-Flop, MS-Flip-Flop, Aufbau von Speichern</li> <li>- Systementwurf und Timing: Einführende Bemerkungen zum hierarchischen Entwurf, Partitionierung und Taktversorgung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind fähig zur / zum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse analoger integrierter Schaltungen</li> <li>- Arbeitspunkteinstellung elektronischer Schaltungen</li> <li>- Erstellung und Analyse von Kleinsignal-Ersatzschaltbildern</li> <li>- Aufbau und Analyse von Operationsverstärkerschaltungen</li> <li>- Analyse und Entwurf einfacher Digitalschaltungen</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>I. Fundamentals of Circuit Design:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analysis methods for electronic circuits.</li> <li>- Operating point and small signal operation: principle of operating point, linearization, small signal analysis</li> </ul> <p>II. Amplifiers and Feedback:</p>

- Elementary basic circuits for amplifiers: amplifier stages, differential amplifiers, impedance converters, current sources, current mirrors, output stages
  - Negative feedback and stability: positive and negative feedback, loop gain and open loop gain, Bode diagram, Nyquist criterion, phase and amplitude margin
  - Operational amplifiers:  
ideal operational amplifier, real operational amplifier, practical examples, typical data
  - Frequency compensation: dominant pole, methods of compensation
  - Linear signal processing using operational amplifiers: inverting and noninverting amplifier, adder, integrator, differentiator, current sources and voltage sources
  - Nonlinear circuits using operational amplifiers: comparators, schmitt trigger, rectifier, limiter, log-circuit, multiplier
  - Oscillator and flip-flops: multivibrators, sinus wave generators, functional generators
- III: Fundamentals of Digital Circuit Techniques
- Combinatorial logic, gates, and logic families: inverter and basic gates, TTL, ECL, CMOS-logic
  - Flip-flops and memories: RS flip-flop, MS flip-flop, principle of memories
  - System design and timing: introductory remarks concerning hierarchical design, partitioning and clock distribution

#### Learning objectives / skills English

The students are able to

- analyse analogue integrated circuits,
- analyse the DC-operating point
- create and analyse small signal equivalent circuits
- design and analyse operational amplifier circuits
- design and analyse simple digital circuits

#### Literatur

- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002
- B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997
- J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001.
- P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Industriepraktikum B-EIT</b>			
<b>Course title English</b>			
Industrial Internship B-EIT			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
12	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

<b>Literatur</b>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
LATEX-Kurs			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
2	WS/SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1			
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Im Rahmen der Veranstaltung „LaTeX-Kurs“ werden dem Studenten die Grundlagen des Textsatzprogrammes LaTeX nähergebracht. Dabei wird in der Vorlesung theoretisches Wissen vermittelt und das Gelernte in verschiedenen Übungen und Hausaufgaben vertieft. Der Kurs umfasst fünf Termine und befasst sich vor allem mit der LaTeX-Syntax, dem Erstellen von Grafiken/Tabellen und mathematischen Formeln.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Durch die Kombination aus Theorie und praktischer Anwendung soll dem Studenten ein tiefgehendes Verständnis von LaTeX vermittelt werden, so dass der Student selbstständig größere Dokumentationsprojekte wie Bachelor- oder Masterarbeiten erstellen kann.

<b>Description / Content English</b>
In the course "LaTeX-Kurs" the student is taught the basics of the typesetting program LaTeX. In the lecture theoretical knowledge is imparted and the acquired knowledge is deepened in various exercises and homework. The course comprises five dates and deals mainly with LaTeX syntax, the creation of graphics/tables and mathematical formulas.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The combination of theory and practical application shall give the student a deep understanding of LaTeX, so that the student can independently create larger documentation projects like bachelor or master theses.

<b>Literatur</b>
Kopka: LATEX, Bd. 1: Einführung, ISBN 3-8273-1557-3

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Mathematik 1 (für Ingenieure)</b>			
<b>Course title English</b>			
Mathematics 1 (for Engineers)			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
8	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Beschreibung (deutsch): Es wird Differential- und Integralrechnung in einer Variablen zusammen mit den dazu nötigen Grundlagen behandelt.</p> <p>Hauptpunkte sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlegendes über Mengen;</li> <li>2. Die vollständige Induktion;</li> <li>3. Reelle und komplexe Zahlen;</li> <li>4. Eigenschaften von Funktionen;</li> <li>5. Unendliche Folgen und Reihen;</li> <li>6. Potenzreihen und elementare Funktionen;</li> <li>7. Stetige Funktionen;</li> <li>8. Differentialrechnung in einer Variablen;</li> <li>9. Integralrechnung: Stammfunktionen und bestimmte Integrale;</li> <li>10. Uneigentliche Integrale.</li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind fähig, die Operationen mit Mengen auszuführen und die Beweismethode der vollständigen Induktion anzuwenden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Berechnungen mit komplexen Zahlen auszuführen und algebraische Gleichungen im Komplexen aufzulösen.</p> <p>Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Methoden der Differentialrechnung von Funktionen einer reellen Variablen anzuwenden: Sie können insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grenzwerte von Folgen, Reihen und Funktionen bestimmen,</li> <li>- Ableitungen und höhere Ableitungen von Funktionen berechnen,</li> <li>- Untersuchungen zum Verhalten von Funktionen (bezüglich Stetigkeit, Monotonie, relative Extrema) durchführen,</li> <li>- Konvergenzkriterien und Divergenzkriterien für unendliche Reihen anwenden,</li> <li>- analytische Funktionen in Potenzreihen (Taylor-Reihen) entwickeln.</li> </ul> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Methoden der Integralrechnung von Funktionen einer reellen Variablen anzuwenden: Sie können insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stammfunktionen von Funktionen bestimmen,</li> <li>- bestimmte Integrale von elementaren Funktionen berechnen,</li> <li>- Integration rationaler Funktionen durchführen,</li> <li>- Konvergenz- (bzw. Divergenz-) Verhalten von uneigentlichen Integralen bestimmen.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
--------------------------------------

The differential calculus and integral calculus of functions of one variable is treated, together with the necessary fundamentals. The main points are:

1. Fundamentals about sets;
2. The complete induction;
3. Real and complex numbers;
4. Properties of functions;
5. Infinite sequences and series;
6. Power series and elementary functions;
7. Continuous functions;
8. Differential calculus of functions of one variable;
9. Integral calculus: primitive functions and definite integrals;
10. Improper integrals.

### Learning objectives / skills English

The students are capable to perform operations with sets and to apply the method of complete induction.

The students are able to perform calculations with complex numbers and to solve algebraic equations in the framework of complex numbers.

The students are capable to apply the most important methods of the differential calculus of functions of one real variable: Especially, they can

- determine limits of sequences, series and functions,
- calculate derivatives and higher derivatives of functions,
- investigate the behaviour of functions (with respect to continuity, monotony, relative extrema),
- apply convergence and divergence criteria for infinite series,
- expand analytic functions in power series (Taylor series).

The students are able to apply the most important methods of the integral calculus of functions of one real variable: Especially, they can

- determine primitive functions,
- calculate the definite integrals of some elementary functions,
- integrate rational functions,
- determine the convergence behaviour (respectively, divergence behaviour) of improper integrals.

### Literatur

Brauch/Dreyer/Haacke: Mathematik für Ingenieure, Teubner, 10. Auflage (2003)

Burg/Haf/Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure, Teubner, Band I, 5. Auflage (2001) und Band II, 4. Auflage (2002)

Dallmann: Einführung in die höhere Mathematik, Vieweg, Band I, 3. Auflage (1991) und Band II, 2. Auflage (1991)

Hoffmann/Marx/Vogt: Mathematik für Ingenieure 1, Pearson Studium, 1. Auflage (2005)

Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 9. Auflage (2006)

Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Band I und II, 10. Auflage (2001), Band III, 4. Auflage (2001)

Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Klausur- und Übungsaufgaben, Vieweg, 1. Auflage (2004)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Mathematik 2 (für Ingenieure)</b>			
<b>Course title English</b>			
Mathematics 2 (for Engineers)			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
7	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die wichtigen Hilfsmittel zur Bearbeitung mehrdimensionaler Probleme (wie z. B. Vektorrechnung, lineare Gleichungssysteme, Matrizen und Determinanten) werden zusammengestellt. Die partiellen Ableitungen der Funktionen mit mehreren Variablen und ihre Anwendungen werden behandelt. Danach folgen Techniken zur Berechnung von (Raum-)Kurvenintegralen und Integralen über Normalbereiche. Zum Abschluss wird in die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung eingeführt. Hauptpunkte sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vektorrechnung;</li> <li>2. Lineare Gleichungssysteme;</li> <li>3. Matrizen und Determinanten;</li> <li>4. Eigenwerte und Eigenvektoren;</li> <li>5. Kurven und Flächen zweiten Grades;</li> <li>6. Differentialrechnung in mehreren Variablen;</li> <li>7. Taylor-Formel und relative Extrema;</li> <li>8. Kurvenintegrale;</li> <li>9. Parameterintegrale und Integrale über Normalbereiche;</li> <li>10. Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung.</li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind fähig, die Operationen mit Vektoren auszuführen und die Ebenengleichung und Geradengleichung zu verwenden, um geometrische Problem zu lösen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Methoden der linearen Algebra anzuwenden: Sie können insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lineare Gleichungssysteme lösen,</li> <li>- Determinanten berechnen,</li> <li>- Eigenwerte und Eigenvektoren berechnen,</li> <li>- Kurven und Flächen zweiten Grades klassifizieren.</li> </ul> <p>Darüber hinaus sind sie fähig, Grenzwerte und partielle Ableitungen von Funktionen mit mehreren reellen Variablen zu berechnen und Extrema (Maxima und Minima) solcher Funktionen zu bestimmen. Die Studierenden sind in der Lage, Kurvenintegrale und Integrale über Normalbereiche zu berechnen. Sie sind auch fähig, die wichtigsten Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie zu gebrauchen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The important tools for the treatment of multi-dimensional problems (such as, for instance, vector calculus, systems of linear equations, matrices and determinants) are presented. The partial derivatives of functions of several variables and their applications are treated. Then, the techniques for the computation of curvilinear integrals and integrals over normal domains are presented. Finally, the fundamentals of probability theory are introduced.</p> <p>The main points are:</p>

1. Vector calculus;
2. Linear systems of equations;
3. Matrices and determinants;
4. Eigenvalues and eigenvectors;
5. Curves and surfaces of second grade;
6. Differential calculus of functions of several variables;
7. Taylor formula and relative extrema;
8. Line integrals;
9. Integrals with parameters and integrals over normal domains;
10. Basics of probability theory.

#### **Learning objectives / skills English**

The students are capable to perform operations with vectors and to use the plane equation and the line equation to solve geometrical problems.

The students are able to apply the most important methods of linear algebra: Especially, they can

- solve systems of linear equations,
- calculate determinants,
- calculate eigenvalues and eigenvectors,
- classify curves and surfaces of second grade.

Moreover, they are capable to compute limits and partial derivatives of functions of several variables and to determine the extreme values (maxima und minima) of such functions. The students are able to calculate line integrals and integrals over normal domains. They are also capable to employ the most important basic ideas of probability theory.

#### **Literatur**

- Brauch/Dreyer/Haacke: Mathematik für Ingenieure, Teubner, 10. Auflage (2003)
- Burg/Haf/Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure, Teubner, Band I, 5. Auflage (2001) und Band II, 4. Auflage (2002)
- Dallmann: Einführung in die höhere Mathematik, Vieweg, Band I, 3. Auflage (1991) und Band II, 2. Auflage (1991)
- Hoffmann/Marx/Vogt: Mathematik für Ingenieure 1, Pearson Studium, 1. Auflage (2005)
- Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 9. Auflage (2006)
- Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Band I und II, 10. Auflage (2001), Band III, 4. Auflage (2001)
- Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Klausur- und Übungsaufgaben, Vieweg, 1. Auflage (2004)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Mathematik E3</b>			
<b>Course title English</b>			
Mathematics E3			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <p>Fourier-Reihen</p> <p>Integraltransformationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fourier-Transformation</li> <li>- Laplace-Transformation</li> </ul> <p>Gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewöhnliche Differentialgleichungen 1. Ordnung</li> <li>- Lineare Differentialgleichungen 2. Ordnung</li> <li>- Reihenlösungen</li> <li>- Lineare Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> </ul> <p>Funktionentheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- holomorphe Funktionen</li> <li>- analytische Funktionen</li> <li>- komplexe Kurvenintegrale</li> <li>- Satz von Cauchy</li> <li>- Laurent-Reihen</li> <li>- isolierte Singularitäten</li> <li>- Residuensatz</li> <li>- Anwendungen</li> <li>- Berechnung reeller Integrale mit dem Residuensatz</li> <li>- inverse Laplace-Transformation</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden können periodische Funktionen mit Hilfe ihrer Fourier-Entwicklung analysieren. Sie sind in der Lage, gewöhnliche DGLn und lineare Systeme gewöhnlicher DGLn zu lösen. Sie können die Fourier- und Laplace-Transformation zur Lösung von bestimmten Differential- und Integralgleichungen einsetzen. Sie sind in der Lage, komplexe Kurvenintegrale und ausgewählte Typen reeller Integrale mit dem Residuensatz zu berechnen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The course deals with the following subjects:</p> <p>Fourier series</p> <p>Integral transforms</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fourier transforms</li> <li>- Laplace transforms</li> </ul> <p>Ordinary differential equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordinary differential equations of the first order</li> <li>- Linear differential equations of the second order</li> </ul>

- Power series solutions
- Linear systems of ordinary differential equations

#### Function theory

- Holomorphic functions
- Analytic functions
- Complex line integrals
- Cauchy's theorem
- Laurent's series
- Isolated singularities
- Residue Theorem
- Applications
- Calculation of real integrals using the Residue Theorem
- Inverse Laplace transform

#### **Learning objectives / skills English**

The students are able to analyse periodic functions with the help of their Fourier expansion. They are able to solve ODEs and linear systems of ODEs. They know how to apply the Fourier- and Laplace transforms for computing solutions of certain differential and integral equations. They are also able to calculate complex line integrals and some given types of real integrals with help of the Residue Theorem.

#### **Literatur**

- 1 Braun, M.: Differentialgleichungen und ihre Anwendungen. Springer. 1994.
- 2 Dyke, P.P.G.: An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series. Springer. 2000.
- 3 Folland, M.: Fourier Analysis and its Applications. Wadsworth and Brooks. 1992.
- 4 Gasquet, c., Witomski, P.: Fourier Analysis and Applications. Springer. 1999.
- 4 Pinkus, A.: Fourier Series and Integral Transforms. Cambridge University Press. 1997.
- 5 Schiff, L.J.: The Laplace Transform. Theory and Applications. Springer. 1999.



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Moderne Managementmethoden</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
2	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			2
<b>Prüfungsleistung</b>			
aktive Teilnahme und mündl. Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Grundlegende Managementprinzipien für einen dauerhaften Unternehmenserfolg werden im Detail vorgestellt. Die Produktivität von Unternehmen wird sehr wesentlich dadurch bestimmt, wie es den Vorgesetzten gelingt, die z.B. im Rahmen der jährlichen Plankostenrechnung definierten Ziele, zu kommunizieren und diese gemeinsam mit den Mitarbeitern zu erreichen bzw. zu übertreffen. Die Bedeutung kommunikativen Handelns und die Entwicklung kommunikativer Leitideen wird herausgearbeitet.</p> <p>Lernziele: Es wird vermittelt, wie man überzeugend über schwierige und kontroverse Zielvorgaben informiert, einen Weg zur gemeinsamen und erfolgreichen Umsetzung findet und die Umsetzung anhand von zu ermittelnden Kennzahlen kontrolliert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

<b>Literatur</b>
<p>Imai, M.: Kaizen, Ullstein, 1992.                  Thiele, A.: Wie Manager überzeugen, FAZ-Institut GmbH, 2005.                  Collins, J.: Good to the Great, Why some companies make the leap and others don't, HarperCollins, 2001.                  Sprenger, R.K.: Mythos Motivation, Campus Verlag, 1998.</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nanocharakterisierung</b>			
<b>Course title English</b>			
Nano Characterization			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Diese Methoden verwenden Elektronen, Ionen und Photonen als Sonden und nutzen deren Wechselwirkung mit der Materie, wobei sowohl die Teilchen-, als auch die Wellennatur dieser Sonden ausgenutzt wird. Hinzu kommen mechanische Sonden, die in der Rastersondenmikroskopie Verwendung finden. Die relevanten Wechselwirkungen und deren Anwendungen für Methoden der Nanocharakterisierung werden in dieser Vorlesung vorgestellt und durch zahlreiche aktuelle Beispiele aus der Forschung an Nanomaterialien illustriert.</p> <p>Die Vorlesung umfasst folgende Themengebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronenmikroskope und Elektronentransmissionsmikroskopie: Aufbau und Funktion, Wechselwirkungsprodukte</li> <li>- Elektronensonden zur Materialanalyse (Auger-Spektroskopie, EELS, Elektronenstrahlmikroanalyse)</li> <li>- Ionensonden zur Materialanalyse (Rutherford-Rückstreuung, SIMS):</li> <li>- Beugung an Kristallgittern und Oberflächen mittels Elektronen (RHEED, LEED) und Photonen (Röntgendiffraktometrie)</li> <li>- Analyse optischer Eigenschaften mit Kathodolumineszenz- und Photolumineszenzspektroskopie, Spektroskopie auf sub &amp;micro;m-Skala, zeitaufgelöste Spektroskopie</li> <li>- Raman-Spektroskopie, Infrarot-Spektroskopie</li> <li>- Konfokale Mikroskopie</li> <li>- Photoelektronenspektroskopie</li> <li>- Ellipsometrie</li> <li>- Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Photonen, Messspitzen) mit den Nanostrukturen/Bauelementen und können daraus den Einsatz der vorgestellten Analysemethoden ableiten. Sie sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden. Sie können aus der Art der Analyse (z.B. Topographie, Kristallstruktur, chemische Zusammensetzung) und der Spezifikation an die Messung (z.B. Ortsauflösung, geforderte Empfindlichkeit) entscheiden, welches Verfahren optimal geeignet ist.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The development of nanostructures with new functionality requires characterization techniques with spatial resolution down to the (sub)-nm range. These techniques use electrons, ions, and photons as probes and exploit their interaction with matter. Both the particle- and the wave nature of these probes are of relevance. In addition, mechanical tips are used e.g. in the scanning probe microscopy. The lecture gives an introduction into</p>

the relevant interactions and the applications for nano-characterization methods. The techniques are illustrated by a wide variety of examples from current research at nano materials.

