



Modulbeschreibung

M.Sc. Computational Mechanics PO19

Stand: November 2022

Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

Kursname laut Prüfungsordnung			
Advanced Modeling and Simulation Techniques			
Course title English			
Advanced Modeling and Simulation Techniques			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Veranstaltung behandelt die fortgeschrittene Modellbildung und Simulation technischer Systeme (Vorlesung) und Anwendungen (Übung). Inhalte im Einzelnen:</p> <p>Definitionen, Begriffsbildung</p> <p>Domänen-spezifische und domänen-übergreifende Methoden in verschiedenen technischen Bereichen (z.B. Mechanik, Hydraulik, Elektrik, Elektronik),</p> <p>Methoden zur Modellierung mechatronischer Systeme,</p> <p>Modellierung von Systemen mit konzentrierten und verteilten Parametern, Fortgeschrittene Verfahren zur Lösung differentieller und differential-algebraischer Gleichungen,</p> <p>Analyse linearer Systeme,</p> <p>Stabilität mechatronischer Systeme,</p> <p>Simulation mit objekt-orientierten Simulationssprachen,</p> <p>Lineare und nichtlineare Identifikation von Parametern und Optimierung,</p> <p>Anwendung von Matlab/Simulink und Dymola Anwendungen</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden werden durch die Vorlesung in die Lage versetzt, geeignete mathematische Methoden zur Simulation mechanischer und mechatronischer Systeme kompetent auszuwählen und anzuwenden. Diese Fähigkeiten sind für die Erreichung der Ziele des Studiengangs Computational Mechanics unverzichtbar. Die Studierenden sind fähig, diese Methoden auch auf komplexe Probleme, die im Fokus des Studienganges stehen, erfolgreich anzuwenden. Sie sind weiterhin in der Lage, Simulationsergebnisse korrekt zu interpretieren und zu diskutieren sowie ihre Relevanz und Gültigkeit für das gegebene Problem zu beurteilen. Im Rahmen von Übungen und Praktika gewinnen sie praktische Erfahrungen bei der Anwendung der erlernten Techniken auf studiengangrelevante Problemstellungen unter Verwendung handelsüblicher Ingenieurs-Software wie Matlab/Simulink und Dymola. Weiterhin beherrschen sie Methoden zur Identifikation von Systemparametern und zur Optimierung mechanischer und mechatronischer Systeme.</p>

Description / Content English
<p>The lecture is dedicated to the modeling and simulation of mechanical and mechatronic systems within the lecture and the application within hands-on exercises. The specific course contents are as follows: - definitions and conceptions - domain specific and domain independent modeling methods in different technical domains (e.g. mechanical, hydraulic, electric, electronic) - modeling of mechatronic systems - modeling of systems with concentrated and distributed parameters - set up and advanced solution methods for ordinary differential equations and differential-algebraic equations - analysis of linear systems - modal analysis - stability of</p>

mechatronic systems - linear and non-linear parameter identification and optimization methods - introduction in the application of Matlab/Simulink and Dymola applications

Learning objectives / skills English

The students will be able to appropriately choose and apply mathematical methods to efficiently set up versatile simulation models of complex mechanical and mechatronic systems which is one of the key abilities needed in the related study program computational mechanics. They will be able to apply these methods to a variety of complex problems in the focus of the study program. Furthermore, they will be in a position to interpret and discuss simulation results and to judge the relevance of the solution to the problem at hand. During the lecture they gain hands on experience in applying the methods learned using standard engineering software like Matlab/Simulink and Dymola. In addition students know how to identify and optimize parameters of mechanical and mechatronic systems.

Literatur

- F.E. Cellier: Continuous System Modeling, Springer Verlag, 1991
- M. Hermann: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen. München, Wien: Oldenbourg, 2004
- H. Bossel : Systemdynamik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1987
- D. Möller: Modellbildung, Simulation und Identifikation Dynamischer Systeme, Springer-Lehrbuch, 1992
- P. Fritzson: Principles of Object-Oriented Modelling and Simulation with Modelica
- Slides and handouts in both English and German

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

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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
Course title English			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	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
Anwendung der Finite-Elemente-Methode zur Lösung und Analyse von: <ul style="list-style-type: none"> - Nichtlinearen Strukturproblemen (große Deformationen, Hyperelastizität, Plastizität, Kriechen, Anisotropie, Kontaktformulierungen) - Dynamischen Strukturproblemen (Modalanalyse, Knicken, Stabilität) - Gekoppelten Problemstellungen (Thermo-Mechanik, Elektro-Mechanik)
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
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 Lösungs- und verfahrens sowie die Darstellung und Auswertung der Ergebnisse (Post-Processing). Ebenfalls werden den Studierenden die theoretischen Grundlagen für die behandelten Problemstellungen vermittelt.

Description / Content English
Application of the finite element method for the solution and analysis of: <ul style="list-style-type: none"> - Non-linear structural problems (large deformations, hyperelasticity, plasticity, creep, anisotropy, contact formulations) - Dynamic structural problems (modal analysis, buckling, stability) - Coupled problems (thermo-mechanics, electro-mechanics)
Learning objectives / skills English
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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Analysis of Structures			
Course title English			
Analysis of Structures			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung**Angewandte numerische Strömungsmechanik****Course title English**

Applied Computational Fluid Dynamics

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

Prüfungsleistung

Teil der Prüfung ist ein kurzes Referat der/des Studierenden über eine Strömungssimulation, die im Rahmen der Übung in kleinen Teams von 2 bis 3 Studierenden selbständig durchgeführt wurde.
Die genauen Prüfungsmodalitäten werden in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

In der Vorlesung wird die Anwendung moderner Software für numerische Strömungsmechanik im Entwurfs- und Optimierungsprozess bei der Entwicklung neuer Produkte sowie zur Lösung von Problemen bei bestehenden Produkten in verschiedenen Industriezweigen vermittelt. Die Verknüpfung mit der theoretischen und experimentellen Strömungsmechanik steht dabei im Vordergrund.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden werden befähigt, verschiedene Strömungsarten durch Einsatz moderner Software zu simulieren, Simulationsergebnisse zu beurteilen und sie zur Lösung von praxisrelevanten Problemen anzuwenden. Ferner werden sie lernen, wie man Kenntnisse aus der theoretischen Strömungsmechanik zur Vorbereitung von Simulationen einsetzt und wie man die Fehler aus verschiedenen Quellen in einer Simulation abschätzt.

Description / Content English

In these lectures the use of modern software for computational fluid dynamics in the design and optimization process for new products as well as for solving problems with existing products in different engineering branches is described. The emphasis is on the link to the theoretical and experimental fluid dynamics.

