



# Modulbeschreibung

## M.Sc. Bauingenieurwesen PO19 Konstruktiver Ingenieurbau

Stand: November 2022

# Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Abfallwirtschaft 2 - vorsorgende Abfallwirtschaft</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
50 % Seminararbeit (25 Seiten mit Vortrag), 50% mündliche Prüfung oder Klausurarbeit			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entsorgungsmodelle</li> <li>- Kreislaufwirtschaft und Stoffstrommanagement</li> <li>- Deponierung</li> <li>- Thermische Abfallbehandlung</li> <li>- anlagenspezifische Emissionen (Emissionspfade, Emissionsarten, Emissionsquellen)</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse der Abfallwirtschaft. Dazu zählen neben den verschiedenen Behandlungsarten auch Entsorgungsmodelle und die Emissionsproblematik.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabasaran: Abfallwirtschaft</li> <li>- Bilitewski: Abfallwirtschaft</li> <li>- Digitales Skript des Fachgebietes auf CD</li> <li>- Download der aktuellen Übungen und Vorlesungen</li> <li>- Kranert: Einführung in die Abfallwirtschaft</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Abfallwirtschaft 3 - Biologische Abfallbehandlung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	1		2
<b>Prüfungsleistung</b>			
inkl. ca. 30 Seiten Ausarbeitung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertiefung der Kenntnisse biologischer Abbauprozesse organischer Substanzen;</li> <li>- Bemessung von Aerob- und Anaerobanlagen (Konstruktionselemente, Lage, Dimensionierung, etc.);</li> <li>- Steuerungsmechanismen biologischer Anlagen</li> <li>- Vertiefung der biologischen Abfallbehandlung: Schlammbehandlung</li> <li>- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden können selbstständig eine Abfallbehandlungsanlage unter Anwendung aller für die Abfallwirtschaft relevanten rechtlichen Regelwerke planen und bemessen.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thomé-Kozmiensky: Biologische Abfallbehandlung,</li> <li>- Schön: Verfahren zur Vergärung organischer Rückstände in der Abfallwirtschaft</li> <li>- Digitales Skript des Fachgebietes auf CD</li> <li>- Download der aktuellen Übungen und Vorlesungen</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Abfallwirtschaft 4 - Planungsprozesse beim Anlagenbau</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung v. Angeboten,</li> <li>- Angebotsnachfrage,</li> <li>- Personalstand, Betriebskosten, Energierechnung</li> <li>- Betriebliche Stoff- und Energiebilanzen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse, um eine technische Anlage unter betriebswirtschaftlichen Aspekten betreiben und verwalten zu können. Zudem können Angebote erstellt und bewertet werden.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- HOAI, VOL, VOF</li> <li>- Bilitewski: Abfallwirtschaft</li> <li>- Ludin: Die Abfallwirtschaft als Teilbereich der kommunalen Umweltpolitik</li> <li>- Digitales Skript des Fachgebietes auf CD</li> <li>- Download der aktuellen Übungen und Vorlesungen</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Advanced Numerical Methods</b>			
<b>Course title English</b>			
Advanced Numerical Methods			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Differentialgleichungen spielen eine immer wichtigere Rolle bei der Modellierung ingenieurtechnischer Vorgänge, z.B. Elastizität, Plastizität, Schwingungen, Strömungsmechanik, etc. In dieser Vorlesung werden verschiedene, grundlegende Klassen von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen betrachtet. Der Schwerpunkt wird dabei im Bereich der numerischen Lösung dieser Gleichungen liegen, d.h., in der Entwicklung geeigneter Lösungsalgorithmen, deren Konvergenzanalyse und Implementierung auf einem Computer.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Aufbauend auf die grundlegenden numerischen Methoden aus dem Modul "Introduction to Numerical Methods" sind die Studierenden in der Lage weiterführende numerische Verfahren und Vorgehensweisen zu erklären und anzuwenden; die schon erworbenen Fähigkeiten werden vertieft. Differentialgleichungen spielen eine immer wichtigere Rolle bei der Beschreibung mechanischer Probleme (Elastizität, Plastizität, Schwingungen, etc.). Daher stehen in dieser Lehrveranstaltung Differentialgleichungen und deren effiziente numerische Lösung im Mittelpunkt. Ohne ein sicheres Verständnis der grundlegenden numerischen Verfahren zur Lösung stationärer und instationärer Differentialgleichungen ist eine Beurteilung der Ergebnisse kommerzieller Programmsysteme meist nicht möglich. Die hierzu benötigten Grundlagen und Algorithmen sollen in dieser Lehrveranstaltung behandelt werden. Algorithmisches Denken und die Umsetzung in Programme soll gefördert werden.

**Description / Content English**

Differential equations play an important role in modeling complex technical problems such as elasticity, plasticity, vibrations, fluid dynamics, etc. In this course different basic classes of ordinary (ODE) and partial differential (PDE) equations will be considered. The focus will be on the numerical solutions of these equations, i.e., on the development of algorithms, their convergence analysis, and implementation on a computer.

**Learning objectives / skills English**

In this course, advanced numerical methods and algorithms are considered building on the basic numerical methods from the course "Introduction to Numerical Methods"; the abilities and skills already obtained in the introductory course will be enhanced. Differential equations play an important role in modelling mechanical problems, e.g., elasticity, plasticity, vibrations, etc. Thus, differential equations and their efficient solution is in the focus of this course. Without a sound understanding of numerical methods for the solution of stationary and instationary differential equations, it is often not possible to correctly evaluate the results obtained from commercial software packages. The fundamental knowledge and algorithms are treated in this course. Algorithmic thinking and the implementation of algorithms in a programming language should be fostered.

**Literatur**

Rappaz, M., Bellet, M., Deville, M., Numerical modeling in materials science and engineering. Springer Series in Computational Mathematics, 32. Springer-Verlag, Berlin, 2003. xii+540 pp.  
Schwarz, H.R., Numerical analysis. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 1989. xiv+517 pp.  
Quarteroni, A., Sacco, F., Saleri, F., Numerical mathematics. Second edition. Texts in Applied Mathematics 37, Springer-Verlag, Berlin, 2007. xviii+655 pp.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Advanced Structural Analysis using ANSYS</b>			
<b>Course title English</b>			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Anwendung der Finite-Elemente-Methode zur Lösung und Analyse von: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nichtlinearen Strukturproblemen (große Deformationen, Hyperelastizität, Plastizität, Kriechen, Anisotropie, Kontaktformulierungen)</li> <li>- Dynamischen Strukturproblemen (Modalanalyse, Knicken, Stabilität)</li> <li>- Gekoppelten Problemstellungen (Thermo-Mechanik, Elektro-Mechanik)</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden lernen die Untersuchung von komplexen mechanischen Problemstellungen unter der Verwendung kommerzieller Berechnungsprogramme (ANSYS) im Rahmen der Finite-Elemente-Methode. Hierzu gehört die Erstellung des Randwertproblems (Pre-Processing mit u.a. Geometrieerstellung, Eingabe der Randbedingungen, Wahl des Materialmodells), die Steuerung und Wahl des numerischen Lösungsverfahrens sowie die Darstellung und Auswertung der Ergebnisse (Post-Processing). Ebenfalls werden den Studierenden die theoretischen Grundlagen für die behandelten Problemstellungen vermittelt.

<b>Description / Content English</b>
Application of the finite element method for the solution and analysis of: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non-linear structural problems (large deformations, hyperelasticity, plasticity, creep, anisotropy, contact formulations)</li> <li>- Dynamic structural problems (modal analysis, buckling, stability)</li> <li>- Coupled problems (thermo-mechanics, electro-mechanics)</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students learn to investigate complex mechanical problems using commercial calculation programs (ANSYS) within the framework of the finite element method. This includes the creation of the boundary value problem (pre-processing including geometry creation, input of boundary conditions, choice of material model), the

control and choice of the numerical solution method as well as the presentation and evaluation of the results (post-processing). Students are also taught the theoretical basics for the problems they are dealing with.

### Literatur

- [1] J.C. Simo, T.J.R. Hughes [2004], Computational Inelasticity, Springer.
- [2] J. Lemaitre [1996], A Course on Damage Mechanics, Springer.
- [3] I. Doghri [2000], Mechanics of Deformable Solids, Springer.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Aerosolprozesstechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Aerosol 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>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Einführung in die Dynamik von flüssigen und festen Partikeln in Gasen. Es werden dabei die aerosoldynamische Prozesse Nukleation, Koagulation, Kondensation und der Transport von Partikeln sowie deren Deposition auf angeströmte Oberflächen behandelt. Die technische Umsetzung der Partikelabscheidung wird am Beispiel der Rauchgasreinigung und am Beispiel der Filtration in raumlufttechnischen Anlagen erläutert. Ferner werden experimentelle Methoden zur Bereitstellung von definierten Testpartikeln und unterschiedliche Messmethoden zur Bestimmung der Anzahl- und Größenverteilung luftgetragener Partikel besprochen.</p> <p>Behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partikelgröße, Form und Konzentration</li> <li>- Partikelbewegung</li> <li>- Transport durch Brownsche Bewegung und Diffusion</li> <li>- Transport durch äußere Kräfte</li> <li>- Depositionsmechanismen</li> <li>- Keimbildung, Koagulation und Kondensation</li> <li>- Probenahme und Konzentrationsmessung</li> <li>- Aerosolmessinstrumente</li> <li>- Anwendungen in der Umwelttechnik</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sind in der Lage, Gasphasenprozesse, bei denen Partikel beteiligt sind mit Modellen zu beschreiben und geeignete experimentelle Methoden zur Erzeugung und Analyse von Aerosolen auswählen und auf technische Anwendungen zu übertragen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Introduction to the dynamics of liquid and solid particles in gases. The aerosol dynamic processes nucleation, coagulation, condensation and the transport of particles as well as their deposition on surfaces are discussed. The technical implementation of particle separation is explained using the example of flue gas cleaning and filtration in ventilation systems. Furthermore, experimental methods for the provision of defined test particles and different measuring methods for the determination of the number and size distribution of airborne particles are discussed.</p> <p>Topics covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Particle size, shape and concentration</li> <li>- Particle motion</li> <li>- Transport due to Brownian Motion and diffusion</li> <li>- Transport due to external forces</li> <li>- Deposition mechanisms</li> </ul>

- Nucleation, coagulation and condensation
- Sampling and measurement of concentration
- Aerosol measurement devices
- Applications in environmental engineering

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

Students are able to describe gas phase processes involving particles using models and can select appropriate experimental methods for generation and analysis of aerosol and transfer them to technological application.

#### **Literatur**

Hinds, W.C. (1982) Aerosol Technology; John Wiley and Sons; New York  
Friedlander, S.K. (1977) Smoke, Dust and Haze; John Wiley and Sons; New York

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Analysis of Structures</b>			
<b>Course title English</b>			
Analysis of Structures			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Englisch	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>Modellierung ebene Stabwerke Modellierung von Flächen- und Volumenstrukturen Berechnung und Verifizieren der Berechnungsergebnisse räumlicher Systeme Geometrisch nichtlineare Berechnungen (Theorie II.-Ordnung) Physikalisch nichtlineare Berechnungen, Materialgesetze</p> <p>Stukturanalyse Stabilitätsanalyse von Profilen unter Verwendung der Methode der finiter Streifen Versagensformen von Profilgeometrien (lokales, globales Stabilitätsversagen) Dynamische Analyse (Frequenzanalyse, modale Analyse)</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit räumliche Elemente für die Strukturmodellierung einzusetzen. Ausgehend von der Vorgehensweise bei linearen Berechnungen erlernen die Studierenden die Anwendung von Stabilitätsanalysen unter Verwendung der FEM und FSM. Hierbei erlernen die Studierenden die Bedeutung der Vorgehensweise bei der Berücksichtigung geometrischer und physikalischer Nichtlinearitäten. Weiter erlernen die Studierenden die Berechnungsergebnisse und Iterationsverläufe zu interpretieren. Zum Ende der Veranstaltung wird das Erlernte auf die dynamische Analyse von Systemen erweitert.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Modelling Even frames Modelling of surface- and volume-structures Calculation and verifying of the calculated results of spatial systems Geometrically non-linear calculations (2nd theory) Physically non-linear calculations, material laws</p> <p>Analysis of structures Analysis of stability of profiles under the use of the method of finite stripes Forms of failure of profile geometry (local, global failure of stability) Dynamic analysis (frequency analysis, modal analysis)</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The participants will learn to use spatial elements for the modelling of structures. Based on the procedure of linear calculations students will learn to use the analysis of stability based on the FEM and FSM. The students</p>

will learn the importance of this approach when considering geometrical and physical non-linearity. Students will also learn to interpret the results of the calculations as well as the iteration regimes. Towards the end of the course the dynamic analysis of systems will be covered with regard to the previously covered skills.

## Literatur

- H.P. Langtangen, A Primer on Scientific Programming with Python, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009
- NumPy Community,  
NumPy User Guide, Release 1.4.1, April 2010
- SciPy Community,  
SciPy Reference Guide, Release 0.8.dev, February 2010
- ISO/IEC 19501:2005, Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language, (UML) Version 1.4.2
- Java Code Conventions Oracle Inc., Sun Microsystems, Inc., September 12, 1997

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 10 - Interdisziplinäres Projektseminar</b>			
<b>Course title English</b>			
Interdisciplinary project seminar			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			4
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Schwerpunktmäßige Behandlung eines bauwirtschaftlichen Themas in schriftlicher und vortragender Form. Es erfolgt eine themenbezogene Exkursion.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende kann „wissenschaftlich arbeiten“ und einen wissenschaftlichen Stoff anschaulich vortragen.

<b>Description / Content English</b>
Focused treatment of a construction industry topic in written and lecture form. A topic-related excursion will take place.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student is able to "work scientifically" and to present a scientific material in a descriptive way.

<b>Literatur</b>
„Allgemeine Hinweise für die Erstellung von Seminar- und Diplomarbeiten beim Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Universität Duisburg-Essen“ werden den Studierenden zur Verfügung gestellt. Die themenbezogene Literatur muss von den Teilnehmern selbstständig recherchiert werden.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 12 - Building Information Modeling</b>			
<b>Course title English</b>			
Building Information Modeling			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
50% Projektarbeit (inkl. Ausarbeitung ca. 30 Seiten) mit Präsentation 50% Klausurarbeit			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Den Studierenden wird das Grundverständnis für das Building Information Modeling als integrales Planungskonzept basierend auf einem virtuellen Bauwerksmodell vermittelt. Sie erlangen die Fähigkeiten zur Erstellung komplexer Bauwerksmodelle und deren Verknüpfung mit anderen Berechnungsmodellen. Kernziel ist das Aneignen von Grundkompetenzen in der Zuweisung und Weiterverarbeitung von beschreibenden Bauteileigenschaften wie Menge, Material, Zeit und Kosten. Zusätzlich erwerben die Studierenden Fertigkeiten in der Anwendung einer praxisüblichen BIM-Software in Kombination mit 5D-Planungssoftware.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden besitzen die Fähigkeit ein detailliertes 3D Modell zu konstruieren</li> <li>- Das Erlernen von computergestützten Ingenieurplanungsprozessen und das Verknüpfen von Bauteilen mit bestimmten Parametern ist wichtiger Bestandteil. Konstruierbarkeit und Kollisionserkennung zwischen strukturellen Systemen soll verstanden und räumliche Analysen in Bauwerksmodellen erstellt werden können.</li> <li>- Das Anwenden der IFC-Schnittstelle im Bauwesen wird intensiv trainiert.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
Students are taught the basic understanding of Building Information Modeling as an integral planning concept based on a virtual building model. They acquire the ability to create complex building models and to link them with other calculation models. The core objective is the acquisition of basic skills in the assignment and further processing of descriptive component properties such as quantity, material, time and costs. In addition, students acquire skills in the application of a BIM software that is commonly used in practice in combination with 5D planning software.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students have the ability to construct a detailed 3D model. The learning of computer-aided engineering processes and the linking of components with specific parameters is an important part of the course. The students should be able to understand the constructability and collision detection between structural systems and to create spatial analyses in building models. The application of the IFC interface in civil engineering is trained intensively.

<b>Literatur</b>
wird in der ersten Sitzung bekannt gegeben.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 3 - Bauvertragsrecht</b>			
<b>Course title English</b>			
Building Contract Law			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des privaten Baurechts</li> <li>- Allgemeines Schuldrecht</li> <li>- Werkvertragsrecht nach BGB</li> <li>- Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B</li> <li>- Bauverträge auf der Basis des BGB</li> <li>- Bauverträge unter Einschluss der VOB/B</li> <li>- Praxisfälle und aktuelle Rechtsprechung zum Bauvertragsrecht</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende besitzt Kenntnisse des Werkvertragsrechts sowie der VOB. Bauverträge können sicher vorbereitet, bestehende fundiert analysiert und beurteilt werden.

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basics of private building law</li> <li>- General law of obligations</li> <li>- Contract for work and services law according to BGB</li> <li>- Regulation on the Award of Public Works Contracts, Part B</li> <li>- Building contracts on the basis of the BGB</li> <li>- Construction contracts including VOB/B</li> <li>- Practice cases and current case law on building contract law</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student has knowledge of the law on contracts for work and services as well as the VOB. Construction contracts can be prepared reliably, existing ones can be analyzed and assessed in a well-founded way.

<b>Literatur</b>
<p>Gesetzestexte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bürgerliches Gesetzbuch, aktuellste Auflage</li> <li>- Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, aktuellste Auflage</li> </ul> <p>Zur Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapellmann/Langen, Einführung in die VOB/B. Basiswissen für die Praxis, 15.Aufl. 2006, Werner-Verlag</li> <li>- Kniffka/Koeble, Kompendium des Baurechts, 2.Aufl. 2004, Beck-Verlag</li> </ul> <p>Zur Vertiefung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wirth (Hg.), Darmstädter Baurechtshandbuch, 2.Aufl. 2005, Teil 1: Privates Baurecht, Werner Verlag</li> </ul>

- Werner, Pastor: Der Bauprozess, 11. Auflage 2005, Werner Verlag

Kommentare

- Kapellmann/Messerschmidt, VOB, Teile A und B, 2.Aufl. 2007, Beck-Verlag

- Ingenstau/Korbion, VOB – Teile A und B, 16.Aufl. 2007, Werner Verlag

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 4 - Projektmanagement</b>			
<b>Course title English</b>			
Construction Site Management 4 - Project management			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektmanagementsysteme</li> <li>- Teilgebiete des PM (Vertrags- und Nachtragsmanagement, Projektcontrolling, Termin-management, Dokumentenmanagement, Risikomanagement, Projektsteuerung, QM)</li> <li>- internationales Projektmanagement</li> <li>- Abnahme und Gewährleistung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende erwirbt Wissen über moderne Projektmanagementtechniken mit dem er nationale und internationale Projekte von der Projektentwicklung über die Planung und Ausführung bis zur Abnahme strukturieren, organisieren, kontrollieren und steuern kann. Die Schwerpunkte liegen hierbei auf dem Termin-, Kosten-, Qualitäts-, Vertrags- und Risikomanagement.

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Project Management Systems</li> <li>- Subareas of PM (contract and supplement management, project controlling, schedule management, document management, risk management, project control, QM)</li> <li>- international project management</li> <li>- Acceptance and warranty</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student acquires knowledge of modern project management techniques with which he/she can structure, organize, control and manage national and international projects from project development, planning and execution to acceptance. The focus is on time, cost, quality, contract and risk management.

<b>Literatur</b>
<p>Bernd Kochendörfer, Jens H. Liebchen, Markus G. Viering;          Bau-Projekt-Management;          3. Auflage, Teubner Verlag, Wiesbaden, 2007</p> <p>Peter Greiner, Peter Eduard Mayer, Karlhans Stark;          Baubetriebslehre - Projektmanagement;          3. Auflage, Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2005</p> <p>Armin Proporowitz;          Baubetrieb - Bauwirtschaft          Carl Hanser Verlag, München, 2008</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 5 - Unternehmensführung</b>			
<b>Course title English</b>			
Corporate management			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unternehmensziele</li> <li>- Shareholder Value Theorie</li> <li>- strategische Analyse: Markt- und Wettbewerbsanalyse, Wertschöpfungskettenanalyse</li> <li>- Unternehmensstrategien: Portfolio-, Wachstums- und Wettbewerbsstrategien</li> <li>- Unternehmensbewertung</li> <li>- M&amp;A Prozesse</li> <li>- operatives Management (Beschaffung, Personalmanagement, Controlling)</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende kann Unternehmensstrategien verstehen, ableiten und diskutieren und versteht die wesentlichen Managementprozesse.

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Company goals</li> <li>- Shareholder value theory</li> <li>- strategic analysis: market and competition analysis, value chain analysis</li> <li>- Corporate strategies: portfolio, growth and competitive strategies</li> <li>- Company valuation</li> <li>- M&amp;A processes</li> <li>- operational management (procurement, personnel management, controlling)</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student can understand, deduce and discuss corporate strategies and understands the essential management processes

<b>Literatur</b>
<p>Gerhard Girmscheid; Strategisches Bauunternehmensmanagement; Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2006</p> <p>Klaus Macharzina, Joachim Wolf; Unternehmensführung – Das internationale Managementwissen; 5. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2005</p> <p>Harald Hungenberg; Strategisches Management in Unternehmen;</p>

4. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2006

Harald Hungenberg; Torsten Wulf;  
Grundlagen der Unternehmensführung  
Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2007

Michael E. Porter;  
Wettbewerbsstrategien - Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten  
11. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt, 2008

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 6 - Immobilienmanagement</b>			
<b>Course title English</b>			
Real estate management			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Bilanzierung</li> <li>- Immobilienfinanzierung</li> <li>- Grundlagen und Methoden der Investitionsrechnung</li> <li>- Grundlagen der Immobilienbewertung mit Übungen</li> <li>- Immobilienportfoliomanagement</li> <li>- Organisation</li> <li>- Personal</li> <li>- Grundlagen der Projektentwicklung mit Fallstudie</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Aufbauend auf den Grundbegriffen der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre werden die Bilanzierung, Finanzierung, Personal, Organisation, Projektentwicklung und Immobilienbewertung sowie die Investitionsrechnung von Immobilien erarbeitet.</p> <p>Vertieft werden im Bereich Immobilienwirtschaft das betriebliche Immobilienmanagement, die Immobilienbewertung sowie das Portfoliomanagement. In dem Fallbeispiel der Deutsche Bank AG werden die theoretischen Ansätze in die Unternehmenspraxis übertragen.</p> <p>Die Studierenden sollen die relevanten Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre kennen und in der Immobilienwirtschaft anwenden lernen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accounting principles</li> <li>- Real estate financing</li> <li>- Basics and methods of investment calculation</li> <li>- Basics of real estate valuation with exercises</li> <li>- Real Estate Portfolio Management</li> <li>- Organization</li> <li>- Personnel</li> <li>- Basics of project development with case study</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Building on the basic concepts of general business administration, the course covers accounting, financing, personnel, organization, project development and real estate valuation as well as the investment calculation of real estate.</p> <p>In the field of real estate management, operational real estate management, real estate valuation and portfolio management are deepened. In the case study of Deutsche Bank AG, the theoretical approaches are transferred to business practice.</p>

The students should know the relevant basics of business administration and learn how to apply them in real estate management.

### **Literatur**

- Schulte (Hrsg.), Immobilienökonomie, Band 1: Betriebswirtschaftliche Grundlagen
- Diederichs, Grundlagen der Projektentwicklung, in: Schulte (Hrsg.), Handbuch Immobilien-Projektentwicklung
- Kleiber/ Simon/Weyers, Verkehrswertermittlung von Grundstücken
- Schulte (Hrsg.), Handbuch Immobilien-Investiton
- Schulte (Hrsg.), Handbuch Facilities Management

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 7 - Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung</b>			
<b>Course title English</b>			
Tendering, awarding and accounting processes for construction projects			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergabe von Bauleistungen (VOB/A)</li> <li>- Vertragsbedingungen für Bauleistungen Teil B und Teil C praxisnah erläutert</li> <li>- Beispiele für Ausschreibungen nach VOB/A</li> <li>- Abrechnungsbeispiele von Bauleistungen nach VOB Teil C unter Berücksichtigung VOB Teil B</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende erwirbt Wissen über Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen und kann dieses projektorientiert einsetzen.