The lecture encompasses the following topics:

- Scanning electron microscopy and transmission electron microscopy: Setup, functionality, interaction products
- electron probes for material analysis (auger-spectroscopy, EELS, x-ray microanalysis)
- ion probes for material analysis (Rutherford back-scattering, SIMS):
- Diffraction at crystal lattices and surfaces with electrons (RHEED, LEED) and photons (x-ray diffraction)
- analysis of optical properties by cathodoluminescence and photoluminescence spectroscopy, spectroscopy on a (sub)-micro scale, time-resolved spectroscopy
- Raman spectroscopy, infrared spectroscopy
- Confocal microscopy
- photoelectron spectroscopy
- ellipsometry
- Scanning tunneling microscopy and atomic force microscopy

#### **Learning objectives / skills English**

The students know the relevant interactions between the probes (electrons, photons, mechanic tips) and the nanostructures and devices. They are aware of the requirements in research and development that have to be met by the characterization methods and of the specifications and restrictions of the respective techniques. Using this knowledge, they are able to select an analysis method from the presented techniques that matches the characterization type (e.g. topography, composition, structure) and specification (e.g. spatial resolution, sensitivity).

#### **Literatur**

M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994  
L. Reimer, G. Pfefferkorn: Elektronenmikroskopie, Springer Verlag Berlin, 1999  
Vorlesungsskripte

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nanocharakterisierung Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Nano Characterization Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Das Praktikum Nanocharakterisierung baut inhaltlich auf den Vorlesungen Nanocharakterisierung I und II auf. Dabei werden vier Kernthemen durch praktische Versuche in den Labors der Lehrstühle Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanopartikel-Prozesstechnik vertieft.</p> <p>Die vier ganztägigen Versuche zu behandeln die Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rasterelektronen-Mikroskopie</li> <li>- Rasterkraft-Mikroskopie</li> <li>- Photolumineszenz-Spektroskopie</li> <li>- Röntgendiffraktometrie an Nanopartikeln</li> </ul> <p>Diese Versuche müssen von den Teilnehmern inhaltlich vorbereitet, durchgeführt und in einem Protokoll dokumentiert werden.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studenten beherrschen auf einem Anfängerlevel die Geräte und Aufbauten und können selbständig einfache Messungen durchführen. Sie können die Vorteile und Grenzen der Messverfahren einschätzen und dementsprechend ihre Messungen beurteilen und diskutieren.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The lab course is based on the lectures Nanocharacterization I and II. Four key subjects are consolidated by practical experiments in the labs of the departments „Werkstoffe der Elektrotechnik“ and „Nanopartikel-Prozesstechnik“.</p> <p>The four experiments that are performed over a whole day give an introduction in the following themes: - Scanning electron microscopy - Atomic force microscopy - Photoluminescence spectroscopy - X-ray diffraction of nanoparticles The participant have to prepare themselves for the experiments, perform the experiments, analyze their results and write a lab report</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students achieve a beginner level to work with the experimental setups and installations. They are able to carry out basic measurements and analyses. They have knowledge of advantages and limits of the respective systems and thus are able to discuss and evaluate their measurements.</p>

<b>Literatur</b>
<p>Ausführliche Unterlagen zur Vorbereitung werden vor Beginn des Praktikums auf der Webseite zur Verfügung gestellt.</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>NanoEngineering Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
NanoEngineering Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		3	
<b>Prüfungsleistung</b>			
Form und Kriterien für die Studienleistung werden gemäß Prüfungsordnung vom Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sollen in kleinen Gruppen an definierten Stationen im Bereich der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Physik praktische Versuche durchführen. Zur Durchführung der Laborversuche gehören ein Kolloquium mit An-Testat, die eigentliche Versuchsdurchführung sowie eine abschließende Besprechung. Inhalt der Lehrveranstaltung sind ausgewählte Versuche zur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Epitaxie</li> <li>- Nano-Partikelherstellung</li> <li>- optische und Elektronenstrahl-Lithografie</li> <li>- Halbleiter-Prozeßtechnik</li> <li>- strukturelle Charakterisierung</li> <li>- optische, elektrische und magnetische Charakterisierung</li> <li>- Analyse nanostrukturierter Bauelemente</li> </ul> <p>Die Versuche werden dabei an modernen Forschungseinrichtungen der beteiligten Hochschullehrer durchgeführt um so den Studierenden einen ersten Einblick in aktuelle F&amp;E Tätigkeiten zu gewähren.</p> <p>Es werden die soft-skills Teamfähigkeit und Präsentation geübt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden haben einen Überblick über verschiedene Methoden und Techniken im Bereich NanoEngineering gewonnen und wurden durch die selbstständige Durchführung der Versuche mit dem praktischen Einsatz modernster Technologien und Analyseverfahren vertraut. Sie sind in der Lage, bei definierten Problemstellungen geeignete Techniken zu identifizieren und erkennen Möglichkeit und Grenzen moderner Methoden im Bereich NanoEngineering.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Small groups of students working in different areas, Mechanical Engineering, Physics and Electrical Engineering. The labs start with a short oral test. After finishing each lab a report has to be submitted. The different labs are from the following list:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Epitaxy</li> <li>- Nano particle production</li> <li>- Optical and ebeam lithography</li> <li>- Semiconductor process technology</li> <li>- Structural characterization</li> <li>- Optical, electrical and magnetical characterization</li> </ul> <p>The labs take place in modern research facilities and give an insight into the current research activities in nanotechnology at the University of Duisburg-Essen.</p>

**Learning objectives / skills English**

The successful student will oversee different techniques in the area of NanoEngineering. He or she is able to use choose the right technique to solve a problem and are familiar with the limits if this technique.

**Literatur**

Versuchsbeschreibungen und die darin enthaltene weiterführende Literatur

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nanotechnologie 1</b>			
<b>Course title English</b>			
Nanotechnology 1			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung bietet einen Überblick über die Verfahren der 'bottom-up' Technologie zur Herstellung von Nanostrukturen.

Zunächst werden die relevanten Begriffe und die statistische Erfassung von verteilten Eigenschaften am Beispiel der Objektgröße erklärt.

Danach wird näher auf die grundlegenden Mechanismen relevant für die Entstehung und Wachstum von Nanostrukturen eingegangen:

- chemisches Potential und Thermodynamik eines Phasenübergangs
- die Clapeyron-, Kelvin- und Laplace-Gleichungen
- übersättigung und homogene Keimbildung
- Kondensation
- Brown'sche Bewegung und Brown'sche Koagulation

Im zweiten Teil der Veranstaltung wird dann einen Überblick gegeben über die bottom-up Synthesetechniken von Nanopartikeln und Nanokristalliten:

- physikalische Gasphasenverfahren: thermisches Verdampfen, Gasentladung, Laserablation und thermisches Plasma, chemische Gasphasenverfahren
- Flüssigphase-Syntheseverfahren: Reduktion, Elektrodeposition, Solvothermische Methode, Solgelverfahren, Mikroemulsionsfällung, Templates
- Zerkleinerung und Hochvakuum-Syntheseverfahren

Zum Schluss werden die Van der Waals-Kräfte und Partikelinteraktionen in einer Dispersion erklärt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Lernziel der Veranstaltung ist das Verständnis der grundlegenden Vorgänge im Bereich der bottom-up Technik. Die Studierenden haben am Ende der Veranstaltung ein Verständnis für Syntheseverfahren für Nanopartikel entwickelt und können die grundlegenden Mechanismen in der Synthese nachvollziehen. Sie sind in der Lage, kinetische Gleichungen in Form von Differentialgleichungen aufzustellen und können zur Lösung einfache numerische Verfahren anwenden.

**Description / Content English**

The course gives an overview of the bottom-up technology for the fabrication of nanostructures.

The most relevant terminology is explained and the statistical evaluation of distributed properties is explained at the example of object size.