Learning objectives / skills English

The students will be able to simulate different flow types using modern CFD-software, to evaluate simulation results and to apply them for solving of practical engineering problems. In addition, they will learn how to use knowledge from theoretical fluid dynamics to set up numerical simulations and how to estimate errors from various sources in flow simulations.

Literatur

H. Herwig: Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2006.
F. Durst: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2006.
W.-H. Hucho: Aerodynamik der Stumpfen Körper, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2011.
J.H. Ferziger, M. Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer, Berlin, 2008.

Kursname laut Prüfungsordnung			
CAD in Civil Engineering			
Course title English			
CAD in Civil Engineering			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>CAD-Grundfunktionalität Modellierung mit den Elementen einer 2 dimensionalen Konstruktion Modellierung mit den Elementen einer 3 dimensionalen Konstruktion Verknüpfen dreidimensionaler Objekte mit Bool'schen Operatoren</p> <p>Automation und Skriptprogrammierung Grundlagen der Skriptprogrammierung. Die Details ergeben sich aus den Möglichkeiten der eingesetzten Software (z.B VBA und COM-Objekte) Modellierung projektspezifischer Datenstrukturen Modellierung einer Oberfläche zur Erfassung der für die Automation erforderlichen Steuerdaten. Aufbereitung der Projektdaten und Export für einen optional anschließenden Berechnungsschritt. Programmgesteuertes Ausführen der berechnenden Postprozessoren.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden erwerben die Fähigkeiten mit grundlegenden Elementen eines CAD-Programms zwei dimensionale Konstruktionszeichnungen zu erstellen. Sie erwerben ferner die Fähigkeiten zur dreidimensionalen Modellierung von Systemen unter Verwendung zwei dimensionaler Ausgangszeichnung. Auf der Grundlage der CAD-Modellierung erlernen die Studierenden aus der Datenbasis des CAD-Programms eine weiterverarbeitende Verknüpfung der erfassten Systemdaten für Strukturanalysen zu erzeugen. Ausgehend von den in der CAD-Modellierung erfassten Systemdaten erlernen die Studierenden die automatisierte Generierung von Eingabedaten für Berechnungsprogramme. Das Erlernete wird anhand praxisorientierter Beispiele vertieft.</p>

Description / Content English
<p>Basic functions of CAD Modelling with the elements of a two-dimensional construction Modelling with the elements of a three-dimensional construction Linking of three-dimensional objects with Boolean operators</p> <p>Automation and script programming Basis of script programming. The details are given by the capabilities of the chosen software (e.g. VBA and COM-objects) Modelling of project specific structures of data Modelling of a surface in order to detect the data necessary for the automation. Preparation of the project data and export for an optionally following calculation step. Programme controlled realization of the calculated postprocessors.</p>
Learning objectives / skills English

Students will learn to construct two-dimensional design sketches with basic elements of a CAD-programme. In addition, three-dimensional modelling of systems, based on these two-dimensional sketches, will be learnt. Based on CAD-modelling, the participants will learn to create a processed link of the recorded data for the analysis of structures from the data base of the CAD-programme. The students will learn the automatic generation of input data for computing programmes, based on the data recorded in the CAD-modelling. The covered topics will be enlarged upon by rendering practical examples.

Literatur

Skript

Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Fluid Dynamics (incompressible fluids)			
Course title English			
Computational Fluid Dynamics (incompressible fluids)			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Zu den Lerninhalten zählt das allgemeine Aufstellen von Bilanzgleichungen. Im speziellen wird auch die Bilanzierung von Masse, Impuls und Energie zur Lösung von Strömungsproblemen eingegangen. Hierzu muss auch ein Verständnis zur Diskretisierung von Strömungsräumen vermittelt werden. Zur Beschreibung von turbulenten Strömungen werden die Bilanzgleichungen zeitlich gemittelt und Turbulenzmodelle diskutiert. Die Gleichungssysteme werden auf Zweiphasensysteme (Euler-Lagrange) erweitert. Des Weiteren werden Reaktionsgleichungen sowie Erhaltungsgleichungen von Spezies für homogene und heterogene Reaktionen erarbeitet. Darauf aufbauend werden Erhaltungsgleichung für den Wärmetransport in Form von Wärmeleitung und Wärmestrahlung in reagierenden Strömungen aufgestellt. Letztlich werden Grundlagen der numerischen Lösung von Gleichungen/Gleichungssystemen vermittelt.</p> <p>Beispiele für CFD-Anwendungen: einfache Mischungsprozesse (Masse, Impuls und Energie), homogene und heterogene Reaktionen (am Beispiel der Biomassepyrolyse), Wärmeleitung am Beispiel eines elektrischen Wassererhitzers, Wärmestrahlung am Beispiel einer Triebwerksbrennkammer.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, Effekte und Phänomene von Strömungen und ihre Umsetzung in mathematische Modelle zu verstehen und in Situationen von Energiewandlungssystemen anzuwenden. Dies umfasst die Grundlagen der Strömungsmechanik, der mathematischen Modellierung von Strömungsprozessen allgemein, der Reaktionen, der Wärmeübertragung und der numerischen Lösung der beschreibenden Gleichungen.</p>

Description / Content English
<p>The learning content includes the general setting up of balance equations. In particular, the balancing of mass, momentum and energy for solving flow problems is also dealt with. For this purpose, an understanding of the discretisation of flow spaces must also be conveyed. For the description of turbulent flows, the balance equations are time-averaged and turbulence models are discussed. The equation systems are extended to two-phase systems (Euler-Lagrange). Furthermore, reaction equations and conservation equations of species for homogeneous and heterogeneous reactions are worked out. Based on this, conservation equations for heat transport in the form of heat conduction and heat radiation in reacting flows are established. Finally, the fundamentals of the numerical solution of equations/systems of equations are taught.</p> <p>Examples for CFD applications: simple mixing processes (mass, momentum and energy), homogeneous and heterogeneous reactions (using the example of biomass pyrolysis), heat conduction using the example of an electric water heater, heat radiation using the example of an engine combustion chamber.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students should be enabled to understand effects and phenomena of flows and their implementation in mathematical models and to apply them in situations of energy conversion systems. This includes the basics of</p>

fluid mechanics, mathematical modelling of flow processes in general, reactions, heat transfer and numerical solution of the descriptive equations.