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Award of construction works (VOB/A)</li> <li>- Contract conditions for construction services Part B and Part C explained in a practical manner</li> <li>- Examples for tenders according to VOB/A</li> <li>- Examples of invoicing for construction work according to VOB Part C taking into account VOB Part B</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student acquires knowledge about tendering, awarding and billing of construction services and can apply this knowledge in a project-oriented way

<b>Literatur</b>
Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Ausgabe 2006
Zur Einführung
- Rösel, Wolfgang; Busch, Antonius: AVA-Handbuch. Ausschreibung – Vergabe – Abrechnung. 6. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag, 2008
Zur Vertiefung
- Damerau, Hans von der; Tauterat, August: VOB im Bild. Hochbau- und Ausbauarbeiten. Abrechnung nach der VOB 2006. 19. Aufl. Köln: Rudolf Müller Verlag, 2007
Kommentare
- Fröhlich, Peter J.: Kommentar zur VOB/C. 15. Aufl. Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2007

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Baubetrieb 8 - Öffentliches Baurecht</b>			
<b>Course title English</b>			
Public Building Law			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>
Planungsrecht (Baugesetzbuch (BauGB), Baunutzungsverordnung (BauNVO) Bauordnungsrecht Entsprechende Verordnungen, die zum öffentlichen Baurecht gehören
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende besitzt Kenntnisse über das Planungsrecht, das Bauordnungsrecht und die entsprechenden Vorschriften, die zum öffentlichen Baurecht gehören und kann diese situationsgerecht einsetzen.

<b>Description / Content English</b>
- Planning law (Baugesetzbuch (BauGB), Ordinance on the Use of Buildings (BauNVO) - Building Code - Corresponding ordinances, which belong to the public building law
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student has knowledge of planning law, building code law and the corresponding regulations that belong to public building law and can apply these in a situation-specific manner

<b>Literatur</b>
Gesetze Baugesetzbuch (BauGB) Baunutzungsverordnung (BauNVO) Bauordnungsrecht (BauO NRW) Zur Einführung Oehmen/Bönker, Einführung in das öffentliche Baurecht. Basiswissen für die Praxis, 2. Aufl. 2004, Werner Verlag Brenner, Baurecht, 2. Aufl. 2006, C.F.Müller

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Bauphysik 2 - Brandschutz</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorschriften und Regelwerk</li> <li>- Bauaufsichtliche Verfahren</li> <li>- Grundlagen: Brandentstehung und -ausbreitung,</li> <li>- Bauprodukte und -teile</li> <li>- Bauplanung, Gebäude, Rettungswege</li> <li>- Vorsorge und Verhalten im Brandfall</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennt die rechtlichen Grundlagen</li> <li>- kann die Baustoffe hinsichtlich ihrer Brandschutzklassen beurteilen.</li> <li>- kann ein einfaches Brandschutzkonzept erarbeiten</li> </ul>

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayr, Brandschutzatlas, Verlag für Brandschutzpublikationen</li> <li>- Buchreihe: Brandschutz-Handbuch, Kordina,</li> <li>- Beton-Brandschutz-Handbuch, Beton, Kordina</li> <li>- Schneider, U., Grundlagen der Ingenieurmethoden im Brandschutz,</li> <li>- BauO, DIN</li> </ul>

**Kursname laut Prüfungsordnung**  
**Bauphysik 4 - Akustik für Bauphysiker**

**Course title English**  
 Building Physics 4 - Acoustics for building physicists

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

**Prüfungsleistung**

Klausurarbeit  
 oder  
 mündliche Prüfung  
 oder  
 Hausarbeit, ca. 30-40 Seiten, mit Kolloquium

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Schallschutznachweise nach DIN 4109 / DIN EN 12354 - Anwendungen und Beispiele
- Grundlagen der Schallausbreitung
- Schallimmissionsschutz
- Lärmschutz, Anwendungsfälle, Pegel, Abschirmung
- Verkehrsgeräusche, TA Lärm, Schall 03, RLS 90, DINISO 9613-2, DIN 18005
- Raumakustische Probleme und Lösungen

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Studierende

- versteht in vertiefter Weise die Grundlagen der Akustik
- kann die Probleme der Luft- und Körperschallübertragung anwenden
- versteht resonante Effekte
- versteht die Grundzüge der Raumakustik, wie z.B. die Gestaltung von Hörsälen, kleineren Konzertsälen, aber auch Büroräumen
- weiß wie Arbeitsschutz ermöglicht und Lärm am Arbeitsplatz in geeigneter Weise vermieden werden kann.
- kann Verkehrslärm und Emissionsschutz beurteilen

**Description / Content English**

- Soundproofing according to DIN 4109 / DIN EN 12354 - Applications and examples
- Basics of sound propagation
- Sound immission protection
- Noise protection, applications, levels, shielding
- Traffic noise, TA noise, sound 03, RLS 90, DINISO 9613-2, DIN 18005
- Room acoustics and solutions

**Learning objectives / skills English**

The student

- understands in a deeper way the basics of acoustics
- can apply the problems of airborne and structure-borne sound transmission
- understands resonant effects
- understands the fundamentals of room acoustics, such as the design of lecture halls, smaller concert halls,

but also office space

- knows how health and safety at work and noise in the workplace can be appropriately avoided.
- can assess traffic noise and emission protection

## **Literatur**

Normen

**Kursname laut Prüfungsordnung**

**Bauphysik 5 - Energiebedarfsnachweis bei Gebäuden**

**Course title English**

Bauphysik 5 - Energiebedarfsnachweis bei Gebäuden

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

**Prüfungsleistung**

Hausarbeit als Gruppenarbeit, ca. 30-40 Seiten  
und  
Kolloquium in schriftlicher Form

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Grundlagen instationärer Wärmetransport, Wärmespeicherung,  
Kontakttemperatur, Temperatur-Amplituden-Dämpfung  
Sommerlicher Wärmeschutz, Wärmebrücken  
Energieeinsparverordnung (EnEV), Nachweise für Wohn- und Nichtwohngebäude  
Anlagenaufwandszahl  
Lüftungskonzept

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Studierende kann

- den Einfluss der Speicherkapazität auf Auskühl- und Aufheizvorgänge beurteilen
- den Nachweis nach ENEV für Wohngebäude führen
- bestehende Gebäude energetisch beurteilen
- Energiesparpotenziale ermitteln und Verbesserungsvorschläge erarbeiten
- einen Energiepass für ein Gebäude erstellen.

**Description / Content English**

Basics of transient heat transfer and heat storage,  
Contact temperature, temperature-amplitude damping  
Summer thermal protection, thermal bridges  
Energy Saving Ordinance (EnEV), evidence for residential and non-residential buildings  
Installation consumption figure  
ventilation concept

**Learning objectives / skills English**

The student can

- assess the effect of storage capacity on cooling and heating processes
- provide proof of ENEV for residential buildings
- Evaluate existing buildings energetically
- Determine potential energy savings and develop suggestions for improvement
- create an energy pass for a building.

**Literatur**

Normen

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Bauteil- und Betriebsfestigkeit</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
4	SS	Deutsch/Englisch	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, genauere Informationen folgen			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Ausgehend von den statischen und dynamischen Grenzspannungen werden die Dauerfestigkeit metallischer Werkstoffe und die sie beeinflussenden Parameter (Bauteilgröße, Mittelspannung, Oberfläche usw.) behandelt. Die Wirkung von Bauteilkerben an verschiedenen Werkstoffen und die daraus ermittelte Gestaltfestigkeit und Sicherheit zusammen mit den bruchmechanischen Kenngrößen metallischer Werkstoffe führen auf den Nachweis der Bauteil- und Betriebsfestigkeit von Maschinen- und Anlagenteilen. Die Fragen der Lebensdauer und der Belastbarkeit werden an Beispielen betrachtet. Die Behandlung der Kriechfestigkeit bei erhöhten Temperaturen ergänzen die Inhalte.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden können die Sicherheit und Lebensdauer eines realen Maschinenbauteils anhand der statischen und dynamischen Belastungen ermitteln. Sie können den Einfluss konstruktionsbedingter Kerben sowie die Wirkung von Schädigungen des Bauteils im Hinblick auf seine Sicherheit und Verwendungsmöglichkeit beurteilen.

<b>Description / Content English</b>
The fatigue strength of metallic materials and the influencing parameters (dimensions, mean stress, surface quality...) are discussed based on static and dynamic stress limits. The effects of notches on different materials and the corresponding design strength and safety are shown. Properties from fracture mechanics considerations are used to establish component and operational stability of machine elements and components. Examples of service life and load limits are shown for machine components. Creep under elevated temperatures is also considered.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students are able to determine the operational safety and service life of real machine components based on static and dynamic loading conditions. They are able to evaluate the effects of notches in the design and the consequences of damages of components with respect to safety and usability.

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rösler, J., Harders, H., Bäker, M. Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Teubner Verlag, Wiesbaden, Juni 2006, ISBN-13 978-3-8351-0008-4</li> <li>- Schott, G. Werkstoffermüdung – Ermüdungsfestigkeit, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 1997, ISBN-3-342-00511-4</li> <li>- Radaj, D. Ermüdungsfestigkeit – Grundlagen für Leichtbau, Maschinen- und Stahlbau Springer-Verlag, Berlin, 1995, ISBN-3-540-58348-3</li> </ul>

- Haibach, Erwin; Betriebsfestigkeit – Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung Springer-Verlag, Berlin, 2002, ISBN 3-540-43142-X
- Dowling, N., E. Mechanical Behavior of Materials – Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2007, ISBN 0-13-186312-6
- Hertzberg, R., W. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996, ISBN 0-471-01214-9
- Blumenauer, H.: Technische Bruchmechanik Leipzig, Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, 3 Auflage, 1993
- Suresh, S. Fatigue of materials Cambridge University Press, 1998

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betonbau 4 - Massiv- und Verbundbrückenbau</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1	3		
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte, Tragsysteme, Materialien;</li> <li>- Brückenspezifische Bezeichnungen, Querschnittsformen, Brückenformen;</li> <li>- Herstellungsverfahren, Lastannahmen;</li> <li>- Betonbrücken (Entwurfsgrundlagen);</li> <li>-Widerlager, Lager, Übergangskonstruktionen;</li> <li>- Ermüdung (Grundlagen);</li> <li>- Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit, Ermüdungsnachweise;</li> <li>- (Ultra-) Hochleistungsbeton, (Hochleistungs-) Leichtbeton;</li> <li>- Brückenprüfung, Schäden an Brücken;</li> <li>- Verstärken von Betonbauteilen.</li> </ul> <p>Verbundbrückenbau nach EC 4 wird in den Modulen „Stahl- und Verbundbrückenbau“ und „Massiv- und Verbundbrückenbau“ ergänzend und in Absprache gelehrt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können für Stahlbeton- und Spannbetontragwerke des Hoch- und Ingenieurbaus Bemessungs- und Konstruktionsaufgaben lösen;</li> <li>- beherrschen die Bewehrungs- und Konstruktionsregeln für Stahlbeton- und Spannbetontragwerke aller Art;</li> <li>- beherrschen die Grundlagen des Entwurfs und der Ausführung von Massiv- und Verbundbrücken;</li> <li>- können (abschnittsweise) hergestellte Brückenüberbauten und kastenförmige Widerlager berechnen;</li> <li>- können für Stahlbeton- und Spannbetonbauteile die Nachweise gegen Ermüdung führen;</li> <li>- verfügen über vertiefte Kenntnisse hinsichtlich der Anwendung neuer Baustoffe im Massivbau;</li> <li>- beherrschen die Grundlagen der Verstärkung von Betonbauteilen;</li> </ul> <p>Verbundbrückenbau wird in den Modulen „Massiv- und Verbundbrückenbau“ und „Stahl- und Verbundbrückenbau“ ergänzend und in Absprache gelehrt.</p>

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnellenbach-Held, M. Skript zur Vorlesung.</li> <li>- Beton-Kalender 2007 – Band1, Ernst &amp; Sohn (E &amp; S)</li> </ul>

- Novak, B., Lippert, P.: Einwirkungen auf Brücken nach den Eurocodes, BetonKalender 2015, Teil 2, E & S
- Haveresch, K., Maurer, R.: Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken, BetonKalender 2015, Teil 2, E & S
- Holst, R., Holst K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, 2013, E & S
- Mehlhorn, G. Curbach, M.: Handbuch Brücken, Springer, 2014
- Hanswille, Stranghöner, Leitfaden zum DIN-Fachbericht 104, 2003, E & S

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betonbau 5 - Finite Elemente im Massivbau</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der FE-Methode;</li> <li>- Lineare Finite-Element-Berechnungen im Massivbau;</li> <li>- Modellbildung bei Stabwerken;</li> <li>- Modellbildung bei Plattentragwerken;</li> <li>- Modellbildung bei Bodenplatten;</li> <li>- Einfluss der Diskretisierung von Punkt-, Linien- und Flächenlagern;</li> <li>- Physikalisch nichtlineare Berechnungen im Massivbau;</li> <li>- Stoffgesetze/Werkstoffmodelle;</li> <li>- Praktische Durchführung nichtlinearer FE-Berechnungen;</li> <li>- Fehlerquellen und Kontrollmöglichkeiten;</li> <li>- Building Information Modeling (BIM);</li> <li>- Praxisbeispiele lineare FEM: Stabwerke, Scheiben, Platten, vorgespannte Balken;</li> <li>- Praxisbeispiel BIM: Modellierung eines Wohngebäudes;</li> <li>- Praxisbeispiele nichtlineare FEM: Biegebalken, Durchstanzpunkt einer Flachdecke.</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die Grundlagen der FE-Methode;</li> <li>- können komplizierte Tragwerke unter Einsatz der FE-Methode berechnen und bemessen;</li> <li>- können lineare und nichtlineare FE-Analysen durchführen;</li> <li>- beherrschen die praxisorientierte Modellierung von Systemen des Massivbaus;</li> <li>- verfügen über Grundkenntnisse des Building Information Modeling.</li> </ul>

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnellenbach-Held, M.: Finite Elemente im Massivbau, Skript zur Vorlesung</li> <li>- Bathe, K.J.: Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1986</li> <li>- Rombach, G.: Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Betonbau, 2. Aufl. 2007</li> <li>- Hausknecht, K., Liebich, T.: BIM-Kompandium, Fraunhofer IRB, Stuttgart, 2016</li> </ul>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betonbau 6 - Sonderkapitel des Massivbaus und Instandsetzung</b>			
<b>Course title English</b>			
Concrete Structures 6 - Special chapter of massive construction and maintenance			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigteilbau: technische Regeln, Konstruktion, Transport und Montage</li> <li>- Fertigteile im Hochbau: Grundsätze, Bauteile und typische konstruktive Einzelheiten</li> <li>- Fertigteile im Brückenbau und Tiefbau</li> <li>- Grundlagen des Mauerwerksbaus; Bemessung von unbewehrtem und bewehrtem Mauerwerk</li> <li>- Befestigungstechnik</li> <li>- Behälterbau</li> <li>- Heißbemessung von Stahlbetonstützen</li> <li>- Schutz und Instandhaltung von Betonbauteilen</li> <li>- Planung und Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen mit Beton, Mörteln, Oberflächenschutzsystemen und Rissfüllstoffen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- besitzen Kenntnisse über die und Konstruktion mit Fertigteilen</li> <li>- beherrschen die Grundlagen der Mauerwerksbemessung</li> <li>- beherrschen die Grundlagen der Befestigungstechnik</li> <li>- beherrschen die Grundlagen der Bemessung für den Behälterbau</li> <li>- beherrschen die Grundlagen der Heißbemessung von Stahlbetonstützen</li> <li>- beherrschen die Grundlagen der Instandhaltungsplanung von bestehenden Betonbauwerken und deren Instandsetzung mittels Instandsetzungsstoffen</li> </ul>

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steinle, A., Bachmann, H., Tillmann, M.: Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau, BetonKalender 2016, Teil 1, Ernst &amp; Sohn</li> <li>- Furche, J., Bauermeister, U.: Elementbauweise mit Gitterträgern nach Eurocode 2, BetonKalender 2016, Teil 1, Ernst &amp; Sohn</li> <li>- Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau: Betonfertigteile im Geschoß- und Hallenbau, Verlag Bau + Technik Düsseldorf 2009</li> <li>- Mauerwerkskalender 2014, Ernst &amp; Sohn</li> </ul>

- Schubert, P., Schneider, K.-J., Schoch, T.: Mauerwerksbau-Praxis nach Eurocode, 2014, Beuth-Verlag
- Ehmman, St., Morgen, K., Ruckenbrod, C.: Silos, BetonKalender 2016, Teil 2, Ernst & Sohn
- Tebbe, H., Gerlach, J., Siebert, B.: Landwirtschaftliches Bauen - Chemischer Angriff auf Betonbauwerke, BetonKalender 2016, Teil 2, Ernst & Sohn
- Eligehausen, R., Mallee, R.: Befestigungstechnik in Beton- und Mauerwerksbau, 2000, Ernst & Sohn
- SIVV-Handbuch, Fraunhofer IRB Verlag, 2008
- Eßer, A.: Füllen von Rissen und Hohlräumen, DAFStb. Heft 527, 2006

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betriebswirtschaftslehre 3 - Investition und Finanzierung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen</li> <li>- Management der Kapitalverwendung</li> <li>- Management der Kapitalbeschaffung</li> <li>- Neuere Entwicklungen zur Investitions- und Finanzierungstheorie</li> </ul> <p>übung:</p> <p>Aufgabenkompendium des Managements der Kapitalverwendung und der Kapitalbeschaffung</p> <p>Ausführliche Informationen unter:  <a href="http://www.studium.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W1E-MH-Bachelor-BWL-2006.pdf">http://www.studium.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W1E-MH-Bachelor-BWL-2006.pdf</a></p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Vorlesung:</p> <p>Vermittlung grundlegender Kenntnisse der Investitions- und Finanzierungsrechnung. Dazu gehört die Interpretation der Investition als Zuführung von Ressourcen zu neuen Verwendungszwecken nach Herauslösen aus bisherigen Verwendungen (Desinvestition). Investitions- und Finanzierungsprozesse sind nicht isoliert zu betrachten, sondern bestehen aus komplexen Leistungsbündeln.</p> <p>übung</p> <p>Diskussion der Vorlesungsinhalte anhand ausgewählter Fallbeispiele, die sowohl theoretische Kenntnisse als auch anwendungsbezogene Fertigkeiten der Investitions- und Finanzierungsrechnung festigt.</p>

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

<b>Literatur</b>
<p>Brealey, A./Myers, S. T., Principles of Corporate Finance, (21 QBW 2064)</p> <p>Perridon, L./Steiner, M., Finanzwirtschaft der Unternehmung, (21 QBR 1631)</p> <p>Schmidt, R. H./Terberger, E., Grundzüge der Investitions- und Finanzierungstheorie, (21 QBR161)</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betriebswirtschaftslehre 4 - Operatives Controlling</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
2 x 1,5h			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Grundlagen: Begriff, Aufgaben und Zielsetzungen des Controlling; Abgrenzung zwischen strategischem und operativem Controlling; Sichtweisen auf das Controlling (insb. systemtheoretischer Ansatz/ System Dynamics) Modellierung der Steuerung und Überwachung von operativen Unternehmensteilprozessen und deren Auswirkungen im Rechnungswesen auf Basis von System Dynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren der Kosten-/ Leistungsrechnung und des Kosten- / Erlösmanagements</li> <li>- Break-Even-Analyse (Einprodukt-/Mehrproduktfall, Teilkosten-/ Vollkostenrechnung)</li> <li>- Plankostenrechnung</li> <li>- Abweichungsanalysen (Methoden Abweichungsverrechnung, Ergebnisabweichungsanaly.)</li> <li>- Prozesskostenrechnung (Activity Based Costing)</li> </ul> <p>Kennzahlen und Kennzahlensysteme im Überblick  Ausführliche Informationen unter: <a href="http://www.studium.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W1E-MH-Bachelor-BWL-2006.pdf">http://www.studium.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W1E-MH-Bachelor-BWL-2006.pdf</a></p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Kenntnisse der Studierenden sollen aus dem Bereich Internes und Externes Rechnungswesen vertieft und ausgebaut werden. Im ersten Teil der Veranstaltung soll den Studierenden insbesondere die systemtheoretische Sichtweise auf das Controlling nähergebracht und ein Einblick in System Dynamics sowie in die dynamische und stochastische Simulation gegeben werden. Damit sollen den Studierenden Ansätze aufgezeigt werden, wie der Komplexität der realen Unternehmensumwelt begegnet werden kann. Damit wird das Problembewusstsein hinsichtlich vereinfachender Annahmen in der Betriebswirtschaftslehre geschärft. Die Studierenden lernen nicht nur, Zusammenhänge zu erkennen und kritisch zu analysieren, sondern selbstständig dynamische Modelle zu bauen und zu simulieren und somit Wechselwirkungen in Systemen zu erfassen. Die Planungs- und Kontrollrechnungen des operativen Controlling liefern die notwendigen Informationen, um im kurz- bis mittelfristigen Zeitrahmen die Unternehmensprozesse zielorientiert auszurichten. Die hierfür geeigneten Instrumente werden den Studierenden im zweiten Teil der Veranstaltung praxisnah und softwaregestützt vermittelt und kritisch hinterfragt. Neben der Methodenkompetenz erhalten Studierende Basisfertigkeiten im Umgang mit betriebswirtschaftlicher Anwendungssoftware vermittelt.</p>

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

## Literatur

- Coenenberg, Adolf G. (2003): Kostenrechnung und Kostenanalyse, 5., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2003
- Coenenberg, Adolf G. (2003): Kostenrechnung und Kostenanalyse - Aufgaben u. Lösung-gen, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2003
- Horngren, Charles T. et al. (2002) : Management and Cost Accounting, Second Edition, Pearson Education Limited
- Schweitzer, Marcell/ Troßmann, Ernst (1998): Break-even-Analysen: Methodik und Einsatz, 2., neubearb. und erg. Auflage, Berlin: Duncker und Humblot, 1998, S. 14 - 172
- Serman, John D.: Business dynamics, Boston: McGraw-Hill, 2000

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betriebswirtschaftslehre 5 - Strategisches Controlling</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notwendigkeit strategischer Überlegungen bei der Ausrichtung der Unternehmensentwicklung</li> <li>- Analytic Hierarchy Process (AHP)</li> <li>- Entwicklung einer Strategie durch Unternehmens- und Umweltanalyse</li> <li>- Erfahrungskurvenkonzept</li> <li>- Produktlebenszykluskonzept</li> <li>- Portfoliotechniken</li> <li>- Lebenszykluskostenrechnung (Product Life Cycle Costing)</li> <li>- Zielkostenrechnung (Target Costing)</li> <li>- Netzplantechnik und Projektcontrolling</li> <li>- Kennzahlen und Kennzahlensysteme einschließlich Balanced Scorecard</li> <li>- System Dynamics als Methode zum Aufbau von Management Cockpits</li> </ul> <p>Übung: Aufgaben und Beispiele zum Inhalt der Vorlesung (z.B. Umsatzprognose, AHP, SPACE-Analyse, Erfahrungskurve, Bass-Modell, Erstellung ausgewählter Portfolios, Lebenszykluskostenrechnung, Zielkostenrechnung, Erstellung eines Netzplans und Projektkostenrechnung).</p> <p>Ausführliche Informationen unter:  <a href="http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W3-MH-Master-BWL-EuF-2009.pdf">http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W3-MH-Master-BWL-EuF-2009.pdf</a></p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sollen sich mit den vielfältigen Aspekten der Frage beschäftigen: Was ist eine Strategie?</li> <li>- sollen die systemtheoretische Sichtweise auf das Controlling zur Herleitung von Lösungsstrategien in praxisrelevanten Aufgabenstellungen nutzen können</li> <li>- sollen ausgewählte Instrumente des Strategischen Controllings praxisnah und softwaregestützt einsetzen können</li> <li>- sollen eine kritische Grundhaltung bei der Beurteilung und Prüfung strategischer Unternehmenspläne entwickeln</li> <li>- können die Eignung einschlägiger Instrumente des S.C. anhand ihrer Stärken und Schwächen für eine spezifische Aufgabenstellung beurteilen und das Instrumentarium selbständig anwenden</li> </ul>
---

<b>Description / Content English</b>

## Learning objectives / skills English

## Literatur

Baum, Heinz-Georg/ Coenenberg, Adolf G./ Günther, Thomas (2007): Strategisches Controlling, 4. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2007.

Coenenberg, Adolf G. (2007): Kostenrechnung und Kostenanalyse, 6., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2007.

Lombriser, Roman/ Abplanalp, Peter A. (2005): Strategisches Management, 4., Auflage, Zürich: Versus, 2005.

Sterman, John D.: Business dynamics, Boston: McGraw-Hill, 2000.