Then the basic mechanisms in the formation and growth of nanostructures will be explained:

- chemical potential and thermodynamics of phase changes
- the Clapeyron-, Kelvin- and Laplace equations
- supersaturation and homogeneous nucleation
- condensation
- Brownian motion and coagulation

Then the bottom-up synthesis techniques will be shown:

- physical gas-phase processes: thermal evaporation, gas discharge, laser ablation and thermal plasmas, chemical gas-phase synthesis
- Synthesis in liquids: reduction, electrodeposition, solvothermal method, solgel methods, precipitation in microemulsions, templates
- Size reduction and high-vacuum synthesis

Finally, van der Waals forces and particle interaction in dispersions will be discussed.

#### **Learning objectives / skills English**

Goal is the understanding of the fundamental mechanisms in bottom-up fabrication. The students will have obtained fundamental understanding of synthesis methods for nanoparticles and are able to understand fundamental mechanisms such as nucleation and coagulation. They are able to develop kinetic equations and are able to apply simple numerical methods for their solution.

#### **Literatur**

wird in der Vorlesung bekannt gegeben



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nanotechnologie 2</b>			
<b>Course title English</b>			
Nanotechnology 2			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung bietet einen Überblick über die Verfahren der 'top-down' Technologie zur Herstellung von Nanostrukturen. Dies beinhaltet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dünnschichttechniken (physikalische und chemische Verfahren)</li> <li>- Grundlagen der Epitaxie (Molekularstrahlepitaxie, Gasphasenepitaxie), epitaktische Herstellung von Schicht- und Punktstrukturen</li> <li>- Prinzip der Lithografie, optische Abbildung, optische Lithografie</li> <li>- Elektronenstrahl-Lithografie und Ionenstrahl-Lithographie</li> <li>- Verfahren der Strukturübertragung (Lift-off Technik, ätzverfahren, LIGA Technik)</li> <li>- Ausgewählte moderne Methoden wie EUV-Lithographie, Röntgenlithographie, Projektionsverfahren</li> <li>- Nanolithographie und Atommanipulation</li> <li>- druckende und umformende Verfahren</li> </ul> <p>Anhand von ausgewählten Beispielen soll das Anwendungspotenzial der 'top-down' Technologie dargelegt werden.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Lernziel der Veranstaltung ist das Verständnis über grundlegende Nanostrukturprozesse im Bereich der 'top-down' Technik. Die Studierenden können am Ende der Veranstaltung die grundlegenden Konzepte, Möglichkeiten und Grenzen der top-down Technik nachvollziehen. Sie sind in der Lage, für definierte Problemstellungen die am besten geeigneten top-down Techniken auszuwählen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

<b>Literatur</b>
<p>Mikrosystemtechnik für Ingenieure, W. Menz, J. Mohr, O. Paul, Wiley VCH Weinheim, 2005  Micro-Nanofabrication, Z. Cui, Springer, 2005  Nanotechnologie, M. Köhler, Wiley VCH Weinheim, 2001  Nanostructures and Nanomaterials, G. Cao, Imperial College Press London, 2004</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Optische Übertragungstechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Lightwave Technology			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Schriftliche Prüfung (Klausur)			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Zu Beginn der Vorlesung wird nach einer kurzen Einleitung mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen die Wellengleichung hergeleitet, wobei die Besonderheiten in der Optik herausgearbeitet werden. Ausgehend von der Ausbreitung einer ebenen Welle wird die Reflexion von Licht an Grenzflächen (Totalreflexion, Brechung), welche die Grundlage für eine optisch geführte Wellenausbreitung bildet, unter Berücksichtigung der Stetigkeitsbedingungen diskutiert. Der folgende Teil beschäftigt sich mit der Ausbreitung optischer Wellen in Gläsern. Hier werden die physikalischen Effekte wie Streuung, Absorption und Dispersion behandelt, und es werden Näherungsformeln für den praktischen Einsatz abgeleitet. Anschließend wird die Ausbreitung optischer Strahlung in sog. dielektrischen Wellenleitern behandelt. Verschiedene Bauformen dieses Typs von Wellenleiter, der z. B. innerhalb von Laserdioden Verwendung findet, werden vorgestellt und diskutiert. Es werden Lösungsverfahren zum Design der wellenführenden Schicht hergeleitet und angewendet. Die Verwendung von Glasfasern für die optische Nachrichtentechnik stellt den Inhalt des nächsten Vorlesungsabschnitts dar. Hier werden die wichtigsten Typen von Glasfasern (Stufenindex- und Gradientenindex-Faser) eingehend besprochen. Auch für diese Art von Wellenleitern werden Verfahren zum Entwurf hergeleitet und angewendet, wobei insbesondere auf die Problematik der Signalverzerrung in Glasfasern eingegangen wird. Zum Ende der Vorlesung stehen die Beschreibung der wichtigsten optoelektronischen Bauelemente wie Laserdioden, elektroabsorptive Detektoren und Modulatoren sowie der Aufbau und die Eigenschaften einfacher optischer Punkt-zu-Punkt-Verbindungen im Vordergrund.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die Prinzipien der Ausbreitung optischer Wellen in planaren Wellenleitern und Glasfasern zu beschreiben, die signalverzerrenden Parameter wie Absorption und Dispersion zu unterscheiden und einfache optische Übertragungssysteme zu analysieren.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The course Lightwave Technology starts with the propagation of electromagnetic waves considering the features of optical waves at surface boundaries, like reflection and refraction. Proceeding with the description of such fundamental physical effects like scattering, absorption and dispersion, optical wave propagation in various types of dielectric waveguides is discussed. Special emphasis is then given to the design, properties and technological realization of waveguides based on III/V compound semiconductors. The next main part of this course deals with fiber optic waveguides: Wave propagation in graded index fibers as well as in step index fibers is derived where both advantages and disadvantages of each type are carried out. Problems like signal distortion in fiber optic waveguides are analyzed and solutions to avoid them are given. At the end of this course, the most important optoelectronic components like laser diodes, photodiodes, modulators are discussed. Finally, the properties of simple optical point-to-point transmission systems are analyzed and discussed.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>

The students are able to describe the principles of light propagation in planar and fiber-optic waveguides, to distinguish the signal-distorting parameters such as absorption and dispersion, and to analyze simple optical transmission systems.

### Literatur

- [1] C.-L. Chen, Foundations for guided-wave optics, John Wiley & Sons, 2007
- [2] B. Saleh, Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, 1991
- [3] H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teil 1, Hüthig-Verlag, Heidelberg 1990
- [4] F. Pedrotti et al., Optik für Ingenieure, Springer-Verlag, Berlin, 2002

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Optoelektronik</b>			
<b>Course title English</b>			
Optoelectronics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die Veranstaltung umfasst die theoretischen und technologischen Grundlagen der modernen Optoelektronik und der Integrierten Photonik. Die Vorlesung beginnt mit der grundlegenden Diskussion zu quantenmechanischen Interaktionen zwischen Licht und Materie (speziell für Halbleitermaterialien): Interband-Absorption sowie die spontane und stimulierte Emission von Strahlung. Im Anschluss werden die drei zentralen Funktionen und Bauelemente der modernen Optoelektronik studiert: Photodioden, Leuchtdioden und Laserdioden. Weitere Themenbereiche umfassen Aspekte der strahlenoptischen und wellenförmigen Lichtausbreitung, strahlungsphysikalische und lichttechnische Einheiten, Grundlagen zur Halbleiterphysik sowie Grundlagen zur integrierten Optik.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden haben breite Kenntnisse über die Bedeutung der Optoelektronik und Photonik in der Technik und sind in der Lage, auf der Basis grundlegender Wechselwirkungsmechanismen die Kenngrößen optoelektronischer Komponenten in Systemanwendungen zu beschreiben.

**Description / Content English**

The course Optoelectronics covers the theoretical and technological fundamentals of modern optoelectronics and integrated photonics. At first, the course discusses the basic quantum mechanical interaction between light and matter (especially for semiconductors): interband absorption, spontaneous emission of light, and stimulated emission of light. Next, the course provides the key theoretical background for three most important optoelectronic functions or components: photodiodes, LEDs and lasers. Additional topics cover aspects related to geometrical or ray optics and optical wave propagation, radiometric and photometric units, fundamentals on semiconductor physics as well as on integrated photonics.

**Learning objectives / skills English**

The students have wide knowledge on the role of optoelectronics and photonics in the technology. they are able to describe on the basis of basic interaction mechanisms the characteristics of optoelectronic components in system applications.