Literatur

see weblink below.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Inelasticity			
Course title English			
Computational Inelasticity			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	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
<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"> - Motivation und Überblick - Schädigung bei kleinen Verzerrungen - Elasto-Plastizität bei kleinen Verzerrungen - Hyperelastizität (große Verzerrungen) - Grundlagen der Invariantentheorie - Anisotropie - Finite J2-Plastizität
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<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>

Description / Content English
<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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Computer Languages for Engineers			
Course title English			
Computer Languages for Engineers			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS/SS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

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

Description / Content English
<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“

Kursname laut Prüfungsordnung			
Continuum Mechanics			
Course title English			
Continuum Mechanics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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)) <p>Die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Feldgleichungen werden anhand von relevanten Problemstellungen unter Einbeziehung von einfachen Materialgesetzen aufgezeigt und diskutiert.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>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.</p> <p>Die Studierenden beherrschen</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Design of Concrete Structures			
Course title English			
Design of Concrete Structures			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> - Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Hoch- und Ingenieurbauwerken aus Stahl- und Spannbeton - Betonbrückenbau: <ul style="list-style-type: none"> - Brückensysteme, Herstellungsverfahren, Entwurfsgrundlagen - Lastansätze - Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit - Ermüdung (Grundlagen) - (Ultra-) Hochleistungsbeton, (Hochleistungs-) Leichtbeton - Verstärken von Betonbauteilen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können für Stahlbeton- und Spannbetontragwerke des Hoch- und Ingenieurbaus Bemessungs- und Konstruktionsaufgaben lösen; - beherrschen die Bewehrungs- und Konstruktionsregeln für Stahlbeton- und Spannbetontragwerke aller Art; - beherrschen die Grundlagen des Entwurfs und der Ausführung von Massiv- und Verbundbrücken; - können (abschnittsweise hergestellte) Brückenüberbauten und kastenförmige Widerlager berechnen; - können für Stahlbeton- und Spannbetonbauteile die Nachweise gegen Ermüdung führen; - verfügen über vertiefte Kenntnisse in der Anwendung neuer Baustoffe im Massivbau; - beherrschen die Grundlagen der Verstärkung von Betonbauteilen; <p>Verbundbrückenbau wird in den Modulen „Massiv- und Verbundbrückenbau“ und „Stahl- und Verbundbrückenbau“ ergänzend und in Absprache gelehrt.</p>

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> - Design, dimensioning and construction of building structures and civil engineering structures made of reinforced and pre-stressed concrete - concrete bridge construction: <ul style="list-style-type: none"> - bridge systems, production processes, basic planning principles - loads - evidences in the ultimate limit state of the load capacity and serviceability - fatigue design (fundamentals) - (ultra-)high-performance concrete, (high-performance) lightweight concrete - reinforcement of concrete structural elements
Learning objectives / skills English
<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - are able to solve dimensioning and structural tasks for reinforced and pre-stressed concrete structures in building construction and civil engineering;

- know the reinforcement and design rules for reinforced and pre-stressed concrete of all kinds;
- are proficient in the fundamentals of designing and execution of massive and connecting bridges;
- are able to calculate bridge superstructures (constructed section by section) and box-shaped abutments;
- are able to provide evidence for the fatigue of reinforced and pre-stressed concrete components;
- have in-depth knowledge of the utilization of new building materials in the area of solid construction;
- master the fundamentals of reinforcement of concrete components; composite bridge construction is taught complementary and in consultation within the modules „massive and composite bridge construction“ and „steel and composite bridge construction“.

Literatur

- Schnellenbach-Held „Skript zur Vorlesung“.
- DBV „Beispiele zur Bemessung nach Eurocode – Band 2“, Ernst & Sohn, 2014.
- Holst „Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, Ernst & Sohn, 2013.
- Mehlhorn „Handbuch Brücken“, Springer-Verlag, 2010
- Bergmeister, Fingerloos, Wörner „Beton-Kalender 2010“, Ernst & Sohn, 2009.
- Leonhardt „Vorlesungen über Massivbau – Teil 6: Grundlagen des Massivbrückenbaues“, Springer-Verlag, 1979.
- Bauer, Blase, Müller „Straßenbrücken in Massivbauweise nach Eurocode 2“, 4. Auflage (12/2014), Bauwerk-Verlag.
- Seim „Bewerten und Verstärken von Betonbauteilen“, Ernst & Sohn, 2007.

Kursname laut Prüfungsordnung			
DigiBau 3 - Introduction to Data Science for Engineers			
Course title English			
DigiBau 3 - Introduction to Data Science for Engineers			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>überblick über Techniken und Anwendungen der Datenwissenschaft und des maschinellen Lernens in den Ingenieurwissenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in Programmiersprachen (Python, Matlab) als Voraussetzung für maschinelles Lernen - Neural Network: Konzept, Feed-Forward NN, Aktivierungsfunktionen, Training - Anwendung von neuronalen Netzen zur Erkennung handgeschriebener Zahlen und zur Bildklassifikation - Neural Network in der Computational Mechanics (numerische Methoden) mit Anwendungsbeispiel - Tiefgehende Lernbibliotheken in Python / Matlab (z.B. Keras) - Erweiterungen: Convolutional NN, Recurrent NN, Deep Learning, Data Mining, Bayes- und regressionsbasierte Algorithmen, etc.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden haben ein allgemeines Verständnis für maschinelle Lernverfahren und deren Anwendung auf typische technische Probleme. Sie können das Konzept Neural Network erklären und sind in der Lage, ein eigenes Feed-Forward-Neural net für eine einfache Anwendung aus der Computational Mechanics oder dem Bauingenieurwesen zu programmieren.</p>

Description / Content English
<p>Overview of data science and machine learning techniques and applications in engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to programming languages (Python, Matlab) as a prerequisite to machine learning - Neural networks: concept, feed-forward NN, activation functions, training - Application of neural networks to handwritten number recognition and image classification - Neural networks in computational mechanics (numerical methods) with application example - Deep learning libraries in Python / Matlab (e.g. Keras) - Extensions: convolutional NN, recurrent NN, deep learning, data mining, Bayes and regression based algorithms, etc.
Learning objectives / skills English
<p>Students have a general understanding of machine learning techniques and their applications to typical engineering problems. They can explain the concept of neural networks and are able to program their own feed forward neural network for a simple application originating from computational mechanics or civil engineering.</p>

Literatur
<ul style="list-style-type: none"> - Tariq Rashid, Make your own neural network, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. ISBN 978-1-53082660-5. - Francois Chollet, Deep learning with Python, Shelter Island: Manning, 2018. ISBN: 9781617294433. 384 pages

- Andrew Trask, Grokking Deep Learning, Manning Publications Co. 2019. ISBN: 978-1-61729-370-2. 336 pages

Kursname laut Prüfungsordnung			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
Course title English			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	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
<ul style="list-style-type: none"> - Analytische Homogenisierungsmodelle - Numerische Homogenisierungsmethoden - Abschätzung effektiver (makroskopischer) Materialparameter linearer Problemstellungen - Vorstellung geeigneter numerischer Konzepte für geometrisch und physikalisch nichtlineare Aufgabenstellungen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
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.

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

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.