Meixner, Oliver / Haas, Rainer (2002): Computergestützte Entscheidungsfindung: Expert Choice und AHP – innovative Werkzeuge zur Lösung komplexer Probleme, Frankfurt am Main; Wien: Redline Wirtschaft bei überreuter, 2002.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Betriebswirtschaftslehre 7 - Institutionelles Risikomanagement</b>			
<b>Course title English</b>			
Financial Risc Management			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>Die Veranstaltung beinhaltet Aufbau und Funktionsweise der Wertpapierbewertung und der damit verbundenen Risikobegriffe. Das Management von Wertpapierportfolios wird im Anschluss untersucht und mündet in die Betrachtung der Derivatetheorien.</p> <p>Um die theoretischen Grundlagen der Wertpapierbewertung zu schaffen, werden u.a. die Modelle der Portfoliotheorie, das CAPM und dessen Erweiterungen, das Faktorenmodell von Fama/French und das Modigliani-Miller-Modell gelehrt.</p> <p>Das Management von Wertpapierportfolios wird durch die Performancemessung auf Basis des CAPM, der Varianz-Dekomposition und Index Tracking und des Wertpapiermanagement und Shortfall-Risiko erläutert. Die Lehre der Derivatetheorien konzentriert sich auf die fundamentalen Bewertungsansätze, die Betrachtung von Forwards und Futures oder die Bewertung unbedingter Terminkontrakte. Einer allgemeinen Fair-Value-Bewertung von Futures folgt die Betrachtung des Basisrisikos und das Basishedging bzw. das Hedging mit Indexfutures.</p> <p>Zudem werden Optionsstrategien besprochen und eine Optionsbewertung durchgeführt.</p> <p>Ausführliche Informationen unter:  <a href="http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W3-MH-Master-BWL-EuF-2009.pdf">http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/Studium-und-Lehre/Modulhandbuecher/W3-MH-Master-BWL-EuF-2009.pdf</a></p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden erhalten Kenntnisse der grundsätzlichen Risikobegriffe. Neben der allgemeinen Kapitalmarkttheorie haben die Studierenden einzelne Bewertungsmodelle in der Grundstruktur, wie auch in den Erweiterungen, grundsätzlich verstanden und können diese ergebnisorientiert zur Bewertung heranziehen. Die Studierenden haben die Derivatetheorie, in der die Duplikationsbewertung als zentrales Bewertungsschema vorgestellt wird, verstanden und können diese sicher anwenden.</p> <p>Im Lehrgespräch mit den Lehrenden werden die Studierenden auch lernen, Standpunkte herauszubilden und diese gegenüber ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen zu vertreten. Im Rahmen der Herausbildung dieser Kompetenzen sollen die Studenten Phasen dieser Lehrgespräche selbst moderieren, um die notwendige Führungskompetenz sowohl fachlich als auch sozial zu erlernen.</p> <p>Sie besitzen die Kompetenz eigenständig Modelle für Sachverhalte rund um das Risikomanagement zu konstruieren, zu analysieren und Schlussfolgerungen abzuleiten.</p>

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

## Literatur

- Black, Fischer: Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing Journal of Business, 1972, 45, 444
- Black, Fischer and Scholes, Myron: The Pricing of Options and Corporate Liabilities Journal of Political Economy, 1973, 81, 637-654.
- Breeden, Douglas T.: An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and investment opportunities, Journal of financial economics, 1979, 7, s. 265-296.
- Breeden, Douglas T. and Litzenberger, Robert H.: Prices of State-contingent Claims Implicit in Option Prices Journal of Business, 1978, 51, 621-651.
- Breuer, Wolfgang/ Gürtler, Marc/ Schumacher, Frank: Portfoliomanagement, 1999.
- Breuer, Wolfgang: Investition II: Entscheidungen bei Unsicherheit, 2. Aufl., 2002.
- Cox, John C. and Ross, Stephen A. and Rubinstein: Mark Option Pricing: A Simplified Approach Journal of Financial Economics, 1979, 7, 229-263. etc.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Computational Inelasticity</b>			
<b>Course title English</b>			
Computational Inelasticity			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung behandelt Methoden zur numerischen Lösung von physikalisch nichtlinearen Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Es wird eine Reihe nichtlinearer Materialgesetze vorgestellt, mit folgende Gliederung der Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivation und überblick</li> <li>- Schädigung bei kleinen Verzerrungen</li> <li>- Elasto-Plastizität bei kleinen Verzerrungen</li> <li>- Hyperelastizität (große Verzerrungen)</li> <li>- Grundlagen der Invariantentheorie</li> <li>- Anisotropie</li> <li>- Finite J2-Plastizität</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Kenntnisse bezüglich nichtlinearer Materialgleichungen sowie deren numerischer Behandlung. Dabei sollen gängige Eigenschaften (z. B. isotrope Elasto-Plastizität bei kleinen Deformationen) durch moderne Anforderungen an Materialmodelle (z. B. große Verzerrungen oder Anisotropie) ergänzt werden. Die Studierenden erhalten umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der numerischen Materialbeschreibung und lernen die Möglichkeiten sowie Grenzen der Simulation moderner Materialien kennen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The lecture deals with methods for the numerical solution of physically nonlinear initial and boundary value problems in mechanics. A number of nonlinear material laws are presented, with the following structure of the lecture:</p> <p>Motivation and Overview            damage for small strain theory            Elasto-plasticity for small strain theory            Hyperelasticity (large strain theory)</p>

Basics of the invariant theory  
Anisotropy  
Finite J2-plasticity

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

Students master the basic knowledge of nonlinear material equations and their numerical treatment. Common properties (e.g. isotropic elasto-plasticity at small deformations) should be supplemented by modern requirements for material models (e.g. large distortions or anisotropy). Students will gain extensive knowledge in the field of numerical material description and will learn about the possibilities and limits of the simulation of modern materials.

#### **Literatur**

- [1] J.C. Simo, T.J.R. Hughes [2004], Computational Inelasticity, Springer.
- [2] J. Lemaitre [1996], A Course on Damage Mechanics, Springer.
- [3] I. Doghri [2000], Mechanics of Deformable Solids, Springer.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Computer Languages for Engineers</b>			
<b>Course title English</b>			
Computer Languages for Engineers			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS/SS	Englisch	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>Prozedurale Sprachen Felder und Datenstrukturen,  Arbeiten mit Dateien mit sequentiell und direktem Zugriff,  Implementierung indizierter Listen,  Speichermangement unter Voraussetzung statischer Felder (Memory-Mapping),  Objektorientierte Sprachen,  Grundbegriffe objektorientierten Modellierens,  Container-Klassen,  Rekursive Datenstrukturen,  verkettete Listen und Baumstrukturen,  Einsatz von Template-Bibliotheken,  Implementierungsbeispiele iterativer Algorithmen,  Gauß-Algorithmus mit Spaltenpivotsuche,  Gauß-Algorithmus als Dreieckszerlegung,  Cholesky-Verfahren als Dreieckszerlegung unter Berücksichtigung kompakter Datenspeicherung,  Lösen eines linearen Gleichungssystems mit mehreren rechten Seiten,  Gauß-Seidelsches Iterationsverfahren,  Jakobi-Verfahren zur Berechnung von Eigenwerten einer symmetrischen Matrix</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden erlernen in der Vorlesung die Fähigkeit, komplexe Problemstellungen aus der numerischen Mathematik bzw. aus der Kontinuumsmechanik mit Hilfe der in diesem Umfeld etablierten Programmiersprachen zu implementieren. Die Studierenden erlernen die Fähigkeit Problemstellungen zunächst im Rahmen von Algorithmen zu abstrahieren. Sie erlangen die Fähigkeit Algorithmen zum einen mit den Mitteln der klassischen prozeduralen Programmierung im Umfeld einer klassischen Software-Realität zu implementieren (z.B. gängige FORTRAN-FE-Plattformen wie FEAP). Weiter erlangen Sie die Fähigkeit Algorithmen im Rahmen eines modernen objekt-orientierten Ansatzes für heute übliche Software-Realitäten zu implementieren. Die Studierenden erlangen zudem die Fähigkeit die zu modellierende Datenrealität auf gängige Container-Klassen-Konzepte abzubilden und mit Hilfe standardisierter Bibliotheken zu implementieren.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Procedural Languages  fields and structures of data  working with files with sequential and direct access  implementing of indexed lists  memory-management presupposing static fields (Memory-Mapping)  Object-oriented Languages  fundamental terms for object-oriented modelling</p>

container-classes  
recursive structures of data, chained lists and hierarchic structures  
use of template-libraries  
Examples of implementing iterative algorithms  
Gauss-Algorithm with coloumn pivo seach  
Gauss-Algorithm as triangular decomposition  
Cholesky-Method as triangular decomposition considering compact data storage  
Solving a system of linear equations with several right hand sides  
Gauss-Seidel Method  
Jakobi Method for determining the intrinsic value of a symmetric matrix  
Examples of implementing recursive algorithms  
Hoare's Quick-Sort  
Backtracking algorithms (e.g. Eight Queens Puzzle, Knight's Tour)

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

The participants will gain the competence of implementing complex numeric-mathematical and continuum-mechanical problems by means of the established programming language. The students will learn to abstract problems within the scope of algorithms at first. They will achieve the competence of implementing algorithms by means of classical procedural programming under the use of classical software-realities (e.g. common FORTRAN-FE-platforms like FEAP). In addition they will learn to implement algorithms within a modern object oriented approach for standard software-realities. The participants will also learn to map the data to common container-class-concepts and to implement these by means of standardized libraries.

#### **Literatur**

- N. Wirth, „Algorithmen und Datenstrukturen“,
- R. Sedgewick „Algorithms in C++“
- S. Chapman „FORTRAN 90/95 for Scientists and Engineers“

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Continuum Mechanics</b>			
<b>Course title English</b>			
Continuum Mechanics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Im Rahmen des Moduls werden die kontinuumsmechanischen Grundlagen zur Beschreibung der thermomechanischen Verhaltens verschiedener Materialien behandelt. Aufbauend auf der Kinematik werden Deformationsmaße formuliert. Der Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Formulierung der Feldgleichung (Bilanzgleichungen) hinsichtlich der Beschreibung des Verhaltens von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen. Die Inhalte des Moduls sind wie folgt gegliedert:

- Kinematik
- Bewegung; Transporttheoreme; Deformations- und Verzerrungsmaße, Deformations- und Verzerrungsgeschwindigkeiten, Lie Ableitungen, Polar Zerlegung, Spektral Zerlegung
- Kräfte und Spannungen
- Cauchyscher und Kirchhoffscher Spannungstensor, Piola-Kirchhoffsche Spannungstensoren
- Bilanzgleichungen und Entropieungleichung
- Massenbilanz, Bilanz der Bewegungsgröße, Drallbilanz, Energiebilanz (1. Hauptsatz der Thermodynamik, Entropieungleichung (2. Hauptsatz der Thermodynamik))

Die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Feldgleichungen werden anhand von relevanten Problemstellungen unter Einbeziehung von einfachen Materialgesetzen aufgezeigt und diskutiert.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden erlernen in der Vorlesung die Fähigkeit, das mechanische Verhalten von Materialien mit Hilfe der Kontinuumsmechanik komplex darzustellen. Zu Beginn werden die aus dem Bachelor-Studiengang bekannten mechanischen Größen wie Verzerrungen und Spannungen im Rahmen einer kontinuumsmechanischen Darstellung formuliert. Die Studierenden erlernen hierdurch die Fähigkeit zur Abstraktion mechanischer Größen. Hiernach werden aus den Bilanzgleichungen die klassischen statischen und dynamischen Gleichgewichtsbeziehungen hergeleitet. Die Studierenden erlernen damit die Fähigkeit, aus den abstrakten Formulierungen der Kontinuumsmechanik konkrete Rand- und Anfangswertprobleme zu formulieren. Am Ende werden einfache Materialgleichungen besprochen und die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Feldgleichungen aufgezeigt und diskutiert.

Die Studierenden beherrschen

- Grundlagen der Vektor- und Tensorrechnung,
- die globalen und lokalen Formen der Bilanzen (Lagrangesche und Eulersche Formulierungen),
- können lokale Deformationen berechnen (Streckungen und Rotationen) und
- die schwache Form der Bilanz der Bewegungsgröße formulieren und ein 2-D-Randwertproblem im Rahmen der Festkörpermechanik numerisch umsetzen.

### Description / Content English

In the framework of this module the continuum mechanical foundations are treated to describe the thermodynamical material behavior of several materials. Based on the kinematic, deformation measurements are introduced. The focus of this lecture are the balance laws of continuum mechanics to describe the behavior of solids, fluids and gases. The contents of the module are:

- Kinematics: Motion, Transport theorems, Deformations and strain measurements Deformations and strain velocities, Lie Derivation, Polar Decomposition, Spectral Decomposition
- Forces and stresses, Cauchy's lemma and theorem, Cauchy, Kirchhoff and Piola-Kirchhoff stress tensors
- Balance equations and entropy inequality Thermodynamic Modeling, Balance equation of mass, Balance equation of momentum, Balance equation of moment of momentum, Balance equation of energy (first law of thermodynamics), Entropy inequality (second law of thermodynamics)

The opportunities of application of the single field equations are presented in form of relevant problems and concerning simple material laws.

### Learning objectives / skills English

In the lecture students will acquire the skills necessary to describe the mechanical behavior of materials with the help of continuum mechanics. First, representations using familiar mechanical quantities from the bachelor study (i.e. stress and strain) will be formulated within the framework of continuum mechanics. Through this, students will acquire the skills for the abstraction of mechanical variables. Hereafter, the classical static and dynamic equilibrium relations will be derived from the balance equations. This will enable students to formulate concrete boundary-and-initial value problems out of the abstract formulations of continuum mechanics. Lastly, simple elastic material equations and the application possibilities of these field equations will be.

### Literatur

- Holzappel, G.A.: Nonlinear solid mechanics. Wiley, 2000.  
 Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum Methods of Physical Modeling-Continuum Mechanics, Dimensional Analysis, Turbulence. Springer, 2004.  
 Müller, I.: Grundzüge der Thermodynamik. Springer, 1994.  
 Wilmanski, K.: Thermomechanics of continua. Springer, 1998.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Datenbanken im digitalen Bauen</b>			
<b>Course title English</b>			
Databases in Digital Construction			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
Hausarbeit mit Präsentation 50%			
Mündliche Prüfung, 30-60 Min. oder			
schriftliche Prüfung (Klausurarbeit oder elektronisch), 1 Std 50%			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen Datenbanken</li> <li>- Einführung relationale Datenbanken</li> <li>- Einführung SQL</li> <li>- Bedeutung von Kommunikationssysteme für Datenbanken</li> <li>- Datenbanken in digitalen Bauprojekten</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende lernt die den Aufbau und die grundlegenden Konzepte von Datenbanken (insbesondere relationale Datenbanken) und kann einfache Probleme angemessen modellieren.

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

<b>Literatur</b>
Sattler, Saake, Heuer: Datenbanken: Konzepte und Sprachen, Mitp2013
Steiner: Datenbanken Konzepte und Sprachen, Springer 2014
Vorlesungsmaterialien

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Dünnschichttechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
<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>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der kinetischen Gastheorie; Bauteile und Werkstoffe der Vakuumtechnik; Abscheidung und Wachstum dünner Schichten (strukturell, chemisch, optisch); Anwendungen: Hartstoffschichten (insbes. - Diamant); optische Schichten, magnetische und optische Datenspeicherung, Heterostrukturbauelemente</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Vakuumtechnik der Dünnschichttechnologie.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Wutz, H. Adam, W. Walcher: Theorie und Praxis der Vakuumtechnik</li> <li>- M. Ohring: The materials science for thin films</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Effective Properties of micro-heterogeneous Materials</b>			
<b>Course title English</b>			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analytische Homogenisierungsmodelle</li> <li>- Numerische Homogenisierungsmethoden</li> <li>- Abschätzung effektiver (makroskopischer) Materialparameter linearer Problemstellungen</li> <li>- Vorstellung geeigneter numerischer Konzepte für geometrisch und physikalisch nichtlineare Aufgabenstellungen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden können zur effektiven Beschreibung von so genannten mikroheterogenen Materialien makroskopische Ersatzmodelle definieren. Sie können neben den klassischen analytischen Modellen auch numerische Homogenisierungsverfahren anwenden.

<b>Description / Content English</b>
Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>– concept of micro-macro-transitions</li> <li>– homogenization and localization</li> <li>– representative volume elements</li> </ul> Analytical methods <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eshelbys approach</li> <li>– Mean-Field-Theory of Tanaka and Mori</li> <li>– Hashin-Shtrikman varitonal principles</li> </ul> Discret numerical homogenization <ul style="list-style-type: none"> <li>– definition of macroscopic variables</li> <li>– macroscopic and microscopic boundary value problems</li> <li>– macro homogeneity condition (Hill-condition)</li> <li>– derivation of different microscopic boundary condition</li> <li>– numerical computation of effective material parameter</li> <li>– material instabilities</li> </ul>

### Learning objectives / skills English

In recent years multiphase steels have become a higher impact in many technical applications, because they allow to be designed with respect to the technical requirements. For a description of their effective material properties of these micro-heterogeneous materials macroscopic models have to be defined. The numerical homogenization schemes are applied to an increasing number of problems to overcome the restrictions of the classical analytical approaches. The goal of this course is the teaching of the basic knowledge of this research topic.

### Literatur

- [1] Nemat-Nasser S. & Hori M. [1999]: Micromechanics: Overall properties of heterogeneous materials, Band 36 der Reihe North-Holland series in applied mathematics and mechanics. Elsevier Science Publisher B.V., 2. Auflage.
- [2] Schröder J. [2000], Homogenisierungsmethoden der nichtlinearen Kontinuumsmechanik unter Beachtung von Stabilitätsproblemen, Habilitationsschrift.
- [3] Zhodi I. T. & Wriggers P. [2004]: Introduction to Computational Micromechanics, Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics Vol. 20, Springer Verlag.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Einführung in die Kontinuumsmechanik</b>			
<b>Course title English</b>			
Introduction in Continuum Mechanics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
<p>Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch 1h  oder  mündliche Prüfung, 30 bis 60 Minuten  oder  Vortrag mit Kolloquium, 30 bis 60 Minuten  oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium  (30 bis 60 Min.)</p>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Während eines Prozesses sind Dichte, Geschwindigkeit und Temperatur nicht an allen Stellen eines Körpers (Festkörper, Flüssigkeit oder Gas) gleich und im Allgemeinen zeitlich nicht konstant. Es ist das Ziel der Veranstaltung, die beschreibenden Feldgleichungen (Bilanzgleichungen) zur Bestimmung der zeitabhängigen Felder innerhalb eines Körpers für Rand- und Anfangswertprobleme zu diskutieren.</p> <p>Einführung in die Vektor- und Tensorrechnung  Vektor- und Tensorrechnung  Vektor- und Tensoranalysis</p> <p>Kinematik  Bewegung  Transporttheoreme  Deformations- und Verzerrungsmaße  Deformations- und Verzerrungsgeschwindigkeiten</p> <p>Kräfte und Spannungen  Theorem von Cauchy - Cauchyscher und Kirchhoffscher Spannungstensor, Piola-Kirchhoffsche Spannungstensoren</p> <p>Bilanzgleichungen der Mechanik  Massenbilanz  Bilanz der Bewegungsgröße - Drallbilanz  Energiebilanz (1. Hauptsatz der Thermodynamik)</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Vektor- und Tensorrechnung. Sie können lokale Deformationen berechnen (Streckungen und Rotationen) und sind in der Lage, die globalen und lokalen Formen der Bilanzen (Lagrangesche und Eulersche Formulierungen) herzuleiten. Sie können die schwache Form der Bilanz der Bewegungsgröße formulieren und ein 2-D-Randwertproblem im Rahmen der Festkörpermechanik numerisch umsetzen.</p>

**Description / Content English**

During a process, density, velocity and temperature are not equal in every material point of the body (solid, liquid or gas) and in general they are not constant in time. The aim of the course is the discussion of the describing field equations (balance equations) with respect to the determination of the time dependent field quantities for boundary and value problems.

Introduction to vector and tensor calculus

- Vector and tensor calculus
- Vector and tensor analysis

Kinematics

- Motion
- Transport theorems
- Deformations and strain measurements
- Deformations and strain velocities

Forces and stresses

- Cauchy's lemma and theorem
- Cauchy, Kirchhoff and Piola-Kirchhoff stress tensors

Balance equations

- Balance equation of mass
- Balance equation of momentum
- Balance equation of moment of momentum
- Balance equation of energy (first law of thermodynamics)

**Learning objectives / skills English**

The students master the basics of vector and tensor calculation. They can calculate local deformations (extensions and rotations) and are able to derive the global and local forms of the balance equations (Lagrangian and Euler formulations). They can formulate the weak form of the balance of the movement size and numerically implement a 2-D boundary value problem within the framework of solid-state mechanics.

**Literatur**

- de Boer, Reint: Vektor- und Tensorrechnung für Ingenieure. Springer, 1982.  
 Haupt, Peter: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer, 2002.  
 Holzapfel, G.A.: Nonlinear solid mechanics. Wiley, 2000.  
 Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum methods of physical modeling. Springer, 2004.  
 Itskov, M.: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers: With Applications to Continuum Mechancs. Springer, 2007.  
 Müller, I.: Grundzüge der Thermodynamik. Springer, 1994.  
 Müller, Ingo & Müller, Wolfgang H.: Fundamentals of Thermodynamics and Applications: With Historical Annotations and Many Citations from Avogadro to Zermelo. Springer, 2009.  
 Wilmanski, K.: Thermomechanics of continua. Springer, 1998.

<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	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>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>Finite Element Method - Coupled Problems</b>			
<b>Course title English</b>			
Finite Element Method - Coupled Problems			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung von gekoppelten thermodynamisch konsistenten Materialgleichungen</li> <li>- Erweiterung des Gleichungssystems um zusätzliche Prozessvariablen wie z. B. die Temperatur, das elektrische Feld oder eine chemische Zustandsvariable</li> <li>- numerischen Lösung im Rahmen der finite Element Approximation</li> <li>- Betrachtung geeigneter numerischen Approximationsverfahren</li> <li>- Diskretisierung zeitabhängiger Größen</li> <li>- Implementierung des gekoppelten Problems in eine geeignete finite Elemente Formulierung</li> <li>- Anwendungsfelder für gekoppelte Mehrfeldprobleme</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage, gekoppelte mechanische Probleme unter Verwendung der Methode der finiten Elemente numerisch zu behandeln und zu lösen. Die Studierenden erlernen dabei Techniken, mit denen auch andere als die explizit in dem Kurs behandelten gekoppelten Probleme gelöst werden können. Die Studierenden werden damit in die Lage versetzt, Lösungsstrategien für allgemeine gekoppelte Probleme zu entwerfen.

<b>Description / Content English</b>
For many industrial applications a description of materials under thermo-electro-mechanical influences is needed. Examples of this are thermo-mechanical fatigue, piezo-electric materials or EAPs (Electroactive Materials). In the lecture the behavioral response of the materials within the framework of a continuum mechanical description will be discussed with respect to <ul style="list-style-type: none"> <li>- thermo-mechanical couplings,</li> <li>- electro-mechanical couplings and</li> <li>- thermo-electro-mechanical couplings.</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>- discuss the continuum mechanics of thermo-electro-mechanical coupled systems,</li> </ul>

- formulate thermo-dynamically consistent material within coupled systems,
- formulate boundary condition within coupled systems,
- prepare the coupled equation system for numerical treatment and
- verify the calculation concept with the help of numerical example calculations.

The theory for thermo-electro-mechanical coupled one-component materials will be introduced as a conceptual access point for the discussion of discrete coupled systems. The conceptual procedure for the development of thermo-dynamically consistent material equations will be also be discussed. The solution of the resulting equation system occurs numerically under the use of the Finite Element Method (FEM). The lecture is accompanied by computer exercises in the CIP-Pool. For the solution of multi-field problems the FE-Program FEAP (student version) or other programs (Maple, Matlab, Python) will be used.