**Literatur**

- [1] Graham-Smith, Francis: Optics and Photonics, Wiley, Chichester 2000
- [2] Harth, Wolfgang: Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik, Teuber, Stuttgart 1998
- [3] Bludau, Wolfgang: Halbleiter-Optoelektronik, Hanser, München 1995
- [4] Dörnen, Achim: Halbleiter für die Optoelektronik und Photonik, Hänsel-Hohenhausen, 1994
- [5] Billings, Alan: Optics, optoelectronics and photonics, Prentice Hall, New York 1993
- [6] Ebeling, Karl Joachim: Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Berlin 1992
- [7] Paul, Reinhold: Optoelektronische Halbleiterbauelemente, Teuber, Stuttgart 1992



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Optoelektronik Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Optoelectronics Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
2	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		2	
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Das Praktikum setzt sich aus verschiedenen Bereichen der Optoelektronik zusammen. Für die einzelnen Versuche stehen ausführlichen Beschreibung zur Verfügung, innerhalb derer die notwendigen Grundlagen wiederholt werden. Verständnisfragen und Aufgaben werden gestellt, die als Vorbereitung zuhause gelöst werden müssen. Zur Durchführung der Laborversuche gehören ein Kolloquium mit An-Testat, die eigentliche Versuchsdurchführung sowie die Anfertigung eines Versuchsprotokolls.</p> <p>Versuche OE / Stöhr:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Optoelektronische Übertragungssysteme</li> <li>2) Optoelektronische Energiewandlung</li> <li>3) Optische Signalverarbeitung</li> </ol> <p>Versuche WET / Bacher:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4) Leuchtdioden: Grundlagen, Abstrahlung und optische Auskopplung</li> <li>5) Laserdioden</li> <li>6) Modenselektion in Laserdioden und DFB-Laser</li> </ol> <p>Voraussetzung für die Teilnahme am Optoelektronik Praktikum sind die bestandene Fachprüfung Festkörperelektronik (FKE) und die Teilnahme an der Laserschutzunterweisung.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

<b>Description / Content English</b>
<p>The laboratory consists of various areas of optoelectronics. For the individual experiments detailed descriptions are available, within which the necessary fundamentals to be repeated. Detailed descriptions are available for the individual experiments, within which the necessary fundamentals are recapitulated. Comprehension questions and tasks are provided, to be solved as preparation at home. The labs include a colloquium to audit, the experimental procedure and the minutes.</p> <p>Experiments OE / Stoehr:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Optoelectronic transmission systems</li> <li>2) Photoelectric Energy Conversion</li> <li>3) Optical Signal Processing</li> </ol> <p>Experiments WET / Bacher:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4) LEDs: Basics, radiation and optical outcoupling</li> <li>5) Laser diodes</li> </ol>

6) Mode selection in laser diodes and DFB laser

Requirement for participation is a passed exam in Festkörperlektronik (FKE) and participation in laser safety briefing.

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Physik für Ingenieure</b>			
<b>Course title English</b>			
Physics for Engineers			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Schwingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- harmonische Schwingung</li> <li>- gedämpfte Schwingungen</li> <li>- Überlagerung von Schwingungen</li> <li>- Gekoppelte Schwingungen</li> </ul> <p>Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wellentypen, Differentialgleichung der Welle</li> <li>- mechanische Wellen, elektromagnetische Wellen</li> <li>- Interferenz; stehende Wellen</li> </ul> <p>Optik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion, Brechung, Dispersion</li> <li>- Geometrisch optische Abbildung</li> <li>- Interferenz und Beugung</li> <li>- Polarisation</li> <li>- Anwendungen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen die wichtigen Grundbegriffe der Schwingungslehre, der geometrischen Strahlenoptik und der Wellenoptik und können diese anwendungsbezogen einsetzen.

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

<b>Literatur</b>
<p>"Physik für Ingenieure", Hering, Martin, Stohrer, VDI-Verlag (2004);  "Physik", P.A. Tipler, Spektrum Akademischer Verlag (2004);  "Physik", Halliday, Resnick, Walker, Wiley-VCH (2003);  "Fundamentals of physics", Halliday, Resnick, Walker, John Wiley &amp; Sons (2000)</p>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Physik für Ingenieure Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Physics for Engineers Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
1	SS	Deutsch/Englisch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		1	
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Die Teilnehmer führen gruppenweise (2 Studierende) an 4 Tagen je 1 Experiment aus verschiedenen Grundgebieten der Physik mit Schwerpunkt Mechanik, Wärmelehre und Optik durch. Von jedem Experiment wird ein Tagesprotokoll und ein Versuchsbericht erstellt. Der Bericht soll die Grundlagen des Experiments, den Versuchsaufbau, die Messergebnisse, ihre Auswertung und kritische Bewertung einschl. Fehlerbetrachtung enthalten.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden können eigenständig physikalische Experimente durchführen, auswerten und die Ergebnisse kritisch beurteilen.

<b>Description / Content English</b>
The participants carry out (in groups of 2) during 4 days one experiment respectively from the following domains: physics with focus on mechanics, thermodynamics and optics. For each experiment, a daily report and a test report must be written. The report should contain the basics of the experiment, the experiment setup, the measurement results, their analysis and their critical assessment including error analysis.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students should be able, on their own and independently, to carry out physical experiments, to analyze the results and to critically judge these results.

<b>Literatur</b>
"Praktikum der Physik", W. Walcher, B. G. Teubner, Stuttgart (2004)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Procedural Programming</b>			
<b>Course title English</b>			
Procedural Programming			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	SS	Englisch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	1	1	
<b>Prüfungsleistung</b>			
<p>Vollständige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</p> <p>Die Teilnahme war vollständig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn an allen Versuchen teilgenommen wurde,</li> <li>- wenn die zu den jeweiligen Versuchen geforderten Vorbereitungsaufgaben vollständig und korrekt gelöst wurden,</li> <li>- wenn die zu den jeweiligen Versuchen geforderten selbständige Leistung vollständig und korrekt erbracht wurde.</li> </ul> <p>Darüber hinaus war die Teilnahme nur dann erfolgreich, wenn in den Antestaten zu den einzelnen die geforderten Punktzahlen erreicht wurden. Die Antestate fragen neben der Theorie zu den Versuchsinhalten auch darüber hinausgehendes Wissen, wie es in Vorlesung und Übung vermittelt wird, ab.</p>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Vorlesung und Übung vermitteln die grundlegenden Techniken des modularen und strukturierten Programmaufbaus. Studierende erlangen Verständnis für Denkweise und Prinzipien des prozeduralen Programmierens. Dazu werden sie zunächst anhand von Beispielen in die algorithmische Methodik eingeführt, anschließend erlangen sie das Verständnis der prozeduralen Umsetzung zuerst in allgemein verständlicher Form, anschließend über die Programmiersprache C.</p> <p>Das Verständnis wird in Vorlesung und Übung wie folgt eingeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Algorithmen, Top-Down- und Bottom-Up-Entwurf;</li> <li>- Vom Algorithmus zum Programm, vom Problem zur algorithmischen Lösung;</li> <li>- Atomare Datentypen und deren Ein- und formatierte Ausgabe;</li> <li>- Ausdrücke und Anweisungen;</li> <li>- Datenstrukturen und Funktionen;</li> <li>- Zeiger und Adressen;</li> <li>- Dynamische Speicherreservierung und Speicher-Management-Funktionen;</li> <li>- Einfache dynamische Datenstrukturen: Listen, Kellerstapel, Warteschlangen;</li> <li>- Einfache Such- und Sortierverfahren;</li> <li>- Aufgaben von Präprozessor, Übersetzer und Binder.</li> </ul> <p>Im Praktikum lernen die Studierenden, mit den in Vorlesung und Übung erworbenen Kenntnissen praktische Beispiele selbständig zu implementieren.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Konzepte der prozeduralen Programmierung. Sie können kleinere Problemstellungen und Beispiele algorithmisch aufarbeiten und in der Programmiersprache C selbständig implementieren. Sie sind in der Lage, sich selbständig in andere prozedurale Programmiersprachen einzuarbeiten.</p>

**Description / Content English**

In lecture and exercises, students receive first understanding of fundamental techniques needed for development of modular and structured programs. In doing so, they get understanding of basic algorithms and their procedural implementation. This will be learned first by examples for general algorithmic thinking, then also by implementations in the programming language C.

Understanding is stimulated in lecture and exercises as follows:

- introduction;
- algorithms, top-down- and bottom-up-design;
- from algorithm to program, from problem to algorithmic solution;
- atomic data types and their input and formatted output;
- expressions, statements and functions;
- data structures and functions;
- pointers and addresses;
- dynamic memory allocation and memory management functions;
- simple dynamic data structures: lists, stacks, queues.
- simple searching and sorting methods;
- task of preprocessor, compiler and linker;

In the lab, students learn to use the knowledge gained from lecture and exercise by implementing practical programming examples.

**Learning objectives / skills English**

The students know and understand the basic concepts of procedural programming. Small problems and examples can algorithmically analysed and implemented in C by them on their own. They are able to teach themselves different other procedural programming languages.