Kursname laut Prüfungsordnung**Finite Element Method - Coupled Problems****Course title English**

Finite Element Method - Coupled Problems

Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	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

- Entwicklung von gekoppelten thermodynamisch konsistenten Materialgleichungen
- Erweiterung des Gleichungssystems um zusätzliche Prozessvariablen wie z. B. die Temperatur, das elektrische Feld oder eine chemische Zustandsvariable
- numerischen Lösung im Rahmen der finite Element Approximation
- Betrachtung geeigneter numerischen Approximationsverfahren
- Diskretisierung zeitabhängiger Größen
- Implementierung des gekoppelten Problems in eine geeignete finite Elemente Formulierung
- Anwendungsfelder für gekoppelte Mehrfeldprobleme

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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.

Description / Content English

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

- thermo-mechanical couplings,
- electro-mechanical couplings and
- thermo-electro-mechanical couplings.

Learning objectives / skills English

Students will be able to

- discuss the continuum mechanics of thermo-electro-mechanical coupled systems,

- 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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method - Modelling Concrete Structures			
Course title English			
Finite Element Method - Modelling Concrete Structures			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> - Finite-Elemente im Massivbau - Grundlagen der FE-Methode - Modellbildung bei Stabwerken, Plattentragwerken und Bodenplatten - Physikalisch Nichtlineare Berechnungen im Massivbau - Stoffgesetze/Werkstoffmodelle - Praktische Durchführung nichtlinearer FE-Berechnungen - Kontrollmöglichkeiten - Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Instandsetzungsplanung, Instandsetzungsmörtel und Oberflächenschutz - Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - beherrschen die Grundlagen der FE-Methode - können komplizierte Tragwerke unter Einsatz der FE-Methode berechnen und bemessen - können lineare und nichtlineare FE-Analysen durchführen - beherrschen die praxisorientierte Modellierung von Systemen des Massivbaus - kennen Schutz- und Instandsetzungsstoffe und -maßnahmen - beherrschen die Grundlagen der Instandsetzungsplanung von bestehenden Betonbauwerken mittels Füllgütern für Risse und Hohlräume - beherrschen die Anforderungen an eine Qualitätssicherung der Planung und Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> - Finite elements in solid construction - Fundamentals of the FE-method - Model construction of frameworks, plate supporting structure and base plates - Physical non-linear calculations in solid building - Material laws/material models - Practical implementation of non-linear FE-calculations - control mechanisms - protection and maintenance of concrete components - maintenance planning, repair mortar and surface protection - filling of cracks and cavities in concrete structures
Learning objectives / skills English
Students

- master the fundamentals of the FE-method;
- are able to calculate and measure complex supporting structures using the FE-method;
- are able to conduct linear and non-linear FE-analyses
- master the practical modeling of systems of solid construction
- have knowledge about protection and maintenance materials and measures
- master the fundamentals maintenance planning of existing concrete structures using filling materials for cracks and cavities;
- master the requirements for quality control of the planning and execution of maintenance measures.

Literatur

- Schnellenbach-Held, M.: Finite Elemente im Massivbau, Skript zur Vorlesung
- Bathe, K.J.: Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1986
- Rombach, G.: Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Betonbau, 2. Aufl. 2007
- SIVV-Handbuch, Fraunhofer IRB Verlag
- Eßer, A.: Füllen von Rissen und Hohlräumen, DAFStb. Heft 527
- DAFStb-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Beuth Verlag 2001

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

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

Description / Content English
<p>The Theory of Porous Media will be introduced as a conceptual access point for the discussion of discrete multi-phase 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation and Overview - Introduction to the Theory of Porous Media (TPM) - Development of thermo-dynamically consistent material equations

- 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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method Foundation			
Course title English			
Finite Element Method Foundation			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Modul behandelt Methoden zur numerischen Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Der zentrale Punkt des Moduls bildet die Grundlagen der linearen Finiten-Elemente Methode. Der inhaltliche Aufbau des Moduls gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation und Überblick - Mathematische Grundlagen und Definitionen - Methode der Finiten Differenzen - Methode der Finiten Elemente
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Ein wesentliches Ziel der rechnergestützten Mechanik ist es, mit Hilfe von numerischen Simulationen das mechanische Verhalten von Materialien abzubilden und vorherzusagen. Zu diesem Zweck wird häufig die Methode der Finiten Elemente verwendet, mit deren Hilfe das mechanische Antwortverhalten von (zumeist) Festkörpermateriale unter der Vorgabe von Randbedingungen berechnet werden kann. In diesem Modul lernen die Studierenden die Grundlagen der Methodik und implementieren selbständig numerische Routinen in Computerübungen. Ziel ist es, die Studierenden zu befähigen, einfache Randwertprobleme unter Verwendung der Methode der finiten Elemente selbständig durchzuführen. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Leistungsfähigkeit der Methodik, aber auch deren Anwendungsgrenzen, erkennen.</p>

Description / Content English
<p>The lecture addresses methods for numerical solutions of mechanical initial- and boundary value problems. We will primarily focus on the foundations of the linear Finite-Element Method. The lecture is organized as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation and overview - Mathematical foundations and definitions - Finite-Difference Method - Linear Finite-Element Method
Learning objectives / skills English
<p>Basic target of computational mechanics is to describe and predict the mechanical behavior of materials by using numerical simulation methods. For this purpose the Finite Element Method plays a major role, where the mechanical response of (mostly solid) materials is calculated by defining boundary conditions. In this module the foundations of this method are explained and deepened in exercises where the students have to implement numerical routines independently. The goal is to qualify the students to solve simple boundary value problems based on the Finite Element Method. In addition, the students are intended to be aware of the performance of the method, but also of the limitations of applicability.</p>

Literatur

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor [2005], The Finite Element Method - Its Basis and Fundamentals, Elsevier
R.D. Cook, D.S. Malkus, M.E. Plesha [1989], Concepts and Applications of Finite Element Analysis, Wiley

Kursname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 4 - Bodenmechanik 2			
Course title English			
Geotechnical Engineering 4 - Advanced Soil Mechanics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