### Literatur

Holzapfel, G.A.: Nonlinear solid mechanics. Wiley, 2000.  
Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum methods of physical modeling. Springer, 2004.  
Itskov, M.: Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers: With Applications to Continuum Mechanics. Springer, 2007.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Finite Element Method - Multiphase Materials</b>			
<b>Course title English</b>			
Finite Element Method - Multiphase Materials			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antwortverhalten der Materialien im Rahmen einer kontinuumsmechanischen Beschreibung</li> <li>- Motivation und Überblick</li> <li>- Einführung in die Theorie poröser Medien (TPM)</li> <li>- Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen</li> <li>- Kontinuumsmechanische Behandlung</li> <li>- Beispiel: Flüssigkeitsgesättigter poröser Festkörper, Diskussion der Randbedingungen, Aufbereitung des gekoppelten Gleichungssystems für die numerische Behandlung, Verifikation des Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrphasensysteme kontinuumsmechanisch behandeln</li> <li>- thermodynamisch konsistente Materialgleichungen bei Mehrphasensystemen formulieren</li> <li>- Randbedingungen bei Mehrphasensystemen formulieren</li> <li>- das gekoppelte Gleichungssystem für die numerische Behandlung aufbereiten</li> <li>- das Berechnungskonzept anhand numerischer Beispielrechnungen verifizieren</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
The Theory of Porous Media will be introduced as a conceptual access point for the discussion of discrete multiphase materials. The conceptual procedure for the development of thermo-dynamically consistent material equations will be also be discussed. The solution of the resulting equation system occurs numerically under the use of the Finite Element Method (FEM). On account of the mostly strong, coupled and non-linear character of the equation system which is to be solved, special element models will be introduced. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivation and Overview</li> <li>- Introduction to the Theory of Porous Media (TPM)</li> <li>- Development of thermo-dynamically consistent material equations</li> </ul>

- Treatment of Continuum Mechanics
- Example: liquid saturated porous solids
- Discussion of boundary conditions
- Preparation of the coupled equation system for numerical treatment
- Verification of the calculation concept with the help of numerical example calculations

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

For many industrial applications a description of materials which are made up of many components is needed. Examples of this are liquid-saturated porous grounds, filters where gas is passed through or biomaterials. Furthermore, in process simulations such as steel production descriptions using multi-phase material models are reasonable. In the lecture the behavioral response of the materials within the framework of a continuum mechanical description will be discussed.

Students will be able to

- discuss the continuum mechanics of multi-phase systems
- formulate thermo-dynamically consistent material equations within multi-phase systems
- formulate boundary conditions within multi-phase systems
- prepare the coupled equation system for numerical treatment
- verify the calculation concept with the help of numerical example calculations

#### **Literatur**

- de Boer, R.: Theory of porous media - highlights in the historical development and current state, Springer-Verlag, 2000.
- Ricken, T.: Kapillarität in porösen Medien - Theoretische Untersuchung und numerische Simulation, Dissertation, Shaker Verlag, Aachen, 2002.
- Ricken, T., Schwarz, A., Bluhm, J.: A Triphasic Model of Transversely Isotropic Biological Tissue with Application to Stress and Biological Induced Growth, Computational Materials Science 39, 124 – 136, 2007.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Geotechnik 4 - Bodenmechanik 2</b>			
<b>Course title English</b>			
Geotechnical Engineering 4 - Advanced Soil Mechanics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>Inhalt der Veranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung und Berechnung von Grundwasserströmungen als Randwertproblem auf Basis der Potenzialtheorie</li> <li>- Mechanismen der Schadstoffausbreitung im Boden in Verbindung mit Grundwasser</li> <li>- Grundlagen der Felsmechanik (Eigenschaften von Fels, Trennflächengefüge, Standsicherheitsbetrachtungen anhand der Lagenkugel, Laborversuche)</li> <li>- Einführung in die Stoffgesetze der Bodenmechanik (Elastizität, Plastizität, Viskosität, ...)</li> <li>- Berechnungen auf Basis der Grenzwerttheoreme (Spannungsfelder, starrplastische Bruchmechanismen), Methode der Kinematischen Elemente</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können Strömungen von Grundwasser im Boden beschreiben und berechnen</li> <li>- kennen die Mechanismen der Schadstoffausbreitung in Böden</li> <li>- können die wesentlichen Eigenschaften sowie das Materialverhalten von Fels beschreiben und können einfache Standsicherheitsnachweise des Felsbaus führen</li> <li>- kennen die wichtigsten Stoffgesetze für Böden und deren Anwendungen und können für eine geotechnische Problemstellung ein geeignetes Stoffgesetz auswählen</li> <li>- sind mit den Grenzwerttheoremen der Plastizitätstheorie sowie der Methode der Kinematischen Elemente vertraut und können diese auf einfache Problemstellungen aus der Geotechnik anwenden</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>Contents of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description and calculation of ground water flows as boundary value problem on the basis of potential theory</li> <li>- Mechanisms of pollution transport in soils in connection with ground water</li> <li>- Basics of rock mechanics (properties of rock, structural fabric and interfaces, structural safety considerations by use of the sphere diagram, laboratory experiments)</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students</p>

- are able to describe and calculate flows of ground water in soils
- know the mechanisms of pollution transport in soils
- are able to describe the predominant properties and the material behaviour of rock and are able to perform simple structural safety proofs in rock building
- know the most important constitutive laws for soils and their applications and are able to choose an appropriate constitutive law for a certain geotechnical problem
- are familiar with limit theorems of plasticity theory and with the method of kinematic elements. They are able to apply these theories to simple geotechnical problems

### Literatur

- Witt, K.-J. (Hrsg.): Grundbautaschenbuch, Band 1 (darin verschiedene Kapitel), Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- Lesny, K., Perau, E.: Bodenmechanisches Praktikum, Shaker Verlag
- Weitere Empfehlungen nach aktuellem Skript

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Geotechnik 5 - Sonderkapitel der Geotechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Geotechnical Engineering 5 - Special topics in Geotechnics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>Einführung in aktuelle geotechnische Aufgabenstellungen sowie deren Lösungsmethoden und -verfahren. Wichtiges Element dieses Moduls ist, dass ausgewiesene Experten aus der Baupraxis einen Anteil der Lehre übernehmen.</p> <p>Folgende Fragestellungen der Geotechnik werden zum Beispiel behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baugrundinjektionstechnik und Baugrundvereisung zur Verbesserung von Baugrundeigenschaften</li> <li>- Baugrunddynamik</li> <li>- Geotechnik des Tunnelbaus und Spezialtiefbau</li> <li>- Aktuelle regionale Fragestellungen der Geotechnik (z.B. Gründung in Bergsenkungsgebieten)</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen Sonderbereiche der Geotechnik kennen wie z.B. Baugrundinjektionstechnik, Baugrundvereisung, Spezialtiefbau, Tunnelbau</li> <li>- erhalten einen Einblick in aktuelle Bauprojekte mit komplexen und geotechnisch anspruchsvollen Aufgaben und lernen die Herangehensweise zur Lösung dieser Aufgaben kennen,</li> <li>- erkennen dabei, wie sie die bisher in Studium und Praktikum erworbenen Kenntnisse einbringen können</li> <li>- erkennen, dass zur Lösung von geotechnischen Aufgaben eine interdisziplinäre Herangehensweise erforderlich ist</li> <li>- erkennen, welche Anforderungen an Geotechnik Ingenieure in der Baupraxis gestellt werden</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>Introduction into actual geotechnical problems and their solution methods and techniques. An important element of this course is that renowned experts with practical experience in geotechnical engineering undertake a big part of the teaching.</p> <p>The following questions of geotechnical engineering are treated:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Injections into the subsoil and icing of soils in order to improve the properties of the construction ground</li> <li>- Soil dynamics</li> <li>- Geotechnical Engineering of tunneling and special underground engineering</li> <li>- Actual regional problems in geotechnical engineering (e.g. foundations in regions of mining subsidence)</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>

### The students

- learn about special fields in Geotechnical Engineering as, for example, injection techniques, icing, special underground engineering, tunneling
- get insight into actual construction projects with complex and geotechnical demanding tasks and learn about approaches to solve such problems,
- doing this, they recognize how to use the knowledge they got so far in studies and practical training
- realize that for the solution of geotechnical problems an interdisciplinary approach is essential
- recognize which requirements are imposed on engineers working in construction engineering

### Literatur

- Kutzner, C.: Injektionen im Baugrund, Enke-Verlag, Stuttgart, 1991
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ - EAU, Ernst & Sohn, Berlin
- Witt, K.-J. (Hrsg.): Grundbautaschenbuch, Bände 2 und 3 (darin verschiedene Kapitel), 7. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin
- Maidl; B.; Herrenknecht, M.; Anheuser, L.: Maschinelles Tunnelbau im Schildvortrieb, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1995 (UB uni-due: E41-XDJ 1656)
- Maidl; B.: Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, 3. Auflage, 2 Bände, Verlag Glückauf, Essen, 2004

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Geotechnik 6 - Mechanik granularer und poröser Medien</b>			
<b>Course title English</b>			
Geotechnical Engineering 6 - Mechanics of granular and porous media			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1			3
<b>Prüfungsleistung</b>			
Hausarbeit und Kolloquium während des Semesters			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Einführung in die wichtigsten Grundlagen der Rationalen Mechanik sowie der Theorie poröser und granularer Medien</p> <p>Einführung in Tools zur Mathematik und Mechanik</p> <p>Boden als zwei- bzw. dreiphasiges Material (Korngefüge, Wasser, ggf. Luft/öl, Eis oder Adsorbat)</p> <p>Phasenumwandlungen (z.B. Wasser – Eis)</p> <p>Hydrodynamische Kornumlagerungen (Erosion)</p> <p>Spezielle Anwendungsfelder (z.B. Dynamik)</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Grundlagen der Rationalen Mechanik und deren Anwendung bei mehrphasigen Materialien</li> <li>- können den Boden und seine mechanischen Eigenschaften als mehrphasiges Material mit Gleichungen beschreiben</li> <li>- können für einfache physikalische Prozesse im Boden mit mechanisch motivierten Gleichungen Modelle erstellen</li> <li>- kennen einige Tools, mit deren Hilfe sich Anfangs- und Randwertprobleme der Mechanik bearbeiten lassen</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction into the most important foundations of Rational Mechanics and the Theory of porous and granular media</li> <li>- Introduction in tools used in mathematics and mechanics</li> <li>- Soils modelled as two- or three-phase material (solid, water and where appropriate air/oil or adsorbate)</li> <li>- phase changes (e.g. water - ice)</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- know the basics of Rational Mechanics and its application to multiphase materials</li> <li>- are able to describe soils and their mechanical properties as a multiphase body using appropriate equations</li> <li>- are able to set up mechanically motivated models for simple physical processes</li> <li>- know a few tools which are helpful to investigate boundary and initial value problems of mechanics</li> </ul>

**Literatur**

Empfehlungen nach aktuellen Unterlagen

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Geotechnik 7 - Numerische Modellierung in der Geotechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Geotechnical Engineering 7 - Numerical Modelling in Geotechnics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1			3
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der wichtigsten Grundlagen der Finiten-Element-Methode (FEM)</li> <li>- Einführung in ein FEM-Programm und in die Besonderheiten der Numerik in der Geotechnik (Stoffgesetze, Grundwasserströmung, Kontinuums- und Konstruktionselemente)</li> <li>- Numerische Simulation einfacher geotechnischer Konstruktionen (Streifen- und Flächengründungen, Baugruben und Böschungen, Grundwasserströmungen), Spannungs-Verformungsbetrachtungen, Standsicherheitsberechnungen</li> <li>- Durchführung von Plausibilitätskontrollen sowie Darstellung und Auswertung von Berechnungsergebnissen</li> <li>- Dokumentation von Berechnungsgrundlagen und -ergebnissen, Erstellung eines Berichts sowie Archivierung der Berechnungsdateien und Zwischenergebnisse</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die wesentlichen in der Geotechnik benötigten Konstruktionselemente und Simulationstechniken der Finiten-Element-Methode (FEM)</li> <li>- können das Spannungs-Verformungsverhalten geotechnischer Konstruktionen bei Herstellung und Belastung mit einem FEM Programm auf Basis einfacher Stoffgesetze numerisch simulieren</li> <li>- können den Aufwand numerischer Berechnungen abschätzen sowie die Ergebnisse der Berechnungen aussagekräftig darstellen, nachhaltig dokumentieren und verständlich machen</li> <li>- kennen die Möglichkeiten und Grenzen von Stoffgesetzen sowie der numerischen Simulation in der Geotechnik</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to a FEM program and to special topics of numerical modeling in geotechnical engineering (constitutive laws, groundwater flow, continuum and beam elements)</li> <li>- Numerical simulation of simple geotechnical structures (strip and plate footings, construction pits and slopes, ground water flow), analysis of stress-strain relationships, stability analyses</li> <li>- Validation as well as illustration and analysis of calculation results</li> <li>- Documentation of calculation input data and calculation results, writing of a report, storage of calculation and intermediate result files</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students

- know some relevant geotechnical construction elements and simulation techniques of the finite element method (FEM)
- are able to simulate the stress-strain relationship of geotechnical structures during construction and loading by use of a FEM program and on the basis of simple constitutive laws
- can assess the effort of numerical simulations and are able to illustrate the calculation results, to effectively document and explain the results of numerical calculations
- know the possibilities and limits of constitutive laws of soil mechanics as well as of numerical modeling in geotechnical engineering

## Literatur

- Kolymbas, D.; Herle, I.: Stoffgesetze für Böden, in Witt, K. J. (Hrsg.): Grundbau Taschenbuch, Teil 1: Geotechnische Grundlagen, Ernst & Sohn, Berlin
- von Wolffersdorff, P.A.; Schweiger, H.F: Numerische Verfahren in der Geotechnik, in Witt, K. J. (Hrsg.): Grundbau Taschenbuch, Teil 1: Geotechnische Grundlagen, Ernst & Sohn, Berlin
- Empfehlungen des Arbeitskreises Numerik in der Geotechnik (EANG) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) , Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- Handbücher/manuals des verwendeten FEM-Programms (PLAXIS 2D)

**Kursname laut Prüfungsordnung****Glasbau 1****Course title English**

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

**Prüfungsleistung**

ca. 40 Seiten

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Werkstoff Glas: Definition von Glas, Mechanische Eigenschaften, Festigkeit von Glas
- Glasprodukte im Bauwesen: Allgemeines, Basisprodukte, Veredelungsprodukte, Bearbeitung von Glasprodukten
- Baurechtliche Grundlagen: Bauprodukte, Bauarten nach technischen Baubestimmungen, Genehmigungsinstrumente
- Konstruieren mit Glas: konstruktive Durchbildung und Details, Verbindungstechniken, Glaskonstruktionen und Standsicherheits-nachweise
- Bemessung von Glasbauteilen: Anwendung DIN 18008 Teil 1 - Teil 5
- Berechnung und Bemessung von Glasbauteilen unter Berücksichtigung aktueller Zulassungen und technischer Richtlinien Regelwerke, Zulassungen und Normen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen für die Konstruktion, die Berechnung und die Bemessung von Glasbauteilen auf Grundlage aktueller Normungen, Zulassungen und Technischer Baubestimmungen.

**Description / Content English****Learning objectives / skills English****Literatur**

- Glasbau-Praxis - Konstruktion und Bemessung; Weller, Krampe, Reich, Nicklisch, Weimar; 2013; Bauwerkverlag
- Glasbau 2016; Weller, Tasche; 2016; Ernst & Sohn
- Beispiele zur Bemessung von Glasbauteilen nach DIN 18008; Kasper, Pieplow, Feldmann; 2016; Ernst & Sohn Verlag
- Glas für tragende Bauteile; Feldmann, Kasper, Langosch, 2012; Bundesanzeiger Verlag
- Tragende Bauteile aus Glas – Entwurf und Bemessung; Siebert; 2012; Ernst & Sohn Verlag

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Höhere Mechanik</b>			
<b>Course title English</b>			
Advanced Mechanics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilität zusammengesetzter Systeme</li> <li>- Festigkeitshypothesen</li> <li>- Biegung stark gekrümmter Träger</li> <li>- Flächentragwerke</li> <li>- Viskoelastizität</li> <li>- numerische Simulation von Rand- und Anfangswertproblemen</li> <li>- Wellenausbreitung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- können Stabilitätsprobleme einfacher statischer Systeme beurteilen lösen,</li> <li>- kennen Festigkeitshypothesen zur Beurteilung mehraxialer Spannungszustände und die Grundlagen für die Berechnung stark gekrümmter Träger und Flächentragwerke,</li> <li>- kennen die Grundlagen der Wellenausbreitung.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stability of composed systems</li> <li>- Strength hypothesis</li> <li>- Bend of strongly deformed beams</li> <li>- Tensile structures</li> <li>- Viscoelasticity</li> <li>- numerical simulation of boundary and initial value problems</li> <li>- Wavepropagation</li> </ul>

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

The students

- can solve stability problems of simple static systems,
- know about strength hypothesis for the evaluation of multiaxial stress states and the basics for the calculation of strongly deformed beam and tensile structures
- know about the basic of wave propagation.

### **Literatur**

Skript

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Kolloidprozesstechnik</b>			
<b>Course title English</b>			
Colloid Process Technology			
<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>Kolloide sind Systeme, bei denen Teilchen mit charakteristischen Größen von 1nm bis 1µm in einem anderen Stoff - meistens einer Flüssigkeit - feinverteilt (dispergiert) sind. Die Teilchen sind also größer als Moleküle, aber kleiner als makroskopische Körper. Sie besitzen eine sehr große Grenzfläche zu ihrer Umgebung, d.h. dem Dispersionsmittel.</p> <p>Die Veranstaltung führt zunächst in die Kolloidchemie und Kolloidphysik ein, die die Grundlagen für die Kolloidprozesstechnik darstellen. Kolloidprozesstechnik beschäftigt sich mit der Verfahrenstechnik von Kolloiden und ihrer Verarbeitung zu Materialien. Ihre Beherrschung bildet die Voraussetzung für die Herstellung vieler Systeme, in denen Nanopartikel eingesetzt werden, wie z.B. Pasten, Papier, Farben und Lacken, keramischen Festkörpern und spielen bei wichtigen Prozessen zur Herstellung von Nanopartikeln eine wesentliche Rolle.</p> <p>Themen der Vorlesung sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>01. Einführung</li> <li>02. Grenzflächenthermodynamik</li> <li>03. Oberflächenchemie</li> <li>04. Van der Waals-Wechselwirkung</li> <li>05. Debye-Hückel-Modell</li> <li>06. DLVO Theorie</li> <li>06. Stabilisierung</li> <li>07. Deagglomeration</li> <li>08. Formgebung</li> <li>09. Trocknung kolloidaler Schichten</li> <li>10. Beschichtungsverfahren</li> <li>11. Druckverfahren</li> <li>12. Messmethoden</li> </ol> <p>Im Seminar führen die Studenten unter Anleitung eine wissenschaftliche Literatur-Recherche zum Thema 'Kolloidale Kristalle' durch und tragen zu unterschiedlichen Aspekten dieses Themas vor, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opale und inverse Opale</li> <li>- Kolloidale Kristalle</li> <li>- Photonische Kristalle</li> <li>- Kleinwinkelstreuung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Lernziel ist das Verständnis der physikalisch-chemischen Grundlagen von Kolloiden (Partikelwechselwirkung und Grenzflächenchemie) und ihre Anwendung in der Prozesstechnik. Die Studierenden sind in der Lage Verfahren

zur Funktionalisierung, Dispergierung und Stabilisierung von Nanopartikeln in Fluiden vorzuschlagen und physikalische und chemische Prozesse in Kolloiden quantitativ zu erklären.

### Description / Content English

Colloids are systems, in which particles with characteristic sizes of 1 nm up to 1  $\mu\text{m}$  are finely distributed (dispersed) in another material - mostly a liquid. The particles are larger than the molecules but smaller than a macroscopic body. They exhibit a large interfacial area to their environment, i.e. the dispersion medium.

The lecture first introduces fundamental concepts of colloidal chemistry and physics which are the basis for colloidal process technology which is the chemical engineering of colloids and their processing into materials. Mastering colloidal process technology enables us to produce many systems in which nanoparticles are employed such as pastes, paper, paints, varnishes, ceramic bodies and play an important role in the production of nanoparticles itself.

Topics of the lecture are:

01. Introduction
02. Thermodynamics of Interfaces
03. Surface Chemistry
04. Van der Waals-Interaction
05. Debye-Hückel-Model
06. DLVO Theory
06. Stabilisation
07. Deagglomeration
08. Forming processes
09. Drying of colloidal films
10. Coating processes
11. Printing processes
12. Measurement methodology

In the seminar students perform a scientific literature search on the topic 'colloidal crystals' under guidance and give a lecture on different aspects such as

- Opals and inverse opals
- Colloidal crystals
- Photonic crystals
- Small angle scattering

### Learning objectives / skills English

The students should understand the physico-chemical fundamentals of colloids (particle interaction and interfacial chemistry) and their application in processing. The students are able to suggest processes for functionalization, dispersion and stabilization of nanoparticles and can explain physical and chemical processes in colloids quantitatively.

### Literatur

Zur Einführung

- G. Brezesinski und H.-J. Mögel, Grenzflächen und Kolloide, Spektrum Akad. Vlg. 1993
- R. J. Hunter, Introduction to Modern Colloid Science, Oxford Science Publisher 1994

Zur Vertiefung

- R. J. Hunter, Foundations of Colloid Science, Oxford University Press, 2000
- D. F. Evans and H. Wennerström, The Colloidal Domain - Where Physics, Chemistry, Biology and Technology meet, Wiley-VCH 1999

- P. C. Hiemenz and R. Rajagopalan, Principles of Colloid and Surface Chemistry, CRC 1997
- C. J. Brinker and G. W. Scherer, Sol-Gel-Science, Academic Press 1990
- H.-D. Dörfler, Grenzflächen und kolloid-disperse Systeme, Springer 2002
- J. Israelachvili, Intermolecular & Surface Forces, Elsevier 2005
- J. H. Fendler (ed.), Nanoparticles and Nanostructured Films, Wiley-VCH 1998
- M. N. Rahaman, Ceramic Processing and Sintering, Marcel Dekker 2003
- J. S. Rheed, Principles of Ceramics Processing, Wiley 1995

Original-Literatur, z.B. aus den Zeitschriften

- Advanced Materials
- Langmuir
- Journal of Colloids and Interfaces
- Journal of the American Ceramic Society

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Konstruktiver Verkehrswegebau 2 - Asphalt</b>			
<b>Course title English</b>			
Road construction 2 - bitumen and asphalt			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit (2h) oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Bitumen: Bitumensorten; Anforderungen an Bitumen; Prüfverfahren; Bitumenmodifikationen; aktuelle Richtlinien und Normen im Straßenbau (TL Bitumen, TL BE, E KvB, DIN EN 12594, DIN EN 1426, DIN EN 1427, DIN EN 13398)</p> <p>Gesteinskörnungen: Gesteinskörnungsarten; Anforderungen an Gesteinskörnungen; Prüfverfahren; Sieblinie; aktuelle Richtlinien im Straßenbau (TL Gestein)</p> <p>Asphalt: Asphaltarten und -sorten; Steuerung der Asphalteeigenschaften durch die Mischgutzusammensetzung; halbstarre Beläge; Qualitätssicherung; Herstellung von Asphaltmischgut; Einbau von Asphaltmischgut; Recycling von Asphalt; Temperaturverhalten von Asphalt; Ausschreiben von Asphalt; Sonderbauweisen; aktuelle Richtlinien im Straßenbau (ZTV Asphalt, TL Asphalt, ...)</p> <p>Laborpraktikum: Selbstständige Durchführung von Bitumenprüfungen im Labor (Nadelpenetration, Ring und Kugel, elastische Rückstellung)</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende</p> <p>kennt die unterschiedlichen Bitumensorten und Asphaltarten und -sorten,</p> <p>kann die ZTV Asphalt, TL Asphalt, TL Bitumen und TL Gestein anwenden,</p> <p>kennt die Prüfverfahren für Bitumen und Asphalt,</p> <p>kennt die Herstell- und Einbauverfahren von Asphalt,</p> <p>kennt das Temperaturverhalten und das Recycling von Asphalt,</p> <p>kann im Labor selbstständig Bitumenprüfungen durchführen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Bitumen: types of bitumen; bitumen requirements; test methods; bitumen modifications; work with German guidelines and standards in road constructions (TL Bitumen, TL BE, E KvB, DIN EN 12594, DIN EN 1426, DIN EN 1427, DIN EN 13398)</p> <p>Aggregates: types of aggregates; aggregate requirements; test methods; sieve line; current guidelines in road construction (TL Gestein)</p> <p>Asphalt: types of asphalt; control of the asphalt properties through the mix composition; composite pavement structure; quality control of asphalt; mixing of asphalt; asphalt paving; recycling of asphalt; temperature behavior of asphalt; work with german guidelines in road constructions (ZTV Asphalt, TL Asphalt, ...)</p> <p>Laboratory internship: performance of bitumen tests in the laboratory (needle penetration, ring and ball, elastic recovery)</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The student</p> <p>knows the different types of bitumen and asphalt types,</p>

can use the ZTV Asphalt, TL Asphalt, TL Bitumen and TL Gestein,  
knows the test methods for bitumen and asphalt,  
knows the mixing and paving processes of asphalt,  
knows the temperature behavior and the recycling of asphalt,  
can perform bitumen tests in the laboratory.