**Literatur**

1. Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie: The C Programming Language. Prentice Hall International, 1988, 2nd edition, ISBN: 978-0-131-10362-7
2. K. N. King: C Programming: a modern approach. W. W. Norton & Company, 2008, 2nd edition, ISBN 978-0-393-97950-3.
3. R. Sedgewick: Algorithms in C. Prentice Hall, 2009, ISBN 978-0-768-68233-5
4. P. Deitel, H. Deitel, A. Deitel: C for Programmers. Prentice Hall, 2013, ISBN: 978-0133462067
5. V. Anton Spraul: Think like a programmer: an introduction to creative problem solving. No Starch Press, 2012, ISBN 978-1-59327-424-5

**Kursname laut Prüfungsordnung****Reaktionstechnik****Course title English**

Reaction Engineering

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		

**Prüfungsleistung**

Die Art und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben. Laut Prüfungsordnung ist eine Klausur mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten oder eine Mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten möglich.

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Die (chemische) Reaktionstechnik beschäftigt sich mit der Auslegung (Dimensionierung) chemischer Reaktoren. Ziel ist die sicherste und effizienteste Herstellung eines Produktes bei

- hohem Umsatz (große Produktionsmengen)
  - hoher Selektivität (wenig Nebenprodukte)
  - hoher Ausbeute (wenig Verluste und keine Aufarbeitung) bei minimalem Einsatz von Energie und Rohstoffen.
- Wichtige Methoden sind die Erhaltungssätze für Stoff, Energie und Impuls in chemisch reagierende Systeme. Anwendung findet die Reaktionstechnik vor allem in der chemischen Industrie aber auch in der Lebensmittel-, pharmazeutischen, Bio-, Mikro- und Nanotechnologie.

Themen:

- Einführung
- Stöchiometrie
- Chemisches Gleichgewicht
- Heterogene und multiple Reaktionen
- Materialbilanz
- Chemische Kinetik
- Komplexe Reaktionen
- Heterogene Katalyse
- Energiebilanz
- Verweilzeit

am Beispiel von Satzreaktor, kontinuierlichem Rührkessel und idealem Strömungsrohr als idealisierten Archetypen chemischer Reaktoren. Des Weiteren werden die Grundlagen im Umgang mit der Software MATLAB vermittelt.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Lernziele sind die Grundlagen der Reaktionstechnik, insbesondere die Berechnung von Material- und Energiebilanzen in unterschiedlichen Reaktorprototypen. Die Studierenden verstehen den Einfluß von Temperatur, Verweilzeit und heterogenen Katalysatoren auf die Reaktionsführung und können diese anwenden. Die Studierenden können geeignete experimentelle Methoden zur ihrer Untersuchung auswählen. Die Studierenden können mit Hilfe der Software MATLAB einfache Gleichungssystem und Differentialgleichungen lösen.

**Description / Content English**

Reaction engineering deals with the design (dimensioning) of chemical reactors.

The aim is to find the safest and most efficient production of a product with

- high turnover (large output)
- high selectivity (little byproducts)
- high yield (few losses and little additional processing) with minimal consumption of energy and feedstock.

Important methods are the conservation laws of mass/moles, energy, and momentum to chemically reacting systems. Reaction engineering is applied especially in chemical but also in food- and pharmaceutical industry as well as in bio-, micro- and nanotechnology.

Topics:

- Introduction
- Stoichiometry
- Chemical equilibrium
- Heterogeneous and multiple reactions
- Mass/Mole balance
- Chemical kinetics
- Complex reactions
- Heterogeneous catalysis
- Energy balance
- Residence time

using the example of a batch, continuously stirred-tank and plug flow reactor as idealized archetypes of chemical reactors. In addition, the basics of working with the MATLAB software are taught.

#### **Learning objectives / skills English**

The students comprehend the fundamental of reaction engineering, especially balance of mass and energy for the different prototypes of chemical reactors. The students understand the influence of temperature, pressure, residence time and heterogeneous catalysts for managing reactions and are able to apply these. The students can select appropriate experimental methods to investigate chemical reactors. Using the MATLAB software, students can solve simple systems of equations and differential equations.

#### **Literatur**

1. J. B. Rawlings and J. G. Eckert, Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals, Nob Hill 2002 (wird hauptsächlich verwendet)
2. M. Jakubith, Chemische Verfahrenstechnik, VCH 1991
3. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, Wiley 1999 (zur Ergänzung)
4. H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 2002 (zur Ergänzung)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Reaktive Strömungen</b>			
<b>Course title English</b>			
Reactive Flows			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Reaktive Strömungen spielen eine große Rolle in technischen Prozessen zur Energiegewinnung und Materialsynthese und werden in zahlreichen technischen Anlagen eingesetzt. Ein zentrales Element ist die Kopplung von Fluidodynamik, chemischer Reaktion sowie Stoff- und Wärmeübergang. Zum Verständnis derartiger Prozesse wird die chemische Thermodynamik und die chemische Kinetik herangezogen. Darüber hinaus ist die Interaktion zwischen Reaktion und Strömung in Gasphasenprozessen mit großem Energieumsatz von großer Bedeutung. Hochtemperaturreaktionen erfordern das Verstehen von Radikalreaktionen und Reaktionsmechanismen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einleitung</li> <li>2 Ergebnisse der chemischen Thermodynamik</li> <li>3 Kinetik homogener und heterogener Reaktionen</li> <li>4 Allgemeine Flammerscheinungen und verbrennungstechnische Kenngrößen</li> <li>5 Theoretische Beschreibung von reaktiven Strömungen</li> <li>6 Verbrennungswellen in homogenen, vorgemischten Gasen</li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage die thermodynamischen und kinetischen Aspekte von Gasphasenreaktionen bei hohen Temperaturen zu erklären und zu bewerten. Sie lernen typische relevante Anwendungsfelder kennen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Reactive flows play a major role in technical processes for energy generation and material synthesis and are used in numerous technical plants. A central element is the coupling of fluid dynamics, chemical reaction and mass and heat transfer. The understanding of these processes strongly relies on chemical thermodynamics and chemical kinetics. The interaction between reaction and fluid flow is of special interest in reactive gas-phase processes with strong energy release. High temperature gas-phase reactions require the fundamental understanding of radical reactions and complex reaction schemes.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Introduction</li> <li>2 Results of Chemical Thermodynamics</li> <li>3 Kinetics of Homogeneous and Heterogeneous Reactions</li> <li>4 General flame phenomena and parameters of combustion technology</li> <li>5 Theoretical description of reactive flows</li> <li>6 Combustion waves in homogeneous premixed gases</li> </ol>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students learn to explain and critically review the thermodynamical and kinetics background of high-temperature gas-phase reactions. They get to know typical application fields.</p>

## Literatur

Grundlagen (Thermodynamik, Kinetik): Lehrbücher der Physikalischen Chemie, z.B.  
P.W. Atkins, Physikalische Chemie, VCH  
Verbrennung // Combustion  
J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, Springer, 2001  
Chemically Reacting Flow  
R.J. Kee, M.E. Coltrin, P. Glarborg; Wiley-Interscience, 2003

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Technische Darstellung</b>			
<b>Course title English</b>			
Engineering Drawing			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Schwerpunkt der Lehrveranstaltung sind Problemstellungen der darstellenden bzw. konstruktiven Geometrie (Projektionen, Durchdringungen und wahre Größen) sowie die Vermittlung der Grundlagen zur Erstellung normgerechter technischer Produktdokumentationen (Technische Zeichnungen, fertigungsgerechte Einzelteilzeichnungen, Baugruppenzeichnungen). Darüber hinaus werden die Funktionsprinzipien von grundlegenden Maschinenelementen vermittelt.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Lernziele sind die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens und die Beherrschung grundlegender Arbeitstechniken für die Gestaltung von Einzelteilen und Baugruppen. Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage aus einfachen technische Zeichnungen die Funktionsweise der technischen Systemen zu verstehen.

<b>Description / Content English</b>
The main topics of the lecture are general geometry (projections, interpenetrating bodies and real size) and the basic principles of technical drawings (assembly drawings, manufacturing drawings). In addition, the operating principles of basic machine elements are imparted.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Learning objectives are the training of the ability to imagine things in three dimensions and the mastery of basic working techniques for the design of parts and assemblies. After attending the course, the students are able to understand the functioning of the technical systems from simple technical drawings..

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungsfolien (pdf-Dateien), Übungsaufgaben (pdf-Dateien)</li> <li>- Hoischen: Technisches Zeichnen, Cornelson Verlag</li> </ul>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Technisches Englisch (ab Niveau B1+)</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
3	WS/SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			2
<b>Prüfungsleistung</b>			
- Klausur (Hörverstehen 21%, Leseverstehen 21%, Textproduktion 29%) - aktive Mitarbeit & Präsentation (29%)			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Vermittlung englischer Fachsprache im Bereich Technisches Englisch. - Technisches Fachvokabular - Schreiben technischer Texte
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Dieser Kurs richtet sich an Studierende, die über Grundkenntnisse im Bereich Technisches Englisch verfügen und ihre Kenntnisse vertiefen bzw. auszubauen möchten.