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

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

- 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

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

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

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> - Introduction to a FEM program and to special topics of numerical modeling in geotechnical engineering (constitutive laws, groundwater flow, continuum and beam elements) - Numerical simulation of simple geotechnical structures (strip and plate footings, construction pits and slopes, ground water flow), analysis of stress-strain relationships, stability analyses - Validation as well as illustration and analysis of calculation results - Documentation of calculation input data and calculation results, writing of a report, storage of calculation and intermediate result files
Learning objectives / skills English
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			
Global Engineering			
Course title English			
Global Engineering			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Der „Globale“ Ingenieur arbeitet in einem weltweit agierenden Unternehmen und ist in der Regel Teil eines multikulturell, zusammengesetzten Teams. Dabei bedient er sich moderner Informations- und Kommunikationstechnologie und spezieller Werkzeuge zur Unterstützung der Gruppenarbeit. Diese Vorlesung startet mit einer Einleitung in der zunächst die „Grundzüge des „Global Engineering““ vorgestellt werden. Darüber hinaus wird „Global Engineering unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet:</p> <p>Part1: Aspekte des Arbeitens in globalen Teams werden vor dem Hintergrund des Einsatzes in einem virtuellen, multikulturellen Team diskutiert. Darüber hinaus werden verschiedene Teamstrukturen und Maßnahmen zur Projektplanung verteilter Projekte vorgestellt. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Kommunikation innerhalb virtueller Teams.</p> <p>Part 2: CSCW; In diesem Teil der Vorlesung werden Werkzeuge und Systeme zur Unterstützung des globalen Ingenieurs vorgestellt. Groupware-Architekturen und –Benutzerschnittstellen werden ebenso besprochen wie Methoden zur Nebenläufigkeitskontrolle verteilter Systeme.</p> <p>Part 3: Ausgewählte Themen in „Global Engineering“ behandelt aktuelle Entwicklungen in der Forschung und Entwicklung sowie im speziellen Anwendungskontext; wie z.B. Industrie 4.0, das Internet der Dinge, Cloud Computing oder Telemedizin als Anwendungsgebiet.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden verstehen die besonderen Anforderungen an einen „globalen Ingenieur“ und das Arbeiten in multikulturellen Teams. Sie kennen die Grundkonzepte der rechnergestützten Gruppenarbeit und sind sie in der Lage den Einsatz von Groupware im Zusammenhang mit nicht technischen Aspekten wie den der interkulturellen Kommunikation kritisch zu hinterfragen und ihr Wissen in die Konzeption einer technischen Umgebung einzubringen.</p>

Description / Content English
<p>The global engineer is working in a global acting company as part of a multicultural team. In doing so, he uses modern information and communication technology and special tools to support group work.</p> <p>This lecture starts with an introduction to global engineering as well as a discussion of the requirements for a global engineer. Apart from this introduction the lecture discusses global engineering under different aspects:</p> <p>Part1: Aspects of working in global teams; looks at the global engineer as a member in a virtual, multicultural team. Apart from the introduction of different team structures and considerations on project planning for distributed developments, special focus is set on virtual team communication.</p>

Part 2: CSCW; looks at tools and systems to support the global engineer. Groupware architectures, and user interfaces will be introduced as well as methods for consistency and concurrency control.

Part 3: Actual topics in global engineering introduces technologies, actual research topics or fields of applications which are in the focus of global engineering; like the industry 4.0 and the internet of things, cloud computing or telemedicine.

Learning objectives / skills English

The students will understand the special requirements for a global engineer and working in multicultural teams. They know about the basic principles of CSCW and groupware and their potentials to support global acting, distributed teams. The students should be able to meaningfully plan the employment of appropriate tools.

Literatur

1. Borghoff, U.M.; Schlichter, J.H.: Computer Supported Cooperative Work; Springer Verlag 2000 [43 TZR 1822]
2. Andriessen, J.H.E. : Working with Groupware; Springer Verlag 2003 [D05 TZR1864]
3. Williams, Bill: Engineering Practice in a global context: understanding the technical and the social; CRC Press, Boca Raton 2014 [D45 WAS 2327]
4. Duarte, Tennant Snyder: Mastering Virtual teams, Wiley & Sons, 2006 [D01 TZR1872]
5. Schwabe, Gerhard [Hrsg.] : CSCW-Kompodium.
Springer Verlag 2001. ISBN: 3-540-67552-3 [43-TZR 1898]
6. Werner, „Synchrone Groupware für die Software Engineering Ausbildung“, dissertation.de-Verlag, Berlin 2003 [01 TWQ 4831], [also electronically available at UDE library]

Kursname laut Prüfungsordnung			
Global Engineering Lab			
Course title English			
Global Engineering Lab			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
3	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		2	
Prüfungsleistung			
Antestat, Projektabnahme, Vortrag			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Das Praktikum ist als Projektpraktikum aufgebaut. Die Studierenden lernen einerseits verschiedene synchrone und asynchrone Groupware Applikationen kennen. Darüber hinaus planen sie den Einsatz von Groupware in einem virtuellen Unternehmen unter verschiedenen Randbedingungen wie Unternehmensstruktur, Prozessabläufe, Kosten, Ressourcen etc.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Das Praktikum befähigt die Studierenden ihr eigenes Fachwissen in ein Team einzubringen, Werkzeuge und deren spezielle Unterstützungsfunktionen zu analysieren und deren Einsatz unter speziellen Randbedingungen sinnvoll zu planen.

Description / Content English
In the lab the students are acquainted with different synchronous and asynchronous Groupware-Systems and how to use these systems within the software engineering process, especially in distributed teams.
Learning objectives / skills English
The lab enables the students to contribute to a team in order to analyze tools and their special support functions and to plan their employment under special aspects.

Literatur
<ol style="list-style-type: none"> 1. Borghoff, U.M.; Schlichter, J.H.: Computer Supported Cooperative Work; Springer Verlag 2000 [43 TZR 1822] 2. Andriessen, J.H.E. : Working with Groupware; Springer Verlag 2003 [D05 TZT1864] 3. Williams, Bill: Engineering Practice in a global context: understanding the technical and the social; CRC Press, Boca Raton 2014 [D45 WAS 2327] 4. Duarte, Tennant Snyder: Mastering Virtual teams, Wiley & Sons, 2006 [D01 TZT1872] 5. Schwabe, Gerhard [Hrsg.] : CSCW-Kompodium. Springer Verlag 2001. ISBN: 3-540-67552-3 [43-TZR 1898] 6. Werner, „Synchrone Groupware für die Software Engineering Ausbildung“, dissertation.de-Verlag, Berlin 2003 [01 TWQ 4831], [also electronically available at UDE library]