### Literatur

- Straube, Krass: Straßenbau und Straßenerhaltung, Erich Schmidt-Verlag, 9. Auflage, 2008
- Hutschenreuther, Wörner: Asphalt im Straßenbau, Kirschbaum-Verlag, 2. Auflage, 2010
- Velske, Mentlein, Eymann; Strassenbautechnik, Werner-Verlag, 7. Auflage, 2013

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Konstruktiver Verkehrswegebau 3 - Management der Straßenerhaltung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2			2
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Planung von Erhaltungsmaßnahmen, Inhalt und Aufbau von Straßendatenbanken, Zustandserfassung, Zustandsbewertung, Instandhaltung und Instandsetzung, Erneuerung von Verkehrsflächen, Bearbeitung aktueller Themen aus dem Verkehrswegebau
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende kennt Erhaltungsmaßnahmen, kann den Straßenzustand und die Tragfähigkeit beurteilen und bewerten. Außerdem kann er ein aktuelles Thema aus dem Verkehrswegebau erarbeiten und darüber einen Vortrag halten.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Straube, Krass: Straßenbau und Straßenerhaltung, Erich Schmidt-Verlag, 9.Auflage,2008</li> <li>- Hutschenreuther, Wörner: Asphalt im Straßenbau, Kirschbaum-Verlag, 2. Auflage, 2010</li> <li>- Velske, Mentlein, Eymann; Strassenbautechnik, Werner-Verlag, 7. Auflage, 2013</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Konstruktiver Verkehrswegebau 4 - Dimensionierung von Verkehrsflächen</b>			
<b>Course title English</b>			
Road construction 4 – structural design of road constructions			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empirische Dimensionierung</li> <li>- Standardisierte Dimensionierung</li> <li>- Individuelle Dimensionierung</li> <li>- Ermittlung der Eingabegrößen für ein Mehrschichtenprogramm</li> <li>- Durchführung von Dimensionierungsrechnungen</li> <li>- Bearbeitung aktueller Themen aus dem Verkehrswegebau</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende</p> <p>kennt unterschiedliche Dimensionierungsstrategien und -modelle und deren Bewertung,</p> <p>kennt die individuelle Dimensionierung von Verkehrsflächen,</p> <p>kann die RStO, RDO Asphalt und RDO Beton anwenden.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Empirical structural design of roads</p> <p>Standardized structural design of roads</p> <p>Individual structural design of roads</p> <p>Determination of the input variables for a pavement design tool</p> <p>Performing of structural design calculations</p> <p>Processing of current topics from road constructions</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The student</p> <p>knows the different dimensioning strategies and models and their evaluation,</p> <p>knows the individual dimensioning of road constructions,</p> <p>can use the RStO, RDO Asphalt and RDO Beton.</p>

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Straube, Krass: Straßenbau und Straßenerhaltung, Erich Schmidt-Verlag, 9.Auflage,2008</li> <li>- Hutschenreuther, Wörner: Asphalt im Straßenbau, Kirschbaum-Verlag, 2. Auflage, 2010</li> <li>- Velske, Mentlein, Eymann; Strassenbautechnik, Werner-Verlag, 7. Auflage, 2013</li> </ul>



**Kursname laut Prüfungsordnung**  
**Konstruktiver Verkehrswegebau 5 - Laborpraktikum: Bitumen und Asphalt**

**Course title English**

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

**Prüfungsleistung**

Laborbericht (mind. 20 Seiten) mit Präsentation und Kolloquium (30 bis 60 Min.)

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Masterprojekt (M-BI)</b>			
<b>Course title English</b>			
Master Project (M-BI)			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
12	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		6	2
<b>Prüfungsleistung</b>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Das Master-Projekt zählt wie 2 Module.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Teilnahme an einem fachübergreifenden Abschlussprojekt und Bearbeitung einer Projektaufgabe. Das Abschlussprojekt und seine Ergebnisse werden abschließend in einer schriftlichen Ausarbeitung (Projektbericht) beschrieben. Diese Ausarbeitung ist in der Regel in englischer Sprache abzufassen. Der zeitliche Aufwand für den Projektbericht soll maximal 80 Stunden betragen. Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer berichtet in einem Vortrag über die eigene Arbeit an dem Projekt. Dieser Vortrag ist in der Regel in englischer Sprache abzuhalten.

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

<b>Literatur</b>
Steinbuch: Projektorganisation und Projektmanagement Rösner, Die Seminar- und Diplomarbeit, Verlag V. Florentz

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Master-Thesis</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
18	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>
Der Studierende soll zeigen, dass er in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.

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

<b>Literatur</b>
Rösner, Die Seminar- und Diplomarbeit, Verlag V. Florentz

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Membranbau</b>			
<b>Course title English</b>			
Membrane Structures			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
<p>Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch  oder  mündliche Prüfung  oder  Vortrag mit Kolloquium  oder  Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium</p>			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzipien des Membranbaus,</li> <li>- Mechanisch und pneumatisch vorgespannte Membrantragwerke,</li> <li>- Membranbaumaterialien (technische Textilien, Folien, Seile),</li> <li>- Formfindung biegeweicher Systeme (Stützlinie, Kettenlinie, Seifenhautmodell),</li> <li>- Konstruktive Durchbildung von Anschlüssen und Details,</li> <li>- Montage und Überwachung,</li> <li>- Anwendung von FEM-Programmen zur Bemessung und Formfindung von Membrankonstruktionen,</li> <li>- Ausgeführte Beispiele.</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen die Prinzipien des Membranbaus und praktische Einsatzfelder von Membrankonstruktionen,</li> <li>- verstehen die experimentellen und rechnerischen Formfindungsmethoden,</li> <li>- kennen die Eigenschaften der wichtigsten Membranbaumaterialien und der Verbindungstechniken,</li> <li>- kennen mechanisch und pneumatisch vorgespannte Membrankonstruktionen und können sie bemessen,</li> <li>- können Randausbildungen/Hochpunkte konstruieren und Wissen um Transport- und Montageprobleme,</li> <li>- können einfache Membrankonstruktionen mit Hilfe von FEM-Programmen auslegen und bemessen.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principles of membrane structures,</li> <li>- Mechanically and pneumatically prestressed membrane structures,</li> <li>- Materials for membrane structures (technical textiles, foils, cables),</li> <li>- Formfinding of flexible structures (funicular shape, catenary curve, soap film model),</li> <li>- Structural design of connections and details,</li> <li>- Installation and inspection,</li> </ul>

- Application of FEM software for design and formfinding of membrane structures,
- Realized examples.

### Learning objectives / skills English

The students

- know about the principles of membrane structures and know fields of application for membrane structures,
- understand experimental and computational methods of formfinding,
- know the most important properties of materials for membrane structures and know joining technologies,
- know mechanically and pneumatically prestressed membrane structures and are able to design them,
- are able to construct edge details/high points and know about issues of transport and installation,
- are able to construct and verify simple membrane structures using FEM software.

### Literatur

- Otto, F., Das hängende Dach, DVA Verlag, 1990
- Seidel, M., Textile Hüllen, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2007
- Wagner, R., Bauen mit Seilen und Membranen, Beuth Verlag, Berlin, 2016
- Stranghöner, N., Saxe, K., Uhlemann, J., Symposiumsberichte Essener Membranbau Symposium, 1-4
- Knippers, J. et al.: Atlas Kunststoffe und Membranen. Edition DETAIL, 2010
- Stranghöner, N., Uhlemann, J. et al.: Prospect for European Guidance for the Structural Design of Tensile Membrane Structures, JRC Science and Policy Report, European Commission, Joint Research Centre, Editors: M. Mollaert, et al., EUR 25400 EN, European Union, 2016

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Metallkunde und Metallphysik</b>			
<b>Course title English</b>			
Metallography and Metalphysics			
<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>
Vertiefung der Kenntnisse über den atomistischen Aufbau von Festkörpern, Berechnung und Vergleich der für Metalle wesentlichen Kristallstrukturen. Erlernen von Methoden der Texturanalyse und deren praktischer Anwendung. Erweiterung der Kenntnisse zu den Kristallbaufehlern (z.B. Fremdatome, Versetzungen, Korngrenzen). Im Bereich der Konstitutionslehre und Thermodynamik von Legierungen erfolgt der Übergang von den binären zu den ternären Systemen mit dem Ziel der Konstruktion und Anwendung von ternären Phasendiagrammen. Übergang zu metallphysikalischer Beschreibung metallkundlicher Vorgänge wie Diffusion, Verformung und Rekristallisation anhand atomistischer Modelle. Abschließend werden die physikalischen Eigenschaften von Metallen (Magnetismus, thermische und elektrische Leitfähigkeit) anhand atomistischer Vorgänge diskutiert.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Den Studierenden werden vertiefte Kenntnisse über Metallkunde und Metallphysik vermittelt. Kenntnisse über die Einflüsse von mechanischen und physikalischen Vorgängen auf die Mikrostruktur von Werkstoffen werden vermittelt. Auf der Basis dieser Kenntnisse sollen die Studierenden in der Lage sein, werkstofftechnische Vorgänge metallphysikalisch analysieren zu können.

<b>Description / Content English</b>
The students will receive an adequate knowledge of the atomistic structure of solids and the crystallographic microstructure of metals. Crystallographic structures and their orientations will be calculated and the practical use will be explained. More information according to defects in crystallographic structures (i.e. vacancies, dislocations and grain boundaries) will be given. In the field of thermodynamic methods there will be an introduction to ternary phase diagrams with the aim to train the practical use of phase diagrams. Metallurgical mechanisms like diffusion, deformation and recrystallisation were discussed based on atomistic models. The lecture is closed by an explanation of the physical properties of metals (i.e. magnetism, thermal and electrical conductivity) based on an atomistic point of view.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students will receive an adequate knowledge of metallurgy and metal physics. The lecture provides knowledge of the influence of mechanical and physical interactions on the microstructure of materials. Based on this knowledge the students will be able to analyze metallurgical processes.

<b>Literatur</b>
Literaturempfehlung (Deutsch):  Gottstein, G.: Physikalische Grundlagen der Materialkunde, Springer Verlag Berlin, 2007, 978-3-540-71105-6 Hornbogen, E, Warlimont, H., Birgit Skrotzki, B.: Metalle, Springer Vieweg, 2019

Literaturempfehlung (Englisch):

Cahn, R.W., Hassen, P.:Physical Metallurgy, North Holland Verlag, 1996, ISBN 0444866280

William D. Callister: Materials science and engineering : an introduction, 2007; ISBN 978-0-471-73696-7

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Metallkunde und Metallphysik Praktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Metallography and Metalphysics Lab			
<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>			
Aktive Teilnahme an den Praktikumsversuchen			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Den Studierenden werden in Kleingruppen komplexere metallkundlicher Vorgänge vermittelt. Sie lernen Möglichkeiten kennen, diese Vorgänge mithilfe spezieller Verfahren zur Werkstoffanalytik zu messen und zu analysieren. Unter Anleitung werden von den Studierenden selbstständig praktische Versuche dazu durchgeführt.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage, anhand eigenständig durchgeführter Versuche die physikalischen Grundlagen komplexer metallkundlicher Vorgänge zu erfassen.

<b>Description / Content English</b>
In small groups the students will receive the background of complex metallurgical processes. They learn to measure and to analyze these processes by means of special methods of materials analysis. With tutorial instruction they will carry out practical experiments by themselves.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students will be able to understand the physical background of complex metallurgical processes on the basis of their own experiments.

<b>Literatur</b>
Macherauch; Praktikum Werkstoffkunde G. Wassermann; Praktikum der Metallkunde und Werkstoffprüfung, Hornbogen Warlimont: Praktikum der Metallkunde

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nanokristalline Materialien</b>			
<b>Course title English</b>			
Nanocrystalline Materials			
<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>Nanokristalline Materialien sind polykristalline Festkörper mit einer "Nano"-Mikrostruktur. Unter der Mikrostruktur eines Materials versteht man die Art, Kristallstruktur, Anzahl, Form und topologische Anordnung von Punktdefekten, Versetzungen, Stapelfehlern und Korngrenzen in einem kristallinen Material. Die Mikrostruktur wird bei der Herstellung und Verarbeitung von nanokristallinen Materialien erzeugt und verändert. Sie spielt eine wichtige Rolle bei den Eigenschaften der Endprodukte, wie z.B. der Möglichkeit zu superplastischen Verformung oder beim Transport von Elektronen und Ionen.</p> <p>Themen der Vorlesung sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>01. Einführung und Mikrostruktur ?</li> <li>02. Festkörperdiffusion - Mechanismen ?</li> <li>03. Festkörperdiffusion - Korngrenzendiffusion ?</li> <li>04. Phasenumwandlungen ?</li> <li>05. Phasendiagramme?</li> <li>06. Phasenumwandlungen - Größeneffekte?</li> <li>07. Verdichtung und Formgebung?</li> <li>08. Sintern - Thermodynamik und Kinetik ?</li> <li>09. Sintern - Kontrolle der Mikrostruktur?</li> <li>10. Eigenschaften und Anwendungen: Transportphänomene?</li> <li>11. Eigenschaften und Anwendungen: Katalyse und Sensorik</li> </ol> <p>dabei werden sowohl die physikalisch-chemischen (Festkörperchemie- und Physik) und materialwissenschaftlichen Grundlagen behandelt, als auch die Herstellung, Verarbeitung, strukturelle Charakterisierung, Eigenschaften und Anwendung der nanokristallinen Materialien.</p> <p>Im Praktikum wird ein Varistor-Bauelement aus nanokristallinem ZnO hergestellt und strukturell und elektrisch charakterisiert:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Festkörperdiffusion und EDX (HRSEM)</li> <li>2. Spark-Plasma-Sintern von nanokristallinem ZnO und Mikrostrukturentwicklung (HRSEM, XRD)</li> <li>3. Varistor-Bauelement und I-U-Kennlinie</li> </ol>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden sollten in der Lage sein, Mikrostruktur insbesondere Korngrenzen und die Auswirkungen auf Festkörpereigenschaften qualitativ zu beschreiben. Die Studierenden verstehen Mechanismen von Festkörperdiffusion und Sintern und Modelle zu ihrer quantitativen Beschreibung. Sie beherrschen Verfahren zur Verarbeitung und Charakterisierung entsprechender Nanomaterialien und die Methoden zur Einstellung verschiedener Mikrostrukturen.</p>

**Description / Content English**

Nanocrystalline materials are polycrystalline solids with a "nano"-microstructure. The microstructure of a material is the type, phase, number, morphology and topological arrangement of point defects, dislocations, stacking faults and grain boundaries in a crystalline solid. The microstructure is generated and modified during production and processing of nanocrystalline materials and determines the physical and chemical properties of the final products, such as superplastic deformation or transport of ions and electrons.

Topics of the lecture are:

01. Introduction and microstructure
02. Solid state diffusion - mechanisms
03. Solid state diffusion - grain boundary diffusion
04. Phase transitions
05. Phase diagrams
06. Phase transitions - size effects
07. Consolidation and Shaping
08. Sintering - Thermodynamics and Kinetics
09. Sintering - Control of microstructure
10. Properties and Applications - transport phenomena
11. Properties and applications - catalysis and sensors

In the labcourse a varistor device consisting of nanocrystalline ZnO is produced and structurally and electrically characterized:

1. Solid state diffusion and EDX (HRSEM)
2. Spark-plasma-sintering of nanocrystalline ZnO and microstructural development (HRSEM, XRD)
3. Varistor-Device and characteristic I-U curve

**Learning objectives / skills English**

The students are able to qualitatively describe microstructures, especially grain boundaries and corresponding solid state properties. The students understand mechanisms of solid state diffusion and sintering and quantitative models. They master methods to process and characterize nanomaterials and methods to control different microstructures.

**Literatur**

Zur Einführung

- A. S. Edelstein and R. C. Cammarata (eds.), Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, IOP, Bristol 1996
- H. Gleiter, Microstructure, chapter 9 in R. W. Cahn, P. Haasen (eds.), Physical Metallurgy, Elsevier, London 1996
- W. Schilling, K. Urban, and H. Wenzl, Elektrokeramische Materialien, 26. IFF Ferienkurs, Jülich 1995

Zur Vertiefung

- Y.-M. Chiang, D. Birnie, and W. D. Kingery, Physical Ceramics - Principles for Ceramic Science and Engineering, Wiley, New York 1997
- J. Maier, Physical Chemistry of Ionic Materials Ions and Electrons in Solids, Wiley 2004
- M. N. Rahaman, Ceramic Processing and Sintering, Marcel Dekker 2003
- J. E. Reed, Principles of Ceramics Processing, Wiley 1995
- R. M. German, Sintering Theory and Practice, Wiley 1996
- D. Wolf, and S. Yip, Materials Interfaces: Atomic level structure and properties, Chapman and Hall, London 1992

Original-Literatur zur Vertiefung, z.B. in den Zeitschriften

- Materials Research Society Bulletin
- Advanced Materials
- Journal of the American Ceramic Society
- Acta Materialia
- Journal of Materials Science

<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	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 bietet einen Überblick über die Verfahren der 'bottom-up' Technologie zur Herstellung von Nanostrukturen.</p> <p>Zunächst werden die relevanten Begriffe und die statistische Erfassung von verteilten Eigenschaften am Beispiel der Objektgröße erklärt.</p> <p>Danach wird näher auf die grundlegenden Mechanismen relevant für die Entstehung und Wachstum von Nanostrukturen eingegangen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chemisches Potential und Thermodynamik eines Phasenübergangs</li> <li>- die Clapeyron-, Kelvin- und Laplace-Gleichungen</li> <li>- übersättigung und homogene Keimbildung</li> <li>- Kondensation</li> <li>- Brown'sche Bewegung und Brown'sche Koagulation</li> </ul> <p>Im zweiten Teil der Veranstaltung wird dann einen Überblick gegeben über die bottom-up Synthesetechniken von Nanopartikeln und Nanokristalliten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische Gasphasenverfahren: thermisches Verdampfen, Gasentladung, Laserablation und thermisches Plasma, chemische Gasphasenverfahren</li> <li>- Flüssigphase-Syntheseverfahren: Reduktion, Elektrodeposition, Solvothermische Methode, Solgelverfahren, Mikroemulsionsfällung, Templates</li> <li>- Zerkleinerung und Hochvakuum-Syntheseverfahren</li> </ul> <p>Zum Schluss werden die Van der Waals-Kräfte und Partikelinteraktionen in einer Dispersion erklärt.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>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.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>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.</p> <p>Then the basic mechanisms in the formation and growth of nanostructures will be explained:</p>

- 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, sol-gel 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	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 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>Naturnahe Gewässerentwicklung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
80% Klausur 20% benotete Hausarbeit, ca. 15 Seiten			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserwirtschaftliche Planungsgrößen</li> <li>- Hydraulische Komponenten - Strömungsmaschinen</li> <li>- Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen</li> <li>- ökologische Auswirkungen von Wasserkraftanlagen</li> <li>- Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden kennen:</li> <li>- Im Block Wasserkraftanlagen (2 SWS) lernen die Studierenden wichtige Grundlagen für Planung, Betrieb und Unterhaltung von Wasserkraftanlagen.</li> <li>- Im Block Durchgängigkeit (2 SWS) werden die Grundlagen der Durchgängigkeit von Fließgewässern vorgestellt.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>Contents of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspects of hydraulic engineering,</li> <li>- components in hydraulics: flow machines,</li> <li>- construction and operation of hydroelectric power plants,</li> <li>- ecological effects of hydropower plants,</li> <li>- measures for restoration of river connectivity</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students know important basics in planning, operation and maintenance of hydroelectric power plants; They get to know the basics in river connectivity.</p>

<b>Literatur</b>
<p>Giesecke, J., Mosonyi, E.: Wasserkraftanlagen – Planung, Bau und Betrieb, Springer-Verlag, Berlin. Handbuch Querbauwerke, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen</p>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Nichtlineare FEM</b>			
<b>Course title English</b>			
Nonlinear FEM			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch/Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Methoden zur numerischen Lösung von geometrisch nichtlinearen Problemstellungen  - Nichtlineare Verzerrungsmaße - Anfangs- und Randwertprobleme der Mechanik. - Finite-Element-Formulierung relativ zur Referenzkonfiguration - Finite-Element-Formulierung relativ zur Momentankonfiguration - Freie Energiefunktionen in Abhängigkeit von Invarianten - Ableitungen freier Energiefunktionen zur Bestimmung der Spannungen - Algorithmen zur Strukturdynamik
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden sind in der Lage erweiterte Finite-Elemente Techniken zu erklären und deren Einsatz in anspruchsvollen Ingenieursproblemen zu erläutern. Sie sind weiterhin in der Lage, geometrisch nichtlineare finite Elemente Modelle bezogen auf unterschiedliche Anwendungen herzuleiten und zu implementieren.

<b>Description / Content English</b>
The lecture addresses methods to numerically solve geometrically nonlinear initial- and boundary value problems in the field of mechanics. After a short introduction to the nonlinear continuum mechanics, the main topic of this course is the nonlinear Finite-Element Method. The lecture is organized as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivation and overview</li> <li>- Geometrically nonlinear problems (standard displacement method, formulation relative to reference and actual configuration)</li> <li>- Structure dynamics algorithms</li> <li>- Abaqus User Subroutine</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>

The student will gain knowledge necessary for solving advanced engineering problems numerically. Besides, the lecture provides a basis for the solution of research-oriented problems in the field of discretization methods and algorithms of applied mechanics.

### Literatur

- Cook/Malkus/Plesha: Concepts and Applications of Finite Element Analysis, John Wiley & Sons.
- Zienkiewicz/Taylor: The Finite Element Method – Volume 1, The Basis, Butherworth & Heinemann.
- Zienkiewicz/Taylor: The Finite Element Method – Volume 2, Solid Mechanics, Butherworth & Heinemann.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Numerical Methods for Large Nonlinear Systems</b>			
<b>Course title English</b>			
Numerical Methods for Large Nonlinear Systems			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Englisch	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>Lerninhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- klassische lineare Löser</li> <li>- Zerlegungsmethoden</li> <li>- lineare Iterations-Verfahren</li> <li>- klassische nichtlineare Löser</li>   <li>- serielle Methoden</li> <li>- Krylov-Raum.Methoden</li> <li>- Löser für symmetrische Systeme</li> <li>- Löser für nicht symmetrische Systeme</li> <li>- Multi-Grid-Methoden</li>   <li>- parallele Methoden</li> <li>- Zerlegungsverfahren für die Diskretisierung</li> <li>- Parallelisierung serieller Methoden</li> <li>- Domain-Decomposition-Methoden</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Aufgrund der jüngsten Entwicklungen in der Simulation mechanischer/technischer Systeme wie multiskalen und multi-physikalische Modelle ergeben sich, z.B. in einer Finite-Elemente-basierten Simulation, immer größere zu lösende Gleichungssysteme. In den letzten Jahrzehnten wurden eine Vielzahl von Methoden zur Lösung solcher Systeme mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen in ihrer Anwendung auf verschiedene Modellklassen entwickelt. Nach einer Einführung in die klassischen Lösungsmethoden gibt diese Vorlesung einen Überblick und einige technische Einblicke in die wichtigsten Methoden, die heutzutage in Simulationscodes verwendet werden.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Learning contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction</li> <li>- classical linear solver</li> <li>- decompositions methods</li> <li>- linear iteration schemes</li> <li>- classical nonlinear solver</li>   <li>- serial methods</li> </ul>

- Krylov Space Methods
- solver for symmetric systems
- solver for non-symmetric systems
- multi-grid methods
  
- parallel methods
- decomposition of discretisation
- parallelisation of serial methods
- domain decomposition methods

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

Due to recent developments in the simulation of mechanical systems like multiscaled and multi physical models, the system of equation to be solved e.g. in a finite element based simulation are getting larger and larger. In the last decades a wide set of methods to solve these systems was developed, having different advantages and draw backs in their application to different kinds of models. After an introduction to the classical solver methods this lecture gives an overview and some technical insight of most important methods used nowadays in simulation codes.