<b>Description / Content English</b>
<b>Learning objectives / skills English</b>

<b>Literatur</b>
Technical English 4 coursebook, Pearson Longman. ISBN: 9781408229552. Das Buch finden Sie auch im physischen Semesterapparat Nr. 438.

**Kursname laut Prüfungsordnung**  
**Technisches Englisch (Niveaustufe A2 bis B1)**

**Course title English**

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS/SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
			2

**Prüfungsleistung**

- Klausur (Hörverstehen 21%, Leseverstehen 21%, Textproduktion 29%)
- aktive Mitarbeit & Präsentation (29%)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Vermittlung Grundkenntnisse englischer Fachsprache im Bereich Technisches Englisch:

- Basisvokabular Technisches Englisch
- Basiswissen: Umgang mit einfachen technischen Texten

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

- Grundlegende technische Abläufe in englischer Sprache erlernen
- sich vertraut machen mit einfachen technischen Texten

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

Technical English 3 Coursebook, Pearson Longman. ISBN: 978-1408229477.  
 Das Buch finden Sie auch im physischen Semesterapparat Nr. 438.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Theorie linearer Systeme</b>			
<b>Course title English</b>			
Theory of Linear Systems			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Es werden Grundbegriffe und Methoden der Theorie linearer Systeme besprochen. Nach der Diskussion von Testsignalen, insbesondere der Diracschen Delta-Funktion wird die Beschreibung linearer zeitkontinuierlicher Systeme im Zeitbereich durch deren Impulsantwort behandelt. Die Berechnung des Ausgangssignals mit Hilfe des Faltungsintegrals wird ausführlich diskutiert. Die Fourier- und Laplace-Transformation als Beschreibungsmöglichkeiten im Frequenzbereich werden abgeleitet und deren wichtigste Rechenregeln sowie der Zusammenhang dieser Transformationen erläutert. Es folgt die Hilbert-Transformation, die unter bestimmten Bedingungen den Zusammenhang zwischen Real- und Imaginärteil sowie zwischen Dämpfungs- und Phasenfunktion einer Fourier-Transformierten darstellt. Abschließend werden das Abtasttheorem sowie lineare zeitdiskrete Systeme und deren Beschreibung mit Hilfe der z-Transformation behandelt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Absolventen sind in der Lage, lineare Systeme im Zeit- und Frequenzbereich umfassend zu beschreiben. Besonders durch den großen Übungsanteil werden die Fähigkeiten zum praktischen Einsatz der erlernten Methoden gestärkt. Diese Methoden sind essentiell für den Bereich der Ingenieurwissenschaften und der Physik und universell einsetzbar.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Fundamental notions and methods concerning the theory of linear systems will be discussed. After having discussed test signals and in particular Dirac delta-functions, the description of linear time-continuous systems in the time domain through their impulse response will be handled.</p> <p>The computation of the output signal with the help of the convolution integral will be discussed in detail. The Fourier and Laplace transforms, being the adequate description method in the frequency domain, will be deduced and the most important rules applying to them as well as the relationship between all these transforms will be elucidated.</p> <p>This is followed by the Hilbert transform, which - under certain specific conditions - describes the relationship between real and imaginary parts, as well as that between damping and phase functions in a Fourier transform. In conclusion, the sampling theorem as well as linear time discrete systems and their description with the help of the Z- transform, will be discussed.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Students who have completed this course should be able to extensively describe linear systems in time and frequency domains. Particularly by the large percentage occupied by exercise sessions, the abilities of practical application of these methods will be intensified. These methods and tools used to describe linear systems are essential in the domains of engineering and physics and can be applied universally.</p>

<b>Literatur</b>
------------------

R. Unbehauen: Systemtheorie, Oldenbourg-Verlag, 5. Aufl. 1990

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Thermodynamik 1</b>			
<b>Course title English</b>			
Thermodynamics 1			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	WS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur 120 min im Praktikum: Protokolle, die wissenschaftlichen Standards entsprechen.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung / Motivation</li> <li>2. Konzepte, Definitionen, Einheiten</li> <li>3. Eigenschaften reiner Fluide</li> <li>4. Energieübertragung: Arbeit &amp; Wärme</li> <li>5. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>6. Energiebilanzen für Kontrollräume</li> <li>7. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>8. Entropie</li> <li>9. Entropiebilanzen offener Systeme</li> <li>10. Kreisprozesse (1):Dampfkraftprozesse, Wärmepumpen, Kältemaschinen.</li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sollen zunächst die grundlegenden Begriffe, Gesetzmäßigkeiten (Hauptsätze) und einfache Stoffmodelle für Reinstoffe kennen und diese anwenden können. Die Studierenden sollen Systeme geeignet wählen, Energieformen sicher identifizieren und Stoffmodelle rationell auswählen können. Probleme sollen durch eine systematische Anwendung von Massen-, Energie- und Entropiebilanzen und geeigneter Vereinfachungen gelöst werden. Im weiteren Verlauf sollen die Gesetzmäßigkeiten auf technisch relevante aber idealisierte energietechnische Prozesse von Reinstoffen angewandt werden können. Im Rahmen von Übungen sollen die Studierenden die selbstständige Anwendung der Thermodynamik zur Lösung von verschiedenen, den Studierenden noch nicht bekannten, Problemen gelernt haben. Praktische Erfahrungen mit thermodynamischen Größen werden im Rahmen eines Praktikums vermittelt.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The fundamentals of engineering thermodynamics will be introduced and applied to problems of energy conversion.</p> <p>Contents:</p> <p>Introduction/Motivation,  Concepts/Definitions,  Properties of a pure substance ,  Work and Heat,  The first Law of Thermodynamics (Cycles, closed systems, open Systems, internal energy and enthalpy)  The second law of Thermodynamics(Carnot-Cycle, closed systems, open systems)  Entropy and related properties (Gibbs and Helmholtz function)  Vapour Power cycles and refrigeration</p>

### Learning objectives / skills English

Upon successful completion of this course, students will have gained working knowledge of:

Basic properties of thermodynamic systems, processes, and cycles.

Understand the properties of pure substances, ideal gases, and be able to calculate unknown properties given known properties or to find them in steam tables.

Understand and be capable of calculating important parameters and unknowns in closed systems and control volumes using the first law of thermodynamics.

Understand the second law of thermodynamics and be capable of using the law to design systems and machines to perform thermodynamic operations for closed systems and control volumes.

Students should gain a good understanding of vapour power cycles.

### Literatur

Sonntag, Borgnakke, Van Wylen  
Fundamentals of Thermodynamics  
5.Aufl., John Wiley & Sons .

Moran, Shapiro  
Fundamentals of Engineering Thermodynamics  
3. Aufl., John Wiley & Sons .

Baehr  
Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen.  
10.Aufl. Springer, Berlin

Stephan, Mayinger  
Thermodynamik I. Einstoffsysteme. Grundlagen und technische Anwendungen  
Springer, Berlin .

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Thermodynamik 2</b>			
<b>Course title English</b>			
Thermodynamics 2			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
120 min schriftl. Prüfung mit wenigen Hilfsmitteln			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exergie</li> <li>2. Wärmekraftprozesse mit Gasen</li> <li>3. Mischungen</li> <li>4. Thermodynamische Zusammenhänge</li> <li>5. Thermodynamik reagierender Stoffe</li> <li>6. Das chemische Gleichgewicht</li> <li>7. Wärmeübertragung, eine Einführung <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. Die Grundformen der Wärmeübertragung</li> <li>7.2. Der Wärmedurchgang</li> <li>7.3. Wärmeübertrager</li> </ol> </li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sollen das Konzept der Exergie zur Beurteilung des Wertes unterschiedlicher Energieformen beherrschen. Die wichtigen Prozessparameter für thermodynamische Modellprozesse für Gaskraftmaschinen sollen bekannt und verstanden sein. Die Anwendungen thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten auf ideale Mischungen (insbesondere von Gasen, und feuchter Luft) soll leicht gelingen, ebenso wie die Anwendung der Hauptsätze auf reagierende Systeme, mit dem Hauptaugenmerk auf der Verbrennung und technisch relevanter Gasphasenumwandlungen (Reforming etc.). Die thermodynamischen Zusammenhänge für Reinstoffe (z.B. Maxwell-Relationen) wie auch für Mehrkomponenten-Gemische werden beherrscht, das chemische Potential wird verstanden. Die einfachen (maximal eindimensionalen) Gesetzmäßigkeiten der Wärmeübertragung wie das Newtonsche Abkühlungsgesetz, das Stefan-Boltzmann-Gesetz und das Fouriersche Gesetz werden sicher beherrscht und auch im Rahmen des Wärmewiderstandskonzeptes angewandt.</p> <p>Im Rahmen des Praktikums werden vertiefte praktische Kenntnisse der in der Vorlesung vermittelten Gebiete erworben. Im Rahmen der Literaturrecherche zu aktuellen Themen aus der Thermodynamik werden elektronische Datenbanken benutzt und der Aufbau wissenschaftlicher Artikel kennen gelernt.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The fundamentals of thermodynamics, introduced in the first part of this lecture, will be applied more extensively to idealized technical systems and an introduction to chemical thermodynamics and heat transfer will be given.</p> <p>Contents:</p> <p>Recapitulation of the first course</p> <p>Availability (Exergy)</p> <p>Gas power cycles</p> <p>The properties of simple mixtures</p> <p>Mixtures of ideal gases and vapors (humid air)</p>

Thermodynamics of chemical reactions and the third law (Combustion)

Chemical Equilibrium

Basic of heat transfer

### Learning objectives / skills English

Upon successful completion of this course, students will have gained working knowledge of:

The second law of thermodynamics and be capable of using the law to design systems and machines to perform thermodynamic operations for control volumes.