Kursname laut Prüfungsordnung			
Introduction to Numerical Methods			
Course title English			
Introduction to Numerical Methods			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die numerische Simulation technischer Probleme nimmt neben der theoretischen und experimentellen Behandlung dieser Fragestellungen eine immer wichtigere Rolle ein. Numerische Berechnungen ersetzen oder ergänzen dabei immer häufiger oft kostspielige Experimente, wie zum Beispiel bei Crashtests im Automobilbau, oder ermöglichen erst Aussagen, die experimentell nur schwer oder gar nicht zugänglich sind, etwa in der (numerischen) Biomechanik. In dieser Vorlesung soll das Rüstzeug zur numerischen Lösung mathematischer Fragestellungen behandelt werden, wie sie in der Modellierung ingenieurtechnischer Probleme auftreten. Dabei wird sowohl die Entwicklung entsprechender Algorithmen, als auch deren theoretische Untersuchung und Umsetzung in Computerprogramme behandelt. Die behandelten Themen werden aus folgender Liste ausgewählt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lineare Gleichungssysteme 2. Nichtlineare Gleichungen und Gleichungssysteme 3. Ausgleichsprobleme 4. Eigenwertaufgaben 5. Interpolation 6. Integration 7. Iterative Lösung linearer Gleichungssysteme 8. Stabilität und Kondition von Algorithmen 9. Rechnerarithmetik
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>In der Numerischen Mechanik (Computational Mechanics) bilden neben den ingenieurwissenschaftlichen Methoden numerische Verfahren eine wesentliche grundlegende Säule. Ohne das Verständnis numerischer Methoden und Grundlagen ist ein Studium der Computational Mechanics nicht denkbar. Daher soll in dieser Vorlesung eine Einführung in die Numerik gegeben werden, die es den Studierenden ermöglicht, ein grundlegendes Verständnis der für die Numerische Mechanik wichtigen numerischen Methoden zu erwerben. Algorithmisches Denken und die Umsetzung in Programme soll gefördert werden.</p>

Description / Content English
<p>In modern engineering, computer simulations of complicated models are becoming more and more important as the complexity of considered problems increases. Often simulation is the only way to gain insight into complex phenomena; otherwise the comprehension of these phenomena would be difficult or even impossible to otherwise achieve. Good examples include crash tests in the automotive industry and simulations in biomechanics. Numerical simulation is also often cost-effective alternative to physical experiments. In this course the basic principles for the numerical solution of mathematical problems will be addressed as they appear in mathematical modelling of engineering problems. The development of appropriate algorithms will be considered with both theoretical studies and computer implementation. The topics addressed during this course will be selected from the following:</p>

1. Linear systems of equations
2. Nonlinear equations and systems of equations
3. Least square problems
4. Eigenvalue problems
5. Interpolation
6. Integration
7. Iterative solution of linear systems of equations
8. Stability and condition of algorithms
9. Computer arithmetic

Learning objectives / skills English

A sound knowledge of numerical methods, next to the basics of the relevant engineering methods, form the basis for the study of computational mechanics. Successfully studying computational mechanics is unthinkable without understanding numerical methods and their foundations. Thus, an introduction to the basic numerical methods is given in this course, allowing the students to acquire a fundamental understanding of the methods relevant for computational mechanics. Algorithmic thinking and the implementation of algorithms in a programming language should be fostered.

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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
Course title English			
Master-Thesis (including colloquium)			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
30	WS/SS	Deutsch/Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
Prüfungsleistung			
Prüfungsleistung: Durchführung, Dokumentation und Präsentation der Arbeit. Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer.			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Master-Arbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zum Abschluss des Studiums zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann.
Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (Kolloquium, deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Master-Abschlussarbeit stellt eine Prüfungsleistung dar. Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient sie auch dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:
<ul style="list-style-type: none"> - Selbstlernfähigkeit, - Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern), - Anwendung von Methoden des Projektmanagements, - Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation, im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen.

Description / Content English
The master-thesis is an examination paper, in which the student should show that he can solve a problem self-contained under guidance by using scientific methods, within 6 months at the end of his studies.
This thesis is supervised and conducted like a project in practice considering methods of project management. Documentation and presentation (colloquium, German or English) should show that the student is able to illustrate relations and results in a coherent and precise way.
Learning objectives / skills English
The master-thesis represents an examination. Besides the professional engrossing by using an example the acquisition of soft skills are also gained:
<ul style="list-style-type: none"> - self-learning ability - capacity of teamwork (working together with the supervisor) - application of methods of project management - communications skills: technical documentation and presentation, in case of an English presentation also practice of language skills

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung			
Multibody Dynamics			
Course title English			
Multibody Dynamics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Prüfungsleistung			
<p>Die Prüfung gliedert sich in zwei Teile: einen theoretischen Teil, in dem die Studierenden Lösungen für vorgegebene Aufgaben schriftlich erarbeiten (2/3 Gewichtung in der Endnote), und einen praktischen Teil, in dem die Studierenden ein einfaches Beispiel in ADAMS programmieren und auswerten (1/3 Gewichtung in der Endnote). Beide Teile müssen mit mindestens 40% der teilentsprechenden Punkten bestanden werden, um die Prüfung zu bestehen.</p>			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Der Kurs ist in fünf Abschnitte untergliedert, welche sich auf das Verständnis der Grundlagen der Mehrkörpersdynamik konzentrieren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Die Abstraktion von mechanischen Bauteilen / Subsystemen als kinetostatische Übertragung von Bewegung und Kräften 2) Die Idee, Mehrkörper-Dynamikgleichungen nur unter Verwendung von Kinematiken zu generieren („kinematische Differentiale“) 3) Die Idee der Generierung von Mehrkörper-Dynamikgleichungen unter Verwendung der Bewegungs- und Kraftübertragung 4) Konzepte und Methoden zur Lösung von Bewegungsgleichungen mit kinematischen Schleifen 5) Eine Einführung in den methodischen Ansatz von ADAMS
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Das Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, einen Einblick in die grundlegenden mechanischen und rechnerischen Prozesse bei der Erzeugung und numerischen Lösung von Bewegungsgleichungen komplexer 3D-Mehrkörpersysteme zu geben und die Studierenden in deren Anwendung zu schulen. Darüber hinaus erwerben die Studierenden Kenntnisse über die numerischen Hintergründe der Mehrkörper-Software ADAMS sowie Kenntnisse über deren Anwendung im Computerlabor.</p>

Description / Content English
<p>The course is organized in five parts, each part focusing in the understanding of one principal idea in complex multibody dynamics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) The abstraction of a mechanical part/subsystem/system as a kinetostatic transmission of motion and forces 2) The idea of generating multibody dynamics equations using only kinematics ("kinematical differentials") 3) The idea of generating multibody dynamics equations using solely motion and force transmission 4) The concepts and methods to solve kinematical-loop constraint equations 5) Quick tour through the methodological approach of ADAMS
Learning objectives / skills English
<p>The goal of the course is to offer insight into the fundamental mechanical and computational processes involved in the generation and numerical solution of the equations of motion of complex 3D multibody systems, and to train students on how to apply them. In addition, students are imparted understanding of the numerical background behind the multibody software ADAMS and acquire skills in the use of it in a computer lab.</p>

Literatur

Nikravesh

Computer-aided analysis of mechanical systems

Prentice Hall

Haug

Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems

Allyn and Bacon

Kursname laut Prüfungsordnung**Nicht-technischer Katalog MA****Course title English**

Non-technical Catalog MA

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

Prüfungsleistung

Die Art und Dauer der Prüfung wird vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Mit diesem Modul soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden, im Rahmen des Studiums neben den rein technischen Veranstaltungen auch so genannte „nicht-technische Fächer“ nachweislich zu belegen. Die Veranstaltungen können aus dem gesamten Angebot der Universität Duisburg-Essen gewählt werden, wobei das „Institut für Optionale Studien“ (IOS) einen Katalog mit Veranstaltungen aus dem so genannten Ergänzungsbereich vorhält.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Ziel des Moduls ist Vertiefung der Allgemeinbildung der Studierenden und ggf. die Verstärkung der sprachlichen Kompetenz sowie eine Stärkung der Berufsbefähigung durch das Erlernen von Teamfähigkeit und Präsentationstechniken.