#### **Literatur**

Stewart, G.W., Afternotes on numerical analysis. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA, 1996. x+200 pp.  
Schwarz, H.R., Numerical analysis. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 1989. xiv+517 pp.  
Quarteroni, A., Sacco, F., Saleri, F., Numerical mathematics. Second edition. Texts in Applied Mathematics 37, Springer-Verlag, Berlin, 2007. xviii+655 pp.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Organische Elektronik und Optoelektronik</b>			
<b>Course title English</b>			
Organic Electronics and Optoelectronics			
<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>			
mündliche Prüfung, 45 Minuten			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Veranstaltung führt in die organische Elektronik und Optoelektronik ein. Dabei wird stets eine Balance aus grundlegender Molekülphysik und bauteilrelevanten Konzepten angestrebt. Zu Beginn erfolgen eine Klassifizierung der organischen Materialien und eine Einteilung bezüglich ihrer morphologischen/strukturellen Eigenschaften. Ausgehend von den Bindungsverhältnissen wird die elektronische Struktur organischer Halbleiter erläutert und es werden die für organische Halbleiter üblichen Transportmodelle vorgestellt. Dabei wird besonderes Gewicht auf die Elektron-Phonon-Kopplung (Molekülpolaron) und auf den Einfluss von Unordnung gelegt. Es werden Parallelitäten und Unterschiede zu anorganischen Halbleitern hervorgehoben. Die Veranstaltung geht auch auf Konzepte zur Dotierung organischer Halbleiter ein und es werden einige kommerziell relevante „Intrinsisch Leitfähige Polymere“ (ICPs) und Dopanten vorgestellt.</p> <p>Es folgt eine Einführung in Kontaktphänomene an den Grenzflächen Metall/org. Halbleiter. Auf der Basis dieser Kenntnisse werden einfache transportbasierte Bauelemente wie die Einschichtdiode und der organische Feldeffekttransistor eingeführt.</p> <p>Weiterhin geht die Veranstaltung auf die optischen Eigenschaften organischer Materialien ein, wobei besonders auf die Bildung von Singulett- und Triplet-Exzitonen und die phononische Kopplungen (Franck-Condon-Prinzip) Wert gelegt wird. Auf Basis dieser Grundlagen werden als optoelektronische Bauteile organische Leuchtdioden (OLEDs) einschließlich lichtemittierende elektrochemischer Zellen (LECs) und organische Solarzellen vorgestellt. Hier werden die jeweils technisch wichtigen Kenndaten eingeführt und an den historischen Entwicklungsstufen werden grundlegende Bauteilkonzepte erörtert.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Student kann organische Materialien bezüglich Morphologie und Bindungsstruktur klassifizieren. Er kennt grundlegende Begriffe aus der Molekülphysik, wie konjugiertes Elektronensystem, Molekülpolaron, Exziton, Franck-Kondon-Prinzip und kann diese korrekt anwenden. Der Student kann grundsätzliche Zusammenhänge zwischen Moleküleigenschaften und Bauteileigenschaften herstellen, wie z.B. die Korrelationen: funktionale Seitengruppen – Verschiebung der Molekülorbitale, Orientierung der Moleküle – Ladungsträgerbeweglichkeit, Ausdehnung des Pi-Systems – spektrale Verschiebung, etc. Der Student kennt schließlich für Transistoren, Leuchtdioden und Solarzellen die wesentlichen kritischen Parameter, die die jeweiligen Bauteileigenschaften limitieren und die bekannten Konzepte um diesen Limitierungen entgegenzuwirken.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>The lecture introduces into the organic electronics and optoelectronics. It seeks for a balance between fundamental molecular physics and device relevant concepts. It starts with a classification of organic materials according to their binding nature and morphological properties. The basic electronic structure will be derived from the nature of molecular bindings and subsequently, it introduces in common charge transport models. A focus is given to electron-phonon-coupling (small polarons) and the effect of disorder. Similarities and differences to inorganic semiconductors are emphasized. The lecture considers also concepts for doping of</p>

organic semiconductors, while commercial relevant „intrinsic conducting polymers“ (ICPs) as well as dopants are considered.

It follows an introduction into contact phenomena on metal / org. semiconductor interfaces. On basis of this knowledge simple charge-transport-based devices like single layer diodes as well as field effect transistors are considered.

In its second part the lecture introduces into optical properties of organic materials, while special emphasis is given to the formation of singulett- / triplett- excitons, and the electron-phonon coupling (Franck-Condon-Principle). On this basis organic light emitting diodes (OLEDs and LECs) and organic solar cells are introduced. For each of these device classes the technical key-parameter are explained and fundamental device concepts are discussed on hand of important historical stages.

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

The students are able to classify organic materials with respect to their binding structure and morphology. They know basic terms from molecular physics, like conjugated pi-electron system, molecule polaron, exciton, Franck-Condon-Principle and are able to use these terms correctly. The students are able to correlate molecular properties with device properties, like: functional groups – effect on HOMO-LUMO-level, orientation of molecules – effect on mobility, extension of pi-system – spectral shift, and so on. Finally, the students know for transistors, OLEDs and organic solar cells the most critical aspects limiting the device performance and know common concepts to act against these limiting factors.

#### **Literatur**

Anna Köhler, Heinz Bässler: Electronic Processes in Organic Semiconductors: An Introduction; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (2015)

Markus Schwörer Hans Christoph Wolf: Organische Molekulare Festkörper; Wiley-VCH Verlag.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Physikalische Chemie</b>			
<b>Course title English</b>			
Physics Chemistry			
<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>1. Beschreibung verschiedener Aggregatzustände</p> <p>1.1 Beschreibung gasförmiger Systeme (Die Gasgesetze, das ideale Gas, das kinetische Gasmodell, reale Gase, die van-der-Waals-Gleichung für reale Gase)</p> <p>1.2 Eigenschaften von Flüssigkeiten (mechanisches Verhalten, Viskosität, Newtonsche und nicht-Newtonsche Flüssigkeiten)</p> <p>1.3 Eigenschaften von Festkörpern (Kristalline und amorphe Festkörper, Gitterschwingungen)</p> <p>2. Chemische Thermodynamik</p> <p>2.1 Der erste Hauptsatz der Thermodynamik (Arbeit, Wärme und Energie, Perpetuum mobile, die Enthalpie, die Temperaturabhängigkeit der Inneren Energie und der Enthalpie)</p> <p>2.2 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik (Die Entropie, der Carnotsche Kreisprozess, Wirkungsgrade)</p> <p>2.3 Die Triebkraft spontaner Vorgänge: Freie Energie und Freie Enthalpie (Fundamentalgleichungen, Temperatur- und Druckabhängigkeit der Freien Enthalpie, das chemische Potential, der Begriff der Aktivität)</p> <p>3. Reaktionskinetik</p> <p>3.1 Definition der Reaktionsgeschwindigkeit</p> <p>3.2 Reaktionsgeschwindigkeitsgesetze (Reaktionen nullter, erster, zweiter und dritter Ordnung)</p> <p>3.3 Temperaturabhängigkeit chemischer Reaktionen (RG-T-Regel, die Aktivierungsenergie, das Arrhenius-Gesetz)</p> <p>4. Thermodynamik und Kinetik der Übergänge zwischen Aggregatzuständen</p> <p>4.1 Thermodynamik der Phasenübergänge (Phasenübergangsenthalpien, freie Phasenübergangsenthalpien, Phasendiagramme)</p> <p>4.2 Kinetik der Phasenübergänge (metastabile Zustände, Keimbildung)</p> <p>4.3 Verhalten von Mischphasen (partielle molare Größen, Lösungen, kolligative Effekte wie Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung, osmotischer Druck, Diffusion, Osmose, Verteilungsgleichgewichte)</p> <p>5. Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen</p> <p>5.1 Thermochemie (Reaktionsenthalpie, Nernstscher Satz)</p> <p>5.2 Triebkraft chemischer Reaktionen, das chemische Gleichgewicht (freie Reaktionsenthalpie, Gibbs-Helmholtz-Beziehung, das chemische Gleichgewicht, Gleichgewichtskonstante, das Prinzip des kleinsten Zwangs, die Katalyse, Reaktionsmolekularität)</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>

<b>Description / Content English</b>
<p>1. Physical description of different phase states</p> <p>1.1 The gas phase (the gas laws, the ideal gas, the kinetic gas model, real gas laws, the van-der-Waals-equation)</p> <p>1.2 Properties of the liquid phase (mechanical properties, viscosity, Newtonic and non-Newtonic fluids)</p>

- 1.3 Properties of solids (crystalline and amorphous structures, mechanical properties)
- 2. Chemical thermodynamics
  - 2.1 The first law of thermodynamics (work, heat and energy, the perpetuum mobile, enthalpie, temperature dependencies of energy and enthalpy)
  - 2.2 The second law of thermodynamics (the entropy, Carnot's circle, efficiency of a heat engine)
  - 2.3 Driving force of spontaneous processes: free energy and free enthalpy (fundamental equations, dependence on temperature and pressure  
free enthalpy, the chemical potential, activity and activity coefficients)
- 3. Reaction kinetics
  - 3.1 Definition of the reaction rate
  - 3.2 Reaction rate equations (reaction order: zero, first, second and third order reactions)
  - 3.3 Temperature dependence of reaction rates (a simple rule of thumb, the activation energy, the Arrhenius law)
- 4. Thermodynamics and kinetics of phase transitions
  - 4.1 Thermodynamics of phase transitions (phase transition enthalpies, free phase transition enthalpies, phase equilibria, phase diagrams)
  - 4.2 Kinetics of phase transitions (metastable conditions, catalysis of phase transitions)
  - 4.3 Properties of mixed phases (partial molar parameters, solutions, colligative phenomena diffusion, osmosis, distribution equilibria)
- 5. Thermodynamics and kinetics of chemical reactions
  - 5.1 Thermochemistry (reaction enthalpy, Nernst rule)
  - 5.2 Driving force of chemical reactions, the chemical equilibrium (free reaction enthalpy, Gibbs-Helmholtz equation, the chemical equilibrium, the equilibrium constant, Le Chatelier's principle, catalysis, reaction molecularity)

#### Learning objectives / skills English

#### Literatur

P.W. Atkins: "Physikalische Chemie", Wiley-VCH, 3. Auflage

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Siedlungswasserwirtschaft 3 - kommunale Abwasserreinigung</b>			
<b>Course title English</b>			
Urban water management 3 – further consideration			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung und Betrieb von kommunalen Kläranlagen inklusive energetischer und betrieblicher Aspekte</li> <li>- Verfahren zur Nährstoffrückgewinnung</li> <li>- Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen (Membranverfahren, Ozonierung, etc.)</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen die weitergehenden Anforderungen und Behandlungsverfahren kommunaler Abwasserreinigungsverfahren. Sie können Anlagen aus diesem Bereich dimensionieren und sie aus ökonomischer und ökologischer Sicht optimieren.

<b>Description / Content English</b>
Dimensioning and operation of municipal wastewater treatment plants including energetic and operational aspects
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Process for nutrient recovery</li> <li>- Process for the elimination of micropollutants (Membrane process, ozonation, etc.)</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students know the further requirements and treatment methods municipal wastewater treatment process. You can get attachments from this Dimension the area and optimize it from an economic and ecological perspective.

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metcalf &amp; Eddy Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery: Treatment and Reuse, Kinld Edition 2014</li> <li>- Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, Gebundene Ausgabe – 1. Jan.1997 von Abwassertechnische Vereinigung e.V. (Herausgeber)</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Siedlungswasserwirtschaft 4 - Stadtentwässerung und Regenwasserbehandlung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
3	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktion von weitergehenden Niederschlagswasserbehandlungsanlagen</li> <li>- Bemessung von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen mit Hilfe des Nachweisverfahrens des ATV A128</li> <li>- Einführung und Anwendung des BWK-M3</li> <li>- Betrieb und Überwachung von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen</li> <li>- Grundlagen zur Steuerung von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen</li> <li>- Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen – DWA M 118/DIN EN 752</li> <li>- Bearbeitungsschritte der Kanalnetzberechnung</li> <li>- Bemessungs- und Nachweiskriterien</li> <li>- Überstaunachweis und Überflutungsprüfung</li> <li>- Neubemessung von Entwässerungsnetzen</li> <li>- Nachrechnung bestehender Entwässerungsnetze</li> <li>- Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge . DWA M-119</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen Bauwerke zur Regenwasserbehandlung und der weitergehenden Regenwasserbehandlung und können diese nach den maßgeblichen Regelwerken dimensionieren. Sie kennen die Grundlagen der immissionsorientierten Betrachtung und können die entsprechenden Regelwerke anwenden. Sie beherrschen außerdem die Bemessung und den Nachweis von Entwässerungssystemen und können Überstaunachweise und Überflutungsprüfungen durchführen.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Hoinkis et. E. Lindner (2007): Chemie für Ingenieure, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>- www.hachlange.de: Arbeitsvorschriften für Küvettentests</li> </ul>



<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Siedlungswasserwirtschaft 5 - Biologie und Chemie in der Siedlungswasserwirtschaft</b>			
<b>Course title English</b>			
Urban Water Management 5 - Biology and Chemistry			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine chemische Berechnungen (Massen, Mengen, Volumina, Konversion),</li> <li>- Grundlagen der Wasserchemie, Anomalien des Wassers,</li> <li>- Oxidation und Reduktion, Lösung, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, pH Wert,</li> <li>- Einfache Analyseverfahren,</li> <li>- C-, N-, P-Kreisläufe und Elimination, Oxidationszahlen,</li> <li>- Definition Leben und Mikrobiologie, Energie- und Baustoffwechsel,</li> <li>- Enzyme, Membranen, Transport, Glycolyse, TCC und Atmungskette</li> <li>- Katabolismus und Anabolismus, Redoxsysteme, Nernst-Gleichung, freie Energie</li> <li>- Diffusion, Osmose, Gärung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen die Grundlagen biologischer und chemischer Prozesse in der Siedlungswasserwirtschaft. Sie beherrschen die selbstständige Beurteilung einfacher Analyseverfahren der Chemie und Biologie. Sie beherrschen einfache Rechnungen zu stöchiometrischen Zusammenhängen.

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- basic chemical calculation (mass, quantity, volume, conversion)</li> <li>- basics of water chemistry, anomaly of water</li> <li>- oxidation and reduction, dissolution, carbonate balance, pH-value</li> <li>- basic analytic techniques</li> <li>- C-,N-,P-balances and elimination, oxidation numbers</li> <li>- definition life and microbiology, energy- and component metabolism</li> <li>- enzyme, membrane, transport, glycolysis, TCC and respiratory chain</li> <li>- catabolism and anabolism, redox system, Nernst equation, free energy</li> <li>-diffusion, osmosis, fermentation</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students know the basics of biological and chemical processes in sanitary environmental engineering. They handle the self-dependent assessment of simple analysis techniques in chemistry and biology. They care able to handle simple calculations for stoichiometric composition.

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- R. Benedix, Bauchemie – Einführung in die Chemie für Bauingenieure, Teubner Verlag</li> <li>- S. Wilhelm, Wasseraufbereitung, Chemie und chemische Verf.technik, Springer Verlag</li> <li>- G. Fuchs, Allgemeine Mikrobiologie,</li> </ul>

- Moudrak/Kunst, Biologie der Abwasserreinigung, Gustav Fischer Verlag

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Siedlungswasserwirtschaft 6 - Industrieabwasserreinigung</b>			
<b>Course title English</b>			
Urban water management 3 – industrial wastewater treatment			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertiefung kommunale Abwasserreinigung</li> <li>- Rechtliche Grundlagen Industrieabwasser</li> <li>- Spezielle Aufbereitungsverfahren</li> <li>- Spezielle Inhaltsstoffe</li> <li>- Schlammprobleme</li> <li>- Bemessung Einzelkomponenten</li> <li>- Planungsbeispiel</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende lernt auf der Grundlage der kommunalen Abwasserreinigung spezifische Module der Industrieabwasserreinigung inkl. deren Anwendung.

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deepening municipal wastewater treatment</li> <li>- Legal basis for industrial wastewater</li> <li>- Special treatment processes</li> <li>- Special ingredients</li> <li>- mud problems</li> <li>- Design of individual components</li> <li>- Planning example</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The student learns specific on the basis of municipal wastewater treatment Industrial wastewater treatment modules including their application.

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metcalf &amp; Eddy Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery: Treatment and Reuse, Kinld Edition 2014</li> <li>- Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, Gebundene Ausgabe – 1. Jan.1997 von Abwassertechnische Vereinigung e.V. (Herausgeber)</li> </ul>

--

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Stadt 3 - Nachhaltiges Planen und Entwerfen</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			4
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Stadt 4 - Stadt- und Verkehrsmanagement</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			4
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Stadt 5 - Integrierte Mobilitäts- und Stadtplanung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
			4
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

**Description / Content English**

**Learning objectives / skills English**

**Literatur**

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Stahlbau 4 - Stahl- und Verbundbrückenbau</b>			
<b>Course title English</b>			
Steel Structure 4 - Steel and Composite Bridge Construction			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, 2h.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Varianten der Brückensysteme, Besonderheiten beim Entwurf und bei der Bemessung von Stahl- und Stahlverbundbrücken (orthotrope Fahrbahnplatten, mitwirkende Breite etc.), Einwirkungen auf Brücken, Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, Tragfähigkeit und Ermüdung, Ermüdungsgerechtes Konstruieren von Stahl- und Stahlverbundbrücken, Werkstoffwahl im Stahlbrückenbau, Schweißtechnik und schweißgerechtes Konstruieren. Verbundbrückenbau wird in den Modulen „Stahl- und Verbundbrückenbau“ und „Massiv- und Verbundbrückenbau“ ergänzend und in Absprache gelehrt.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden beherrschen die Entwurfsgrundlagen zur Gestaltung von Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerbrücken, die Grundlagen der Konstruktion und Bemessung von Stahl- und Stahlverbundbrücken unter Berücksichtigung von fertigungstechnischen Gesichtspunkten (Schweißtechnik, Werkstatt- und Baustellenbedingungen).

<b>Description / Content English</b>
Variants of bridge systems, special issues in the design and dimensioning of steel and steel composite bridges (orthotropic carriageway slabs, effective widths, etc.), loads on bridges, verification in the serviceability limit state, load-bearing capacity and fatigue, design in a fatigue-proof way of steel and steel composite bridges, choice of materials in steel bridge construction, welding technology and design suitable for welding. Additionally and by arrangement, composite bridge construction is taught in the modules "Steel and Composite Bridge Construction" and "Solid and Composite Bridge Construction".
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students master the basics for the design of road, railway and pedestrian bridges, the basics for the construction and dimensioning of steel and steel composite bridges, taking into account production aspects (welding technology, workshop and construction site conditions).

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Novák, B., Gabler, M., Leitfaden zum DIN-Fachbericht 101, Ernst&amp;Sohn, März 2003</li> <li>- Sedlacek, G. et al, Leitfaden zum DIN-Fachbericht 103, Ernst &amp; Sohn Verlag, März 2003</li> <li>- Hanswille, G., Stranghöner, N., Leitfaden zum DIN-Fachbericht 104, Ernst&amp;Sohn, März 2003</li> <li>- Müller, M., Bauer, Th., Uth, H.-J., Straßenbrücken in Stahlbauweise nach DIN-Fachbericht, Bauwerk Verlag, 2004</li> <li>- Petersen, Stahlbau, Vieweg Verlag</li> </ul>

- Zwätz, R., Ahrens, C., Schweißen im bauaufsichtlichen Bereich – Erläuterungen mit Berechnungsbeispielen, DVS Media GmbH, 2007
- Hofmann, H.-G., Mortell, J.-W., Sahmel, P, Veit, H.-J., Grundlagen der Gestaltung geschweißter Stahlkonstruktionen, DVS Media GmbH, 2005
- Fügetechnik Schweißtechnik, DVS Media GmbH, 2007

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Stahlbau 5 - Schalen, Türme und Maste aus Stahl</b>			
<b>Course title English</b>			
Steel Construction 5 – Steel shells, towers and masts			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
Klausur, schriftlich (120 Minuten Bearbeitungszeit)			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Berechnung von Schalentragwerken, Türmen und Masten unter Berücksichtigung von Finite Elemente Methoden (FEM)
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden beherrschen <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Grundlagen zur Bemessung von Schalentragwerken, Türmen und Masten aus Stahl,</li> <li>- die Grundzüge der Anwendung von FEM-Software bei der Bemessung von Stahltragwerken am Beispiel von Schalentragwerken.</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
Design of shell structures, towers and masts using Finite Element Methods (FEM)
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students learn how to <ul style="list-style-type: none"> <li>- design shell structures, towers and masts made of steel,</li> <li>- use FEM software for the design of steel structures exemplary on shell structures.</li> </ul>

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Petersen, Stahlbau, Vieweg Verlag</li> <li>- Petersen, Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Verlag</li> <li>- Petersen, Dynamik der Baukonstruktionen, Vieweg Verlag</li> <li>- Stahlbau Kalender 2002, Ernst &amp; Sohn Verlag</li> <li>- Stahlbau Kalender 2009, Ernst &amp; Sohn Verlag</li> <li>- Stahlbau (Zeitschrift)</li> <li>- Rotter, J.M., Schmidt, H. Buckling of Steel Shells, European Recommendations, Eurocode 3, Part 1-6, ECCS Technical Committee 8, Structural Stability, 2008</li> </ul>

**Kursname laut Prüfungsordnung****Stahlbau 6 - Sonderkapitel des Stahlbaus****Course title English**

Steel Construction 6 – Special chapters in steel construction

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

**Prüfungsleistung**

Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch  
 oder  
 mündliche Prüfung  
 oder  
 Vortrag mit Kolloquium  
 oder  
 Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Grundlagen und vertiefte Kenntnisse der Werkstoffeigenschaften von Stahl (Eisenkohlenstoffdiagramm, Festigkeit, Zähigkeit, Härte) und deren Einfluss auf die Auslegung von Spezialbauwerken des Stahlbaus,
- Anwendung der Bruchmechanik bei der Beurteilung der Tragfähigkeit von Stahltragwerken unter Berücksichtigung der werkstofflichen Kenndaten,
- Auslegung, Ausführung und Prüfung von Schraubverbindungen
- aktuelle Problemstellungen des Stahlbaus.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Die Studierenden beherrschen

- die Auslegung von Spezialbauwerken des Stahlbaus unter Berücksichtigung der komplexen werkstofftechnischen Verhaltensweisen des Werkstoffs Stahl (dynamische Beanspruchung, tiefe Temperaturen etc.),
- vertiefte Kenntnisse über den Werkstoff Stahl hinsichtlich der Prüfung und Bewertung der Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften,
- bruchmechanische Betrachtungsweisen bei Restnutzungsdauerberechnungen von Stahltragwerken und bei der Werkstoffwahl für Stahltragwerke im Neubau und Bestand,
- detaillierte Kenntnisse zum Trag- und Verformungsverhalten nicht vorgespannter und vorgespannter Schraubverbindungen (Schraubenkategorien, Verspannungsschaubild, Einschraubtiefe etc.)
- die Regeln zur Ausführung und Prüfung von Schraubverbindungen (Anziehverfahren, tribologische Eigenschaften von kontaktgepaarten Oberflächen, Prüfverfahren).