The students should have a good understanding of the differences between vapor and gas cycles and should also have a sense of the most influential parameters for each type of cycle. The concepts to improve cycles using e.g. regenerative heaters or intercoolers should be understood and be rationalized using thermodynamic diagrams.

The student should now be familiar with the availability concept, to quantify the quality of an energy source.

The correlation between thermodynamics and the reduction of environmental pollution should be clear.

The student should be able to calculate changes of state of systems with humid air and should be able to use the Mollier diagram to describe such processes.

The thermodynamics of combustion processes should be well understood, so that adiabatic flame temperatures, enthalpies of combustion etc. for simple molecular fuels can be calculated.

The fundamental modes of heat transfer should be understood. The students should be able to solve simple one dimensional steady state conduction problems, simple transient heat conduction problems as well as simple convection problems.

With this knowledge the students should be able to follow the advanced lectures in process engineering, energy technology and combustion engines.

### Literatur

Sonntag, Borgnakke, Van Wylen  
Fundamentals of Thermodynamics  
5.Aufl., John Wiley & Sons .

Moran, Shapiro  
Fundamentals of Engineering Thermodynamics  
3. Aufl., John Wiley & Sons .

Baehr  
Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen.  
10.Aufl. Springer, Berlin

Stephan, Mayinger  
Thermodynamik II. Mehrstoffsysteme. Grundlagen und technische Anwendungen  
Springer, Berlin .

Polifke, Kopitz  
Wärmeübertragung  
Pearson Studium, München 2005



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Thermodynamik 2 Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Thermodynamics 2 Lab			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
1	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		1	
<b>Prüfungsleistung</b>			
Die selbstständig erstellten Protokolle für jedes Experiment bzw. für die erstellten Computerprogramme und Literaturrecherchen werden entsprechend wissenschaftlicher Standards bewertet.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Im Rahmen des Thermodynamik Praktikums werden Versuche zur Messung von Stoffeigenschaften (Viskosität, Verbrennungskalorimetrie) , relativer Feuchte sowie die Literaturrecherche zu einem thermodynamischen Problem selbstständig von Kleingruppen von Studierenden durchgeführt. Hierbei wird ein Teil des Stoffes der Thermodynamik Vorlesung praktisch vermittelt.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende kann bei erfolgreicher Teilnahme am Praktikum einfache thermodynamische Messungen selbstständig durchführen, Computerprogramme zur Thermodynamik schreiben und wissenschaftliche Protokolle zu deren Dokumentation schreiben. Weiterhin kann er mit wiss. Datenbanken Literatur zu vorgegebenen Themen finden und strukturiert zusammenfassen.

<b>Description / Content English</b>
Three Thermodynamics experiments will be made within this lab.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students are able to make simple thermodynamics experiments, write computer programs to solve thermodynamics problems and can write scientific protocols, to document the experiments properly. Also, the students are able to find peer-reviewed thermodynamics articles in scientific databases and are able to summarize them in a structured way.

<b>Literatur</b>
Richtig wissenschaftlich schreiben, Wissenschaftssprache in Regeln und Übungen von Esselborn-Krumbiegel
ISBN 9783825247324
UTB-Titelnummer 3429

Auflagennr.  
5. aktual. Aufl.

Erscheinungsjahr  
2017

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie</b>			
<b>Course title English</b>			
Processes and Instruments of Nanotechnology			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	SS	Deutsch	1
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Ausgehend von den physikalisch-chemischen Grundlagen werden Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie vorgestellt. Die Einteilung erfolgt nach dem Aggregatzustand der wichtigsten beteiligten Phase. Der Schwerpunkt liegt bei Gasphasenverfahren und Transportprozessen. Dabei wird von einfachen, aber grundlegenden Modellen zur Beschreibung der Materie ausgegangen (z.B. dem idealen Gasgesetz) und daraus die wichtigsten mathematischen Beschreibungen entsprechender Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie (z.B. Molekularstrahlepitaxie) entwickelt.</p> <p>Themen sind:</p> <p>0 Einführung überblick, Konzept der Grundoperationen, Bilanzierung und Stoffmenge</p> <p>1 Gase 1.1 Kinetische Gastheorie - Vakuum 1.2 Transportprozesse in Gasen 1.3 Vakuumtechnik – Grundoperation Vakuumherzeugung 1.4 Physikalische und Chemische Umwandlung von Gasen in kondensierte Materie (MBE, CVD)</p> <p>2 Flüssigkeiten 2.1 Flüssigkeitsmodell 2.2 Transportprozesse in Flüssigkeiten 2.3 Fluidodynamik 2.4 Schichtherstellung aus der flüssigen Phase (Spincoating)</p> <p>(Festkörper werden nicht behandelt)</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen wichtige Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie und können die physikalisch-chemischen Grundlagen und entsprechende Prozesse mit einfachen mathematischen Modellen beschreiben.

<b>Description / Content English</b>
Processes and instruments of nanotechnology are described starting from physico-chemical fundamentals, systematically developed for the different states of matter, gas, liquid and solid. The focus is on gas phase processes and transport mechanisms. Mathematical descriptions of corresponding processes and instruments (for example molecular beam epitaxy) are developed from simple, fundamental models describing matter (for example the ideal gas law).

Topics are

#### 0 Introduction

Overview, concept of unit operations, balancing and amount of substance

#### 1 Gases

1.1 Kinetic theory of gases - vacuum

1.2 Transport processes in gases

1.3 Vacuum technology - Unit operation vacuum generation

1.4 Physical and Chemical conversion of gases into condensed matter (MBE, CVD)

#### 2 Liquids

2.1 Liquid model

2.2 Transport processes in liquids

2.3 Fluid Dynamics

2.4 Film production from liquids (Spin Coating)

#### **Learning objectives / skills English**

The students know processes and instruments which are important in nanotechnology and are able to describe the physico-chemical fundamentals and corresponding processes with simple mathematical models.

#### **Literatur**

##### Grundlagen

- P. W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press
- Manuel Jakubith, Grundoperationen und Chemische Reaktionstechnik, VCH

##### Vakuumtechnik

- M. Wutz, H. Adam und W. Walcher, Theorie und Praxis der Vakuumtechnik, Vieweg 2006

##### Vertiefung - Partikel und Schichten

- Milton Ohring, Materials Science of Thin Films – Deposition and Structure, Academic Press 2002
- Toivo T. Kodas and Mark Hampden-Smith, Aerosol Processing of Materials, Wiley 1999

##### Vertiefung - Nanotechnologie

- R. Waser (ed.), Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH 2003

##### Vertiefung - Verfahrenstechnik

- Hong H. Lee, Fundamentals of Microelectronics Processing, McGraw-Hill Publishing Company 1990
- Stanley Middleman and Arthur K. Hochberg, Process Engineering Analysis in Semiconductor Device Fabrication, McGraw-Hill, Inc. 1993

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Wirtschaftsrecht</b>			
<b>Course title English</b>			
Business Law			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
5	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Das Privatrecht als Rechtssystem
- Ordnungsaufgaben des Privatrechts
- Historische Entwicklung des BGB
- Aufbau, Sprache und Regelungstechnik des BGB
- Systematik und Grundbegriffe
- Die Schuldrechtsmodernisierung

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Zusammenhänge zwischen den rechtlichen Rahmendaten und dem marktwirtschaftlichen System zu erkennen und zu analysieren. Sie können Grundkategorien - Vertragsfreiheit in ihren verschiedenen Versionen der Abschluss- und Gestaltungsfreiheit, des Weiteren: Wettbewerbsfreiheit, Rechtsstaat und Sozialstaat, Handlungsfähigkeit, Geschäftsfähigkeit, Deliktsfähigkeit, Rechtsfähigkeit, Elemente des Vertragsabschlusses, Vertretungsmacht (unter Einschluss der handelsrechtlichen der Prokura und Handlungsvollmacht) etc. – darstellen und argumentativ beurteilen.

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

- Rütters, Allgemeiner Teil des BGB, 12. Aufl., München 2002.
- Däubler, Einführung in das Recht, 3. Aufl., Hamburg 2002.