Description / Content English

This module offers the students the opportunity to, besides the pure technical courses they take, attend some so called „non-technical subjects“ and latter provide an attest for them. These courses can be chosen from the overall offers of the Duisburg-Essen university, whereby the „Institut für Optionale Studien“(IOS) proposes a catalog containing courses which fall under the named supplementary area.

Learning objectives / skills English

The module aims at deepening the general knowledge of the students and resp. at improving their language skills as well as strengthening their professional qualifications through the learning of teamwork and expose techniques.

Literatur

Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung			
Nonlinear Finite Element Method			
Course title English			
Nonlinear Finite Element Method			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Modul behandelt Methoden zur numerischen Lösung von geometrisch nichtlinearen Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Der zentrale Punkt des Moduls bildet die Grundlagen der Finiten-Elemente Methode. Der inhaltliche Aufbau des Moduls gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation und Überblick - Geometrisch nichtlineare Problemstellungen (Standard-Verschiebungsmethode, Formulierung relativ zur Referenzkonfiguration, Formulierung relativ zur Momentankonfiguration) - Algorithmen zur Strukturmechanik - Abaqus User Subroutine
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>In modernen Ingenieursanwendungen treten nichtlineare Gleichungssysteme auf, die zur Simulation mechanischer Probleme mit Hilfe numerischer Verfahren gelöst werden müssen. Daher ist eine umfangreiche Kenntnis der numerischen Methoden notwendig um in der Lage zu sein die Zuverlässigkeit von Simulationsergebnissen zu bewerten. Das am meisten verwendete Verfahren für komplexe mechanische Probleme ist die nichtlineare Finite-Element Methode, die Gegenstand der Veranstaltung ist. 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 FE Modelle bezogen auf unterschiedliche Anwendungen herzuleiten und zu implementieren.</p>

Description / Content English
<p>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.</p> <p>The lecture is organized as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation and overview - Geometrically nonlinear problems (standard displacement method, formulation relative to reference and actual configuration) - Structure dynamics algorithms - Abaqus User Subroutine
Learning objectives / skills English
<p>In modern engineering applications nonlinear systems of equations occur, which have to be solved numerically for the simulation of mechanical problems. Thus, comprehensive knowledge of the numerical methods required for handling the particular nonlinear problems is necessary in order to be able to estimate the reliability of the numerical results. The mostly used method is the nonlinear Finite-Element Method, which is main topic of the course. This module imparts advanced skills including extended Finite Element techniques, whereas the module „Finite Element Method Foundation“ explains the fundamentals. The student will gain knowledge necessary for</p>

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

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor [2005], The Finite Element Method for Solids and Structural Mechanics, Elsevier
T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran [2000], Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley

Kursname laut Prüfungsordnung			
Numerics and Flow Simulation			
Course title English			
Numerics and Flow Simulation			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung vermittelt detailliertes Verständnis numerischer Verfahren zur Simulation strömungsmechanischer Probleme (CFD, computational fluid dynamics). Die Inhalte gliedern sich in zwei Teile:</p> <p>Teil 1: mathematische Grundlagen der Lösung von Transport- und Erhaltungsgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpolationsverfahren, numerische Integration und Differentiation - Finite Volumen Diskretisierung konvektiver und diffusiver Flüsse, Zeitintegration - Druck-Geschwindigkeits Kopplung - 3D-CFD, Simulation der turbulenten Strömung mit Reynolds-gemittelter Gleichungen, Simulation der turbulenten Strömung mit Grobstruktur-Modellen (LES) <p>Teil 2: Einführung in die Simulationspraxis am Beispiel von OpenFOAM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integration der Strömungssimulation im CAE Prozess, Grundkonzepte von OpenFOAM - Simulation turbulenter, inkompressibler Strömungen - Simulation kompressibler, reibungsfreier und reibungsbehafteter Strömungen - Programmierung von Löser-Erweiterungen <p>Die Übung im Teil 1 wird durch Programmierung von Matlab Programmen begleitet, im Teil 2 wird die Bedienung von OpenFOAM vermittelt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studierende die die Vorlesung erfolgreich besucht haben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kennen die Stärken und Schwächen numerischer Verfahren im Kontext der Strömungssimulation 2. Sind in der Lage numerische Verfahren angepasst an die Problemstellung auszuwählen 3. Erwerben Verständnis für Quellen numerischer Fehler die für strömungsmechanische Probleme besonders wichtig sind 4. Verstehen die Methoden und sind in der Lage einfache Programme zur Lösung partieller Differentialgleichungen mit einer höheren Programmiersprache zu erstellen 5. Können komplexe CFD Programme anwenden um technische Probleme zu Simulieren 6. Können die Software OpenFOAM installieren und anwenden 7. Können selbstständig einfache Löser-Erweiterungen für OpenFOAM programmieren

Description / Content English
<p>The lecture teaches detailed understanding of numerical methods for simulation of fluid flows (CFD, computational fluid dynamics). Main topics are split in two parts:</p> <p>Part 1: mathematical basics of numerics for transport- and conservation-equations</p>

- Interpolation methods, numerical differentiation and integration
- Finite volume discretisation of convective and diffusion fluxes, time integration methods
- Pressure-velocity coupling
- 3-D CFD, simulation of turbulent flows using Reynolds-averaged equations, large-eddy simulation (LES) of turbulence

Part 2: Introduction to fluid flow simulation with OpenFOAM

- Integration of CFD in the CAE process, basic concepts of OpenFOAM
- Simulation of turbulent, incompressible flows
- Simulation of compressible, viscous and inviscid flows
- Introduction to high-level programming with OpenFOAM

The tutorial seminar of Part 1 requires writing of Matlab programs. Tutorial seminar of Part 2 teaches the usage of OpenFOAM.