**Description / Content English**

- Basic and detailed knowledge of material properties of steel (iron-carbon phase diagram , strength, toughness, hardness) and their influence on the desing of special steel structures

- Application of fracture mechanical methods for the assessment of load capacity of steel structures, taking mechanical material properties into account
- Design, execution and testing of bolted connections

### Learning objectives / skills English

Students master

- Design of special steel structures under consideration of complex material behaviour (under dynamic loads, low temperature applications etc.)
- Comprehensive knowledge of the material steel with respect to testing and assessing strength and toughness properties
- Fracture mechanical methods for the estimation of remaining fatigue life and for the choice of steel in existing and newly built steel structures
- Detailed knowledge of the load bearing behaviour of preloaded and non-preloaded bolted connections (categories of bolted connection, joint diagram, length of engagement etc.)
- Rules for execution and testing of bolted connections (tightening methods, tribological properties of slip surfaces, testing procedures)

### Literatur

- Petersen, Stahlbau, Vieweg Verlag
- Stahlbau Kalender 2006, Ernst & Sohn Verlag
- Sedlacek, G. et al., Commentary and Worked Examples to EN 1993-1-10, „Material toughness and through thickness properties“ and other toughness oriented rules in EN 1993, JRC Scientific and Technical Reports, 2008
- Stahlbau (Zeitschrift)

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Statik 5 - Baudynamik</b>			
<b>Course title English</b>			
Structural Analysis 5 – Structural Dynamics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
Klausurarbeit (2h)			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamische Einwirkungen und Beanspruchungen</li> <li>- Grundlagen mechanischer Schwingungen, Theorie der linearen Schwingungen (Masse-Feder-Dämpfer-Schwinger), Bewegungsgleichung, freie und erzwungene Schwingung, Eigenfrequenz, Ausschwingversuch</li> <li>- Numerische Integration und Dämpfung,</li> <li>- Baudynamische Untersuchung diskreter Mehrmassenschwinger (Modale Analyse, Eigenformen, freie und erzwungene Schwingung)</li> <li>- Vertiefte Einführung in die computergestützte dynamische Berechnung von Stabtragwerken, Modellierungsfragen, Fehlerkontrollen und Grenzbereiche der Anwendbarkeit</li> <li>- Bewertung- und Modellierung menscheninduzierter Schwingungen</li> <li>- Erdbebenanalyse</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen der Strukturanalyse von Tragwerken unter dynamischer Belastung. Sie sind in der Lage, dynamische Einwirkungen zu erfassen und zu beschreiben und kennen die wesentlichen Strukturparameter, die die Antwort des Tragwerkes beeinflussen. Die Studierenden können baupraktische Berechnungssoftware für die dynamische Analyse von Stabtragwerken einsetzen und sind in der Lage, die Grenzen ihrer Modellierung kritisch zu bewerten.</p>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Typical dynamic loads and excitations</li> <li>- Fundamentals of mechanical vibration; spring-mass-damper system; equation of motion, free and forced vibration; natural frequency; free vibration test</li> <li>- Numerical integration and damping,</li> <li>- Vibration of multi-degree-of-freedom systems (modal analysis, natural mode shapes, free and forced vibration)</li> <li>- Introduction to numerical analysis of frame structures for dynamic load cases; modelling issues and limitations</li> <li>- Analysis and evaluation of human-induced vibrations</li> <li>- Earthquake analysis</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Students know the basic principles of dynamic analysis of structures. They are able to characterize dynamic loads and know the essential structural parameters that govern the dynamic structural response. Students are</p>

able to use structural analysis software for the dynamic analysis of frame structures. They are able to critically assess the limitations of finite element models for dynamic analysis.

### Literatur

- Meskouris K., Baudynamik, Ernst & Sohn, 1998
- Petersen C., Dynamik der Baukonstruktionen, Vieweg, 1996
- Flesch R., Baudynamik: praxisgerecht. 1. Berechnungsgrundlagen, Bauverlag, 1992
- Eibl J., Henseleit O., Schlüter F.-H., Abschnitt Baudynamik im Betonkalender 1988, Ernst & Sohn, 1987

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Statik 5 - Baudynamik</b>			
<b>Course title English</b>			
Structural Analysis 5 – Structural Dynamics			
<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>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit (2h)			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamische Einwirkungen und Beanspruchungen</li> <li>- Grundlagen mechanischer Schwingungen, Theorie der linearen Schwingungen (Masse-Feder-Dämpfer-Schwinger), Bewegungsgleichung, freie und erzwungene Schwingung, Eigenfrequenz, Ausschwingversuch</li> <li>- Numerische Integration und Dämpfung,</li> <li>- Baudynamische Untersuchung diskreter Mehrmassenschwinger (Modale Analyse, Eigenformen, freie und erzwungene Schwingung)</li> <li>- Vertiefte Einführung in die computergestützte dynamische Berechnung von Stabtragwerken, Modellierungsfragen, Fehlerkontrollen und Grenzbereiche der Anwendbarkeit</li> <li>- Bewertung- und Modellierung menscheninduzierter Schwingungen</li> <li>- Erdbebenanalyse</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen der Strukturanalyse von Tragwerken unter dynamischer Belastung. Sie sind in der Lage, dynamische Einwirkungen zu erfassen und zu beschreiben und kennen die wesentlichen Strukturparameter, die die Antwort des Tragwerkes beeinflussen. Die Studierenden können baupraktische Berechnungssoftware für die dynamische Analyse von Stabtragwerken einsetzen und sind in der Lage, die Grenzen ihrer Modellierung kritisch zu bewerten.</p>

<b>Description / Content English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Typical dynamic loads and excitations</li> <li>- Fundamentals of mechanical vibration; spring-mass-damper system; equation of motion, free and forced vibration; natural frequency; free vibration test</li> <li>- Numerical integration and damping,</li> <li>- Vibration of multi-degree-of-freedom systems (modal analysis, natural mode shapes, free and forced vibration)</li> <li>- Introduction to numerical analysis of frame structures for dynamic load cases; modelling issues and limitations</li> <li>- Analysis and evaluation of human-induced vibrations</li> <li>- Earthquake analysis</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>Students know the basic principles of dynamic analysis of structures. They are able to characterize dynamic loads and know the essential structural parameters that govern the dynamic structural response. Students are</p>

able to use structural analysis software for the dynamic analysis of frame structures. They are able to critically assess the limitations of finite element models for dynamic analysis.

### Literatur

- Meskouris K., Baudynamik, Ernst & Sohn, 1998
- Petersen C., Dynamik der Baukonstruktionen, Vieweg, 1996
- Flesch R., Baudynamik: praxisgerecht. 1. Berechnungsgrundlagen, Bauverlag, 1992
- Eibl J., Henseleit O., Schlüter F.-H., Abschnitt Baudynamik im Betonkalender 1988, Ernst & Sohn, 1987

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Statik 6 - Lineare Statik der Schalenträgerwerke</b>			
<b>Course title English</b>			
Structural Analysis 6 – Linear analysis of shell structures			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
60% Klausurarbeit 40% Hausarbeit, ca 20 Seiten			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Tragwirkung und Klassifikation von Schalenträgerwerken, Membrantheorie von Rotationsschalen, Biegetheorie von Rotationsschalen, Berechnung zusammengesetzter Flächenträgerwerke, Einführung in die computergestützte Berechnung von Schalenträgerwerken
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen die wesentlichen Annahmen der linearen Schalentheorie. Sie sind in der Lage, analytische Lösungen für einfache Schalenprobleme abzuleiten. Die Studierenden können auch komplexere Schalenträgerwerke mit Hilfe von Berechnungssoftware untersuchen und die Ergebnisse kritisch bewerten.

<b>Description / Content English</b>
Load bearing mechanisms and classification of shell structures; Membrane theory of shells of revolution; Bending theory of shells of revolution, Analysis of composite shell structures, Introduction to numerical analysis of shell structures
<b>Learning objectives / skills English</b>
Students are aware of the essential assumptions of linear shell theories. They are able to derive analytical solutions of simple shell problems. Students are also able to use software to analyse more complex shell structures and to critically assess the results of such numerical simulations.

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hake, E.; Meskouris, K., Statik der Flächenträgerwerke: Einführung mit vielen durchgerechneten Beispielen. Springer, 2. Auflage, 2007</li> <li>- Girkmann, K., Flächenträgerwerke: Einführung in die Elastostatik der Scheiben, Platten, Schalen und Faltwerke. Springer, 6. Auflage, 1963</li> <li>- Pflüger, A., Elementare Schalenstatik. Springer, 3. Auflage, 1960</li> <li>- Flügge, W., Statik und Dynamik der Schalen, Springer, Softcover Nachdruck der 3. Auflage, 1962 (7. Mai 2012)</li> <li>- Werkle, H., Finite Elemente in der Baustatik. Statik und Dynamik der Stab- und Flächen-trägerwerke, Vieweg, 3. Auflage, 2008</li> <li>- Bažar, Y.; Krätzig, W.B., Mechanik der Flächenträgerwerke: Theorie, Berechnungsmethoden, Anwendungsbeispiele. Vieweg + Teubner Verlag, 1985</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Technische Mechanik 3- Kinematik und Kinetik</b>			
<b>Course title English</b>			
Engineering Mechanics 3 - Kinematics and Kinetics			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit, schriftlich oder elektronisch oder mündliche Prüfung oder Vortrag mit Kolloquium oder Hausarbeit (mind. 10 Seiten) mit Kolloquium			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Kinetik  - Kinematik des materiellen Punktes und des starren Körpers - Kinematik der Relativbewegung - Erhaltungssätze der Mechanik (Massenerhaltung, Impulserhaltung, Drallerhaltung, Eulersche Gleichungen, Massenträgheitsmomente, Energieerhaltung) - Zentraler und exzentrischer Stoß  Technische Schwingungslehre  - Schwingungen mit einem Freiheitsgrad (freie und erzwungene, gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen) - Schwingungen mit endlicher und unendlicher Anzahl von Freiheitsgraden
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe der Kinematik und können mit Hilfe der Erhaltungssätze einfache und zusammengesetzte Bewegungen von Massenpunkten und starren Körpern beschreiben. Sie können die Stoßgesetze anwenden und sind in der Lage freie und erzwungene, gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen bei Systemen mit einem und mehreren Freiheitsgraden zu analysieren und zu berechnen.

<b>Description / Content English</b>
- Kinematics of the material point and the rigid body - Kinematics of the relative movement - Balance laws of mechanics (balance of mass, balance of momentum, balance of moment of momentum, Euler equations, moment of inertia, balance of energy)
<b>Learning objectives / skills English</b>

The students are familiar with the basic concepts of kinematics and can use the conservation laws to describe simple and compound movements of mass points and rigid bodies. They can apply the collision laws and are able to analyze and calculate free and forced, damped and undamped oscillations in systems with one and more degrees of freedom.

### Literatur

- Gross/Hauger/Schröder/Wall: Technische Mechanik 3: Kinetik, Springer.
- Gross/Hauger/Wriggers: Technische Mechanik 4: Hydromechanik, Elemente der höheren Mechanik, Numerische Methoden, Springer.
- Gross/Ehlers/Wriggers: Formeln und Aufgaben zur Technischen Mechanik 3: Kinetik, Hydrodynamik, Springer.
- Hauger/Mannl/Wall/Werner: Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3: Statik, Elastostatik, Kinetik, Springer.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Technische Schadenskunde</b>			
<b>Course title English</b>			
Failure Analysis			
<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>			
Schriftliche Prüfung: Fragen zur schriftlichen Beantwortung wahlweise in deutscher oder englischer Sprache. Einfache Berechnungen, Taschenrechner erforderlich.			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Die Vorlesung befasst sich mit den modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden zunächst die Schädigungsmechanismen von mechanisch, chemisch und thermisch bedingten Schäden vorgestellt und deren direkte Zuordnung anhand von Schädigungserscheinungsformen erläutert. Die Vorgehensweise stützt sich dabei auf übliche optische, physikalische und chemische Analysemethoden, sowie analytische Berechnungen. Nach Bestimmung der Schadensmechanismen und der Schadensfolge werden mögliche Wege zur Schadensabhilfe (Sofortmaßnahmen) und grundsätzlichen Vermeidung (Gegenmaßnahmen) vor dem Hintergrund realer Schäden aufgezeigt.</p> <p>In der Übung führen die Studentinnen und Studenten anhand von Schadteilen im Team unter Anleitung und selbstständig vollständige Schadensanalysen incl. dem notwendigen Berichtswesen durch.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen die grundlegenden mechanischen und chemischen Beanspruchungen und daraus resultierende mögliche Schadenseinleitung und -ausbreitung in Komponenten des Maschinenbaus und verwandter Bereiche. Sie können Schädigungsmechanismen erkennen und Beanspruchungen zuordnen. Die Studierenden können anhand von beobachteten und gemessenen Größen, sowie mit Hilfe zusätzlicher verfügbarer Informationen (Fachliteratur, Datenbanken, Berechnungen) den möglichen Schadensablauf erklären und gezielte Maßnahmen zur Vermeidung ergreifen. Die Studierenden können fachgerechte Berichte zur technischen Schadensanalyse verfassen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>This lecture focusses on modern strategies of failure analysis. Firstly basic failure mechanisms of mechanically, chemically, and thermally induced failures are introduced and correlated with typical and special failure appearances. The proceeding is based on common optical, physical and chemical measurement techniques, as well as analytical calculations. After the failure mechanisms are understood possible immediate and long-term (e.g. design-based) countermeasures and strategies to avoid the damage are presented and discussed. In exercises the students deal with real failed parts, for which they carry out complete failure analyses incl. appropriate reporting.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students know the fundamental mechanical and chemical loads and possible resulting damage initiation and failure in components from mechanical engineering. They can recognize failure mechanisms and identify related load conditions. The students are able to explain a possible failure process based on observed and measured values, and with the help of additional available information (literature, data bases, calculations). They can select targeted measures to avoid a failure. The students are enabled to write a professional failure analysis report.</p>

## Literatur

Broichhausen, Josef:

Schadenskunde : Analyse und Vermeidung von Schäden in Konstruktion, Fertigung und Betrieb.

DU: 33WFB1760, E: 41WBF83

Lange, Günter [Hrsg.]:

Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle.

DU: 43ZHE1904, E: 41ZLP1230

Grosch, Johann: [Serie]

Schadenskunde im Maschinenbau : charakteristische Schadensursachen - Analyse und Aussagen von Schadensfällen.

E: 41ZLI1374

Kaesche, Helmut:

Die Korrosion der Metalle : physikalisch-chemische Prinzipien und aktuelle Probleme.

DU: D33ZMU1213, E: 31ZMP1006(2)

Kunze, Egon [Hrsg.]

Korrosion und Korrosionsschutz

DU: D33ZMP1226, E E40ZMP1266

VDI-Richtlinie 3822:

Schadensanalyse, Teil 1- Teil 5

Digitale Bibliothek über VDI-Richtlinien

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Tensor Calculus</b>			
<b>Course title English</b>			
Tensor Calculus			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Englisch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Der Inhalt des Moduls gliedert sich in die Bereiche tensorielle Aspekte der Vektoralgebra, das beliebige Grundsystem, Operationen in Komponentendarstellung, Tensoroperationen, Wechsel zwischen Koordinatensystemen, Gradient, Divergenz und Rotation von Tensorfeldern, Beispiele für die Differentiationen von Tensorfeldern sowie Integralsätze.

Das Modul wird durch zahlreiche Übungen ergänzt, in denen vorwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Probleme in der Mechanik, speziell in der Kontinuumsmechanik, können kurz und übersichtlich mit der Tensorrechnung formuliert werden. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit komplexer physikalischer Sachverhalte mit Hilfe der Tensorrechnung effektiv und kompakt darzustellen. Die Studierenden sind in der Lage, die mathematischen Theorien und die Modellbildung u.a. in der Kontinuumsmechanik und Thermodynamik besser anzuwenden.

**Description / Content English**

The content of this course is divided into the sections

- Aspects of tensor calculus in vector algebra
- The arbitrary basic system
- Operations using the component representation
- Operations using the tensor representation
- Shift between coordinate systems
- Gradient, Divergence and Rotation of tensor fields
- Differentiation of tensor fields
- Cauchy law

The lecture is accompanied by numerous tutorial sessions focusing on the construction of computer simulations to deepen the theoretical issues.

**Learning objectives / skills English**

Problem formulations in mechanics, especially in continuum mechanics can be clearly formulated with help of tensor calculus. In the lecture students will acquire the skills necessary to describe complex physical facts and laws with the help of tensor calculus in an effective and compact way. The students are able to better understand mathematical theories and modeling in the continuum mechanics and thermodynamics.

**Literatur**

Ogden, R.W.: Non-Linear Elastic DeformationsDover Publications, INC., 1984

Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley, 2000

Wiggers, P.: Nichtlineare Finite-Element-Methode, Springer, 2001

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Thermodynamics of Materials</b>			
<b>Course title English</b>			
Thermodynamics of Materials			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Englisch	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>Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik (Entropieungleichung) unter Einbeziehung der Energiebilanz (1. Hauptsatz der Thermodynamik) ist in der Kontinuumsmechanik ein effektives Werkzeug zur Herleitung von Restriktionen hinsichtlich der Formulierung von konstitutiven Beziehungen und Dissipationsmechanismen. Das Ziel der Veranstaltung ist die Formulierung von Restriktionen bezüglich der Struktur von konstitutiven Gleichungen und dissipativen Effekten für verschiedene Materialmodelle. Die Inhalte der Vorlesung gliedern sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hauptsätze der Mechanik</li> <li>- Energiebilanz und Entropieungleichung</li> <li>- Prinzip der materiellen Objektivität</li> <li>- Konstitutive Theorie</li> <li>- Konstitutive Größen, Prozessvariablen, Konstitutive Beziehung und Dissipationsmechanismus</li> <li>- Theorie der Invarianten</li> <li>- inkompressible Flüssigkeiten, ideale Gase, elastische Festkörper (nichtlineare Stoffgesetze, Hookesches Gesetz), thermoelastische Festkörper, elastisch-plastische Festkörper, viskose Materialien, anisotrope Materialien</li> <li>- Rheologische Modelle</li> </ul> <p>Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt. Das Ziel der Übung ist die Entwicklung eines Maple-Codes zur Berechnung von Deformationen, Verzerrungen und Spannungen am Beispiel einer Scheibe sowie die Formulierung der schwachen Form der Bilanz der Bewegungsgröße für ein Scheibenelement. Dieser Code wird auch für die Diskussion verschiedener Materialmodelle der Festkörpermechanik im Rahmen der linearen Theorie herangezogen.</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Ziel der Veranstaltung ist es, dass die Studierenden einige Materialmodelle, die in den heutigen Berechnungsprogrammen (Ansys, Abaqus, Marc, Fluent) implementiert sind, einordnen und den Einfluss der wesentlichen Materialparameter identifizieren können. Die Studierenden beherrschen die Formulierungen der globalen und lokalen Aussagen der Hauptsätze der Thermodynamik. Sie können problemorientiert die beschreibenden Feldgleichungen formulieren, das beschreibende Gleichungssystem vervollständigen (konstitutive Beziehungen, Evolutionsgleichungen) und Prozessvariable definieren und bekannte konstitutive Ansätze für Fluide und Festkörper formulieren.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>In order to gain restriction for constitutive relations and dissipation mechanism, the second law of thermodynamics (entropy inequality) has been usefully applied in continuum mechanics. The aim of the course</p>

is the derivation of restriction regarding the structure of constitutive equations and the formulation of dissipative effects for different material models. Contents of the Lecture:

#### Fundamentals of Mechanics

- Balance of Energy
- Entropy Inequality Principal of material objectivity Constitutive Sizes and Process Variables, Constitutive Relationship and Dissipation Mechanism
- incompressible fluids
- ideal gases
- elastic solids (non-linear equations, Hooke's law)
- thermo-elastic solids
- elastic-plastic solids
- viscous materials

The lecture will be supplemented by a tutorial. The goal of the tutorial will be the development of a Maple-Code for the calculation of boundary and initial value problems of non-stationary processes in thermo-elastic solids.

#### Learning objectives / skills English

At the end of this module the students will be able to classify and identify the main material models and its material parameters that are implemented in today's computation programs as Ansys, Abaqus, Marc and Fluent. The students will gain the ability to express global and local statements regarding the laws of thermodynamics. Additionally they will be able to express definitive field equations, to complete systems of equations (fundamental relationships, evolution equations) and to define process variables in a problem-oriented manner. They will gain the ability to express well-known fundamental approaches for fluids and solids and to formulate a description of the system of equations of non-stationary behaviors.

#### Literatur

- Haupt, P.: Continuum mechanics and theory of materials. Springer, 2000.
- Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics. Wiley, 2000.
- Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum Methods of Physical Modeling – Continuum Mechanics, Dimensional Analysis, Turbulence. Springer, 2004.
- Müller, I.: Grundzüge der Thermodynamik. Springer, 2001.
- Müller, I. & Müller, W. H.: Fundamentals of Thermodynamics and Applications. Springer, 2009.
- Wilmanski, K.: Thermomechanics of Continua. Springer, 1998.
- Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum Methods of Physical Modeling – Continuum Mechanics, Dimensional Analysis, Turbulence. Springer, 2004.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Umwelt 1 - Umweltrecht</b>			
<b>Course title English</b>			
Environmental legislation			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2			2
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
überblick über die Rechtsordnung in der EU und Deutschland Praxisbeispiele aus dem Bereich des Umwelt-, Genehmigungs- und Planungsrechts mit dem Schwerpunkt der abfall- und wasserwirtschaftlichen Fragestellung.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden beherrschen den Umgang mit Gesetzestexten und den zugehörigen Kommentaren. In den Vorlesungen und übungen wissen die Studenten die Grundfertigkeiten zur Einordnung von rechtlichen Fragestellungen im Bereich des Umwelt-, Genehmigungs- und Planungsrechts zu beachten.

<b>Description / Content English</b>
Review of legislation in the European Union and Germany in respect to water and waste. Discussion about practical examples with focus on questions regarding waste and water management.
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students know how to handle legal text and corresponding comments focused on waste and water management. In seminars the students learn basic skills to classify legal Questions in the field of environmental act as well as planning and licensing procedures.

<b>Literatur</b>
Umweltrecht – Beck-Texte im dtv (Deutscher Taschenbuch Verlag) - Wasserhaushaltsgesetz - Kreislaufwirtschaftsgesetz - Download der aktuellen übungen und Vorlesungen

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Umwelt 2 - nachhaltige Energiewirtschaft</b>			
<b>Course title English</b>			
Sustainable Energy Supply			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
4			
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Energiewirtschaft</li> <li>- Rechtliche und politische Randbedingungen der Energiewirtschaft</li> <li>- Einfluss der Energiewende auf die Europäische Energieversorgung</li> <li>- Regenerative Energiequellen</li> <li>- Einsatz regenerativer Energiequellen am Beispiel eines Entwässerungsbetriebes</li> <li>- Energiebedarf in der Wasserwirtschaft</li> <li>- Beschaffung von Strom aus der Sicht eines Betreibers</li> <li>- Vorbereitungen und Sicherheitskonzepte für einen Stromausfall</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden verstehen technische, ökonomische, rechtliche und ökologische Randbedingungen der deutschen und europäischen Energiewirtschaft. Sie kennen die Vor- und Nachteile regenerativer Energiequellen und können die Energieeffizienz unterschiedlicher Systeme bewerten. Anhand konkreter Beispiele verstehen sie die speziellen Randbedingungen eines Kläranlagen- und Kanalnetzbetreibers hinsichtlich Energiebezug und –bereitstellung.

<b>Description / Content English</b>
Fundamentals of sustainable power and heat generation/supply for regions, cities, urban quarters and industry – with special attention to the green transition and integration of energy systems („Energiewende“).
<b>Learning objectives / skills English</b>
Understand the basics of energy technologies and economics, as relevant for civil engineers, environmental engineers, urban planners, natural scientists and related disciplines.

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bischofsberger, N. Dichtl, K. Rosenwinkel, C. Seyfried, B. Böhnke (2004): Anaerobtechnik - Handbuch der anaeroben Behandlung von Abwasser und Schlamm. Springer-Verlag, Berlin</li> <li>- Karlsruhmitt, A. Wiese, W. Streicher (2003): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer-Verlag, Berlin</li> <li>- s. Trogisch, W. Baaske (2004): Biogas Powered Fuel Cells. Trauner Verlag, Linz</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Umwelt 3 - Emscher-Umbau</b>			
<b>Course title English</b>			
Rehabilitation of River Emscher			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2			2
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung des Emschersystems bis 1990</li> <li>- Konzept der Umgestaltung des Emschersystems nach Abschluss des Bergbaus</li> <li>- Finanzierung, Refinanzierung und Organisation</li> <li>- Ausbau der Abwasserreinigung</li> <li>- Bau der Abwasserkanäle und Regenwasserbehandlung</li> <li>- Emscher: Zukunft, Städtebau und die Umgestaltung der Gewässer</li> <li>- Entwicklungschancen, Vorplanung und Planung von Gewässern</li> <li>- Hochwasserschutz, Betrieb und Erfolgskontrolle von Gewässern</li> <li>- Umsetzung von Maßnahmen und Förderung der Akzeptanz - von Emscherkunst bis Baustellenführung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende erhält einen umfassenden Blick in die Randbedingungen und die Umsetzung des Emscherumbaus. Der Studierende versteht die technischen Maßnahmen, die wirtschaftlichen und soziologischen Aspekte des Emscherumbaus und kann diese auf andere Gewässersysteme mit ähnlichen Randbedingungen übertragen.</p>

<b>Description / Content English</b>
<p>Emschergenossenschaft is running a program to transform River Emscher from an open sewer system to a conventional system with rivers containing clean water and a parallel combined sewer system transporting sewage and storm water. The rivers are transformed to fulfil most demands of the EU Frame Water Directive.</p>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-- How to organize a water related program for 5.3 billion &amp;euro; and 30 years duration</li> <li>-- Identifying stakeholders and actors in a program mentioned above</li> <li>-- Technical solutions for separating sewage from surface waters</li> <li>-- Estimating resulting annual costs from a program mentioned above bases on investments and operational costs</li> <li>-- Comparing annual costs with affordability of a society (economy of a state)</li> </ul>

<b>Literatur</b>
<p>Download der aktuellen Vorlesungsunterlagen</p>



**Kursname laut Prüfungsordnung****Umwelt 4 - Modellierung von Prozessen in der Umwelt****Course title English**

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

**Prüfungsleistung**

50% mündliche Prüfung oder Klausurarbeit  
50% Hausarbeit

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

- Oberflächenabflussmodelle
- Hydrologische Abflussmodelle
- Hydrodynamische Abflussmodelle
- Schmutzfrachtsimulation
- Dynamische Kläranlagensimulation
- Gewässergütesimulation
- Integrierte Simulation Kanalnetz, Kläranlage und Gewässer
- Einsatz von FE-Modellen zur Beschreibung biologischer Prozesse in Deponien

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Studierende beherrscht die Anwendung von ausgewählten Modellen zur Simulation von Kanalnetzen, einschl. Oberflächenabflussmodellen, Kläranlagen und Gewässern. Der Studierende versteht die mathematischen Grundlagen der Modelle und kann so die Ergebnisse von Simulationen im Bereich der gesamten Wasserwirtschaft bewerten.

**Description / Content English****Learning objectives / skills English****Literatur**

- Leinweber: Anforderungen an die integrierte Modellierung von Entwässerungssystemen und Kläranlagen
- Schweitzer (2008): Matlab kompakt, Oldenburg, Oldenburg
- O. Beucher (2008): Matlab und Simulink: Grundlegende Einführung für Studenten und Ingenieure in der Praxis, Pearson Studium

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Umwelt 5 - Laborpraktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Environment 5 - Laboratory internship			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
1		3	
<b>Prüfungsleistung</b>			
30 Seiten			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Der Studierende bearbeitet selbstständig ein Problem aus dem Bereich der Abfall- oder Siedlungswasserwirtschaft im Labor. Die reine Laborarbeit beträgt 3-4 Wochen</p> <p>Einführung in die Arbeitssicherheit für die spezifischen Aufgaben im Labor</p> <p>Planung, Aufbau, Durchführung und Dokumentation von Versuchen</p> <p>Planung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung von Analysen</p> <p>Verfassen eines Versuchsberichtes und Präsentation der Ergebnisse</p>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die Studierenden beherrschen die Durchführung einfacher Laboranalysen sowie die Deutung und Einordnung der Ergebnisse im Kontext der Aufgabenstellung

<b>Description / Content English</b>
<p>The student works independently on a problem from the area of waste or urban water management in the laboratory. The laboratory work is 3-4 weeks</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- Introduction to occupational safety for specific tasks in the laboratory</li> <li>-- Planning, construction, implementation and documentation of experiments</li> <li>-- Planning, implementation, documentation and evaluation of analyzes</li> <li>-- Writing a report and presenting the results</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students master the implementation of simple laboratory analyzes as well as the interpretation and classification of the results in the context of the task.

<b>Literatur</b>
<p>DIN –Normen</p> <p>Deutsche Einheitsverfahren</p> <p>VDI-Richtlinien</p> <p>Themenabhängig sind selbstständig Literatur zu beschaffen</p>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Umweltmonitoring und Gewässerschutz</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
80% Klausur oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechtliche Grundlagen</li> <li>- Flussgebietsmanagement</li> <li>- Gewässernutzung, -schutzziele</li> <li>- Maßnahmenentwicklung, -konkretisierung, -auswahl, Nutzwertanalyse</li> <li>- Wasserwirtschaft für Umweltziele, Daseinsvorsorge, Infrastruktur</li> <li>- Projektorganisation, Maßnahmenkonzepte</li> <li>- Betrieb, Regelbetrieb, Instandhaltungskosten, Organisation</li> <li>- Sanierungsmaßnahmen unter laufendem Betrieb</li> <li>- Hochwassermanagement in der Praxis</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Aufgaben, die planerische Umsetzung und praktische Durchführung von Maßnahmen innerhalb der Bewirtschaftungspläne eines Flussgebietes</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>Contents of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- legal bases,</li> <li>- river basin management,</li> <li>- uses and protection of water bodies,</li> <li>- development, ascertainment, selection and and benefit analysis of measures,</li> <li>- water management in consideration of environmental objectives, general interest and infrastructures,</li> <li>- organization of projects and concepts of measures,</li> <li>- operation, regular operation, maintenance costs, organisation</li> <li>- restoration measures in operation</li> <li>- flood protection in practise</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
The students know implementation and practical conduct of measures within management plans of river basins.

## Literatur

Patt, H., Jürging, P., Kraus (3. Aufl. 2009) Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern, Springer-Verlag, Berlin

EU-Wasserrahmenrichtlinie, Wasserhaushaltsgesetz

Müller, U. (2010) Hochwasserrisikomanagement – Theorie und Praxis, Vieweg u. Teubner, Wiesbaden

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Verkehr 3 - Eisenbahnwesen</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrdynamische Grundlagen</li> <li>- Strukturierung des DB-Netzes</li> <li>- Trassierungselemente (Gleisbogen, Übergangsbogen, Gradienten, Fahrraumprofil, Querschnitte)</li> <li>- Bahnkörper (Erdkörper, Oberbau, Gleis und Weichenverbindungen)</li> <li>- Zugsicherung</li> <li>- Leistungsfähigkeit</li> <li>- Güterverkehr</li> <li>- Bahnhofsanlagen</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Art der Trassierungselemente und deren Berechnung</li> <li>- den Aufbau und die Elemente eines Bahnkörpers</li> <li>- Blockabschnitte, Signale, LZB und Indusi</li> <li>- den betrieblichen Ablauf des Güter- und Personenverkehrs</li> <li>- und sind in der Lage die Leistungsfähigkeit von Bahnanlagen und auf freier Strecke zu ermitteln sowie Bahnanlagen zu entwerfen.</li> </ul>

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

<b>Literatur</b>
Aktuelle Regelwerke, die zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben werden

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Verkehr 4 - Öffentlicher Verkehrssysteme</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausurarbeit oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des öPNV</li> <li>- Betrachtung und Bewertung unterschiedlicher Verkehrssysteme</li> <li>- öPNV-Netze und öPNV-Linie</li> <li>- Haltestellen und Umsteigeanlagen</li> <li>- Maßnahmen zur Priorisierung des öPNV</li> <li>- Fahrplangestaltung</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Priorisierung des öPNV</li> <li>- die unterschiedlichen Verkehrssysteme und die Verkehrsnachfrage</li> <li>- die Erstellung von öPNV-Netzen,- Linien und Fahrplangestaltung</li> <li>- und sind in der Lage Haltestellen und Umsteigeanlagen zu entwerfen und zu gestalten.</li> </ul>

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

<b>Literatur</b>
Wird in der Vorlesung bekanntgegeben

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Wassermengenwirtschaft und Klimawandel</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	2		
<b>Prüfungsleistung</b>			
70% Klausur oder mündliche Prüfung 30% Hausarbeit			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziele und Aufgaben der Wasserwirtschaft</li> <li>- Rechtliche Grundlagen u. Organisation der Wasserwirtschaft</li> <li>- Wasserbauliche u. wasserwirtschaftliche Planungen</li> <li>- Entwicklung von Fließgewässern, Gestaltung u. Unterhaltung</li> <li>- Grundlagen des Hochwasserschutzes</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgaben der Wasserwirtschaft</li> <li>- grundlegenden Nutzungs- und Entwicklungskonzepte zur ökologischen Gewässerentwicklung</li> <li>- Grundlagen des Hochwasserschutzes</li> </ul>

<b>Description / Content English</b>
<p>Contents of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- objectives and tasks in hydraulic engineering,</li> <li>- legal bases and their set-up in water management,</li> <li>- planning in hydraulic engineering and water management,</li> <li>- stream development and its' design and maintenance,</li> <li>- basics in flood protection measures</li> </ul>
<b>Learning objectives / skills English</b>
<p>The students know responsibilities and tasks in hydraulic engineering, utilisation and development concepts for ecological stream development, basics in flood protection measures.</p>

<b>Literatur</b>
<p>Jürging, P., Patt, H. (2005) Fließgewässer- und Auenentwicklung – Perspektiven für eine nachhaltige Entwicklung, Springer-Verlag, Berlin. MUNLV NRW ( 2005) Handbuch Querbauwerke</p>

MUNLV NRW (2010) Blaue Richtlinie - Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen Ausbau und Unterhaltung

LANUV (2012): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen. Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Werkstoffcharakterisierung mit der Elektronenstrahlmikroskopie</b>			
<b>Course title English</b>			
<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>
Nach der Vermittlung der Grundlagen der Kristallographie werden die für die Analyse von Werkstoffen wichtigen Methoden der Elektronenmikroskopie (Rasterelektronenmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie, Focused Ion Beam, Raster-Tunnelmikroskopie u.a.) vorgestellt. Mit Hilfe von Anwendungsbeispielen werden unterschiedliche Präparationstechniken vorgestellt. Neben den Grundfunktionen der Geräte, Bedienung und Einflussfaktoren werden auch verschiedene Analysemethoden und Spezialverfahren erläutert und teilweise auch praktisch vorgeführt. Anhand von Beispielen werden die Ergebnisse solcher Analysemethoden ausgewertet und diskutiert.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Nach der Vermittlung der Grundlagen der Kristallographie wird den Studierenden ein Überblick über die Möglichkeiten moderner Elektronenmikroskopie gegeben. Auf der Basis dieser Kenntnisse sollen die Studierenden vom Prinzip her in der Lage sein, je nach Anwendungsfall geeignete Analysemethoden auszuwählen und die Ergebnisse entsprechend zu bewerten.

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

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde Springer Verlag Berlin, 2001, ISBN 354041961-6</li> <li>- L. Reimer, G. Pfefferkorn, Raster-Elektronenmikroskopie Springer Verlag Berlin, 1977, ISBN 354008154-2</li> <li>- E. Hornbogen, B. Skrotzki, Werkstoffmikroskopie Springer Verlag Berlin, 1993, ISBN 354056927-8</li> <li>- P. B. Hirsch, Electron microscopy of thin crystals Robert E. Krieger Publishing 1977, ISBN 0-88275-376-2</li> </ul>

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Werkstoffe 10 - Funktionswerkstoffe im Bauwesen</b>			
<b>Course title English</b>			
Materials 10 – Functional materials			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	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>			
50% Klausur bzw. mündliche Prüfung, 50% Praktikumsprotokolle			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Für die funktionalen Eigenschaften werden insbesondere elektrische Größen erlernt. Werkstoffklassen sind elektrische Leiter, Halbleiter, Isolatoren, Ionenleiter, Dielektrika und Ferroelektrika. Kopplungsgrößen zwischen mechanischen und elektrischen Größen, Elektrostriktion und Piezoelektrizität werden an prominenten Vertretern ihrer Klasse erarbeitet. Magnetische Größen werden eingeführt und ferromagnetische Eigenschaften erarbeitet. Einfache Photoprozesse werden eingeführt. Alle wesentlichen Werkstoffeigenschaften werden im Experiment nachvollzogen und verfestigen sich somit im Verständnis und im Gedächtnis.
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Die funktionalen Eigenschaften von Werkstoffen werden vom Studenten erlernt. Elektrische, thermische und magnetische Eigenschaften sind bekannt und können auf ihre mikrostrukturellen Ursachen zurückgeführt werden. Ein Werkstoffverständnis wird auf thermodynamischen Grundprinzipien und einfachsten quantenmechanischen Grundlagen aufgebaut. Transportvorgänge werden vom Studenten verstanden ebenso wie nichtlineares und hysteretisches Werkstoffverhalten. Die Bedeutung von anisotropen Werkstoffeigenschaften und ihrer einfachen tensoriellen Beschreibung sind klar geworden. Praktischer Umgang mit Messmethoden und funktionaler Werkstoffcharakterisierung wird erlernt.

<b>Description / Content English</b>
This lecture comprises the fundamentals of functional materials for applications in civil engineering. As high end materials are nowadays included in many technical equipment around civil engineering edifices, emphasis is on materials that are currently much in use. The prime field are solar cell materials including their semiconductor properties and their reliability. Aspects of lifetime and aging are included. Depending on the number of participants, a short introduction into the main fields and problems of semiconductor physics are given. Then the students themselves write a seminar thesis on a particular topic within the range of topics available in the lecture. At the end of the term, the students will present their results (in literature survey) in an oral presentation in order that all participants get a glimpse of the different aspects of functional materials in and around civil engineering.
<b>Learning objectives / skills English</b>
Learn the basic functional properties of materials, learn to collect literature and assemble it to a short thesis/literature review. Present their topic to the other participants in the course.

<b>Literatur</b>
- Schaumburg, H., Werkstoffe, Teubner, Stuttgart, 1990 - Fasching, G., Werkstoffe der Elektrotechnik, Springer, Wien, 1994

- Moulson, A.J., Herbert, J.M., Electroceramics, Wiley, Chichester, 2003
- Spickermann, D., Werkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik, J. Schlembach Fachverlag, Weil der Stadt, 2002
- S.O. Kasap, Principles of Electrical Engineering Materials and Devices, Mc-Graw Hill, Boston, 2000 (sehr zu empfehlen)
- R.E. Hummel, R.E., Electronic Properties of Materials, Springer, New York, 2001
- Maier, J., Festkörper – Fehler und Funktion, Teubner, Stuttgart 2000
- Jiles, D., Introduction to Magnetism and Magnetic Materials, Chapman&Hall, London 1998
- Waser, R., Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH, Weinheim, 2005
- Nye, J.F., Physical Properties of Crystals, Oxford Sci. Publications, Clarendon Press, 1985
- Newnham R.E., Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford University Press, 2005
- Xu, Yuhuan, Ferroelectric Materials and Their Applications, Elsevier, 1991
- Lines, M.E., Glass, A.M., Principles and Applications of Ferroelectrics and related Materials, Clarendon Press, Oxford, 1977

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Werkstoffe 4 - Laborpraktikum</b>			
<b>Course title English</b>			
Materials Science Laboratory			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
12	SS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
		4	
<b>Prüfungsleistung</b>			
50% Kolloquien zu den Einzelversuchen, 50% Versuchsprotokolle			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmekapazität (Temperaturmessung, Wärmemessung außen),</li> <li>- Wärmeleitfähigkeit, Wärmestrom</li> <li>- Elastizitätsmodul über Resonanz, Fourier-Transformation</li> <li>- 4-Punkt-Biegeversuch Keramik, Bruchfestigkeit (Keramik, Beton)</li> <li>- Bruchzähigkeit, Härteversuche (Vickers, Brinell)</li> <li>- Keramische Pulververarbeitung (Pressen, Schlickern)</li> <li>- Dilatometrie, Sintern von Keramik</li> <li>- Nasschemie</li> <li>- Probenherstellung, Schleifen, Polieren, chemisches Polieren</li> <li>- Partikelgrößenbestimmung</li> <li>- Gefügecharakterisierung</li> <li>- Elektronenmikroskopie</li> <li>- Röntgenanalyse</li> <li>- akustische Methoden der zerstörungsfreien Prüfung</li> <li>- Diffusion, Drift und Korrosion</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende erlernt in eigener Laborarbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Umgang mit Messgeräten,</li> <li>- ausgewählte Methoden der Materialherstellung,</li> <li>- das Erstellen von Laborberichten,</li> <li>- die Bewertung von Messergebnissen bezüglich ihrer Genauigkeit und statistischer Streuung und</li> <li>- die mechanischen, thermischen und morphologischen Werkstoffeigenschaften an ausgewählten Beispielen.</li> </ul>

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

## Literatur

- Macherauch, E., Praktikum in Werkstoffkunde. Vieweg, Braunschweig, 1990
- Schaaf, P., Große-Knetter, J., Das physikalische Praktikum, Universitätsverlag Göttingen, 2008
- Eichler, H.J., Kronfeldt, H.-D., Sahm, J., Das neue physikalische Grundpraktikum, Springer, 2006
- Bevington, P.R., Robinson, D.K., Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, WCB/McGraw-Hill, 1992

**Kursname laut Prüfungsordnung****Werkstoffe 5 - Werkstoffcharakterisierung****Course title English**

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

**Prüfungsleistung**

Klausur bzw. mündliche Prüfung

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Das makroskopische Verhalten funktionaler Werkstoffe ist wesentlich von ihren Eigenschaften auf der Mikrobeziehungsweise Nanoskala abhängig. Deswegen spielen mikroskopische Untersuchungsverfahren eine wichtige Rolle in der modernen Materialwissenschaft. In dem Modul werden Methoden der mikroskopischen Werkstoffcharakterisierung eingeführt. Die Vorgehensweisen der optischen Mikroskopie, inklusive Konfokal- und optischer Nahfeldmikroskopie, werden erklärt. Die modernen rasterkraftmikroskopischen Methoden für die Untersuchung mechanischer, elektrischer und magnetischer Eigenschaften der Oberflächen von Funktionalwerkstoffen mit atomarer Auflösung werden diskutiert. Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie werden eingeführt. Die physikalischen Grundsätze dieser Methoden werden erarbeitet.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Der Studierende ist mit den modernen mikroskopischen Methoden der Werkstoffcharakterisierung vertraut. Er versteht die Anwendung und die physikalischen Grundsätze dieser Methoden. Der Studierende erlangt praktische Fertigkeiten in der Rasterkraftmikroskopie

**Description / Content English****Learning objectives / skills English****Literatur**

**Kursname laut Prüfungsordnung****Werkstoffe 6 - Physikalische Eigenschaften von Werkstoffen****Course title English**

Physical properties of materials

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

**Prüfungsleistung**

Klausur bzw. mündliche Prüfung

**Beschreibung / Inhalt Deutsch**

Werkstoffkenngrößen wie Dehnung, elektrische Polarisation, Magnetisierung und Supraleitung werden erarbeitet. Thermodynamische Potentiale werden auch für elektrische und magnetische Größen eingeführt. Ausgehend von linearen Werkstoffgesetzen werden auch stark nichtlineare hysteretisches Werkstoffgesetze erarbeitet. Zur Beschreibung der Nichtlinearität werden polynomiale Landau-Ansätzen, Rayleigh-Gesetzen und Preisach-Modelle diskutiert. Ausgehend von diesen phänomenologischen Werkstoffbeschreibungen werden konkrete Werkstoffe auf ihre speziellen linearen und nichtlinearen Eigenschaften hin untersucht.

**Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch**

Das Verhalten von Werkstoffen wird anhand ihrer grundlegenden physikalischen Eigenschaften erarbeitet. Alle Feldgrößen werden verstanden.

**Description / Content English**

Symmetry and properties of crystalline materials, Tensors. Dielectric, mechanical, thermal and magnetic properties. Cross-coupling phenomena. Ferroic materials. Transport properties.

**Learning objectives / skills English**

In this course students are taught the basics of symmetry of crystalline materials. Students will learn the tensor description of material properties, relation between symmetry and tensor form. Student will become familiar with the thermal, elastic, dielectric and magnetic properties of materials. Cross-coupling phenomena: piezoelectricity, magnetostriction, magnetoelectric effect, will be introduced. Concept of ferroic materials and domain structure will be introduced. Applications of materials in sensors, actuators, energy harvesting devices will be discussed with students.

**Literatur**

- Nye, J.F., Physical Properties of Crystals, Oxford Science Publications, Clarendon Press, 1985
- Newnham R.E., Properties of Materials: Anisotropy, Symmetry, Structure, Oxford University Press, 2005

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Werkstoffe 7 - Betontechnologie und Dauerhaftigkeit</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	SS	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>
Hochfeste Betone, Hochleistungsbeton, Faserbetone; selbstverdichtenden Beton Betone mit rezyklierten Gesteinskörnungen Leichtbeton, Straßenbeton, Instandsetzen von Betonbauteilen Fugen Beton im Umweltschutz, SichtbetonQualitätssicherung, Dauerhaftigkeit von Beton; Konstruktive Aspekte der Dauerhaftigkeit; Schutz und Instandsetzung von Stahlbeton; Fugen, Betonersatzsysteme und Oberflächenschutzsysteme
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende kennt die Sonderbetone, ihre Einsatz-gebiete im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit und kann die Rezepturen berechnen. Er kennt die Schädigungsme- chanismen bei Beton, Mauerwerk, etc. und kann dauer- hafte Konstruktionen entwerfen Er ist in der Lage, Dauerhaftigkeitsuntersuchungen durchzuführen, die Ergebnisse zu beurteilen und eine Entscheidung hinsichtlich der Restlebensdauer zu treffen.

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

<b>Literatur</b>
Wesche, K.: Baustoffe für tragende Bauteile. Bauverlag, Wiesbaden Rost&acute;sy, F.S.: Baustoffe. Kohlhammer, Stuttgart, 1983 Reinhardt, H.W.: Ingenieurbaustoffe. Wilhelm Ernst, Berlin München Düsseldorf, 1973 Zementtaschenbuch, Bau+Technik Verlag Spezialbeton, Bd. 1-6, Bau+Technik Verlag

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Werkstoffe 8 - Bauschäden und Bauwerksprüfung</b>			
<b>Course title English</b>			
<b>Kreditpunkte</b>	<b>Turnus</b>	<b>Sprache</b>	<b>Pflicht/Wahl</b>
6	WS	Deutsch	0
<b>SWS Vorlesung</b>	<b>SWS Übung</b>	<b>SWS Praktikum/Projekt</b>	<b>SWS Seminar</b>
2	1	1	
<b>Prüfungsleistung</b>			
10 Seiten			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
Typische Bauschäden an Beton- und Mauerwerksbau, Schadensaufnahme, Bauwerksprüfung zerstörend und zerstörungsfrei, Bauwerks- und Baustoffprüfung, bauphysikalische und bauchemische Schadensanalyse, Ursachermittlung und Bewertung von Schäden und Mängel, Erstellen eines Instandsetzungskonzeptes
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
Der Studierende lernt sein baustofftechnologisches und bauphysikalisches Grundlagenwissen an baupraktischen Beispielen anzuwenden. Er erlangt Fähigkeiten zur Vermeidung von Bauschäden und erlernt die theoretische Anwendung der zerstörenden und zerstörungsfreien Bauwerks- und Baustoffprüfung

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

<b>Literatur</b>
Wesche, K.: Baustoffe für tragende Bauteile. Bauverlag, Wiesbaden Rost&acute;sy, F.S.: Baustoffe. Kohlhammer, Stuttgart, 1983 Reinhardt, H.W.: Ingenieurbaustoffe. Wilhelm Ernst, Berlin München Düsseldorf, 1973 Zementtaschenbuch, Bau+Technik Verlag Spezialbeton, Bd. 1-6, Bau+Technik Verlag

<b>Kursname laut Prüfungsordnung</b>			
<b>Werkstoffe 9 - Strukturaufklärung</b>			
<b>Course title English</b>			
Structure of matter			
<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>
1	1		
<b>Prüfungsleistung</b>			
Klausur oder mündliche Prüfung			

<b>Beschreibung / Inhalt Deutsch</b>
<p>Streuungstechniken zur Bestimmung der Struktur der Materialien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Röntgenstreuung</li> <li>- Röntgendiffraktometrie</li> <li>- Neutronenstreuung</li> <li>- Diffuse Streuung</li> <li>- Zusammenwirkung der Strahlung mit den Materialien: Kristallstruktur, Bravais Gitter, Miller Kennzahlen</li> <li>- Reflektometrie</li> <li>- Anwendung der Theorie und praktische Beispiele</li> </ul>
<b>Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch</b>
<p>Der Studierende besitzt die theoretischen Kenntnisse der physikalischen Eigenschaften und lernt die Struktur der Materialien.</p> <p>Der Studierende kennt die verschiedenen Untersuchungstechniken und kann entscheiden, welche Materialien mit welcher Methode untersucht werden können.</p>

<b>Description / Content English</b>
Principles of solid state physics; Fourier analysis; X-rays theory; synchrotron radiation; diffraction; refraction; concrete and its applications; techniques to investigate concrete; CDF-CIF test; basics of heat conduction.
<b>Learning objectives / skills English</b>
In this subject, the basics of matter and its investigation are taught. The students are given the basics of different techniques, in order to understand which technique should apply in a certain situation.

<b>Literatur</b>