Learning objectives / skills English

Students which attended the lecture:

1. Are aware of strengths and weaknesses of numerical schemes in the context of flow simulation
2. Are capable to choose the adequate numerical methods for a particular flow problem
3. Learned to understand the sources of numerical errors, especially their importance in context of flow simulation
4. They understand the numerical methods and their computational implementation; they are capable to write simple programs for solution of partial differential equations using a high level programming language
5. They can apply complex CFD software for solution of practical flow problems
6. Can install and use OpenFOAM
7. Are capable to write simple solver extensions using the OpenFOAM library functions

Literatur

Lecture slides

Kursname laut Prüfungsordnung			
Numerische Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen 2			
Course title English			
Computational Fluid Dynamics for Incompressible Flows 2			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der numerischen Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen.</p> <p>Es erfolgt eine Einführung in die Turbulenzmodellierung, wobei die aktuell gebräuchlichen Modelle im Detail erläutert werden. Zusätzlich wird besonders auf schiffstechnisch relevante Themen wie Strömungen mit freien Oberflächen, Mehrphasenströmungen (Kavitation) und relativ bewegte Systeme bzw. Gitter sowie Parallelisierungen eingegangen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der numerischen Strömungsmechanik zu erläutern und anzuwenden. Sie sind fähig numerische Methoden für Problemstellungen im maritimen Bereich (turbulente Strömungen, Mehrphasenströmungen) selbständig auszuwählen und anzuwenden.</p>

Description / Content English
<p>The lecture deals with the basics of computational fluid dynamics for incompressible flows. An introduction is given to the modeling of turbulences, explaining the common models in detail. Additionally, particular emphasis is given to free surface flows, multiphase flows (cavitation), moving grids and parallel computing.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The students are able to explain and apply the CFD methods. They are in a position to select and apply the appropriate tools to find a solution to common problems in the maritime sector (turbulent and multiphase flows).</p>

Literatur
<p>J. H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag, 2002</p> <p>H. K. Versteeg, W. Malalasekera: An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Pearson Education Limited, Second Edition, 2007</p>

Kursname laut Prüfungsordnung			
Objektorientierte Methoden der Modellbildung und Simulation			
Course title English			
Object-oriented Modelling and Simulation Methods			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Unter Verwendung des Ansatzes der objektorientierten Modellbildung ist es möglich, Modelle komplexer Systeme mit verhältnismäßig wenig Aufwand zu erstellen und zu simulieren. Durch die daraus resultierende Kostenersparnis wird dieser Ansatz im industriellen Umfeld immer populärer. Darüber hinaus sind die erstellten Modelle in der Regel sehr effizient, was den Einsatz bei virtuellen Inbetriebnahmen sowie in Simulatoren erlaubt. In dieser Vorlesung werden die Paradigmen der objekt-orientierten Modellbildung ebenso erklärt, wie notwendige Algorithmen zum Vereinfachen und Simulieren der entsprechenden Modelle.</p> <p>Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begriffsbildung - Grundlagen der Objekt-orientierte Modellierung - Symbolische Algorithmen für Generierung effizienter mathematischer Modellen - Numerische Methoden für die Simulation von mathematischen Modellen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden haben die Paradigmen der objekt-orientierten Modellbildung verstanden. Sie sind in der Lage die Folgen der Modellstruktur für die Gleichungsverarbeitung abzusehen und können somit unter Verwendung einer objekt-orientierten Modellierungssprache effiziente Modelle komplexer mechatronischer Systeme erstellen.</p> <p>Die übungen zu der Vorlesung werden als Rechnerübungen durchgeführt.</p> <p>Dabei lernen die Studierenden Modelica-basierte Simulationstools (Dymola, OpenModelica) für die Modellbildung und Simulation komplexer Systeme zu verwenden.</p>

Description / Content English
<p>Object-oriented modeling allows for the generation of models of mechatronic systems in a relatively short period of time. Thus, object-oriented modeling became very popular in industry in the recent years. Furthermore, the emerging models are usually very efficient and can hence be used for virtual commissioning and simulators. This lecture is dedicated to the paradigms of object-oriented modeling as well as to required symbolic and numeric algorithms.</p> <p>The contents are in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definitions - Basics of object-oriented modeling - Numeric algorithms for the simulation of mathematical models
Learning objectives / skills English

The participants have understood the paradigms of object-oriented modeling. They have been put in the position to foresee the consequences of the model structure inside the symbolic and numeric algorithms. Furthermore, they are able to generate efficient models of complex mechatronic systems using an object-oriented modeling language.

The exercises will be a computer-based. The participants will learn how to work with modern Modelica-based simulation-tools (Dymola, OpenModelica).

Literatur

Kursname laut Prüfungsordnung			
Pre-stressed Concrete			
Course title English			
Pre-stressed Concrete			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<ul style="list-style-type: none"> - vertiefte Nachweise für Hoch- und Industriebauwerke: - vertiefte Gebrauchstauglichkeitsnachweise - Eigenspannungen, Zwang, Mindestbewehrung - WU-Konstruktionen - Spannbeton: - Grundlagen, Konstruktion - Kriechen, Schwinden, Relaxation - Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit - Vorgespannte Binder und Flachdecken
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verfügen über vertiefte Kenntnisse bezüglich der Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit für Hochbauwerke; - können die zeitabhängigen Betonverformungen formulieren und die zugehörigen Normregelungen anwenden; - können die Kurz- und Langzeitverformungen von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen berechnen; - beherrschen die Grundlagen des Entwurfs von wasserundurchlässigen Bauwerken; - beherrschen die Grundlagen des Spannbetonbaus; - beherrschen die Bemessungs- und Konstruktionsregeln für die Auslegung von Spannbetonbauteilen.

Description / Content English
<ul style="list-style-type: none"> - enhanced evidences for building construction and industrial buildings: - deepened serviceability checks - residual stresses, tension, minimum reinforcement - impermeable concrete constructions - pre-stressed concrete: - fundamentals, construction - creep, shrinkage, relaxation - evidences of the ultimate limit state and serviceability limit state - pre-stressed grinders and flat slabs
Learning objectives / skills English
<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - have in-depth knowledge of evidences of the ultimate limit state and serviceability limit state for building construction; - are able to formulate the time-dependent concrete deformation and apply the related norm regulations; - are able to calculate the short- and long-term deformations of reinforced concrete and pre-stressed concrete;

- master the fundamentals of the modeling of impermeable buildings;
- master the fundamentals of pre-stressed concrete construction;
- master the dimensioning and construction rules for the design of pre-stressed concrete structures.

Literatur

- Schnellenbach-Held „Spannbeton-Skript, Teil 1: Grundlagen, Teil 2: Bemessung und Konstruktion“.
- DBV „Beispiele zur Bemessung nach Eurocode 2“, Ernst & Sohn, 2011
- Avak, Glaser „Spannbetonbau“, 2. Auflage (2007), Bauwerk Verlag (3. Auflage ab 12/2014).
- Leonhardt „Vorlesungen über Massivbau – Teil 5: Spannbeton“, Springer, 1980
- Krüger, Mertzsch „Spannbetonbau-Praxis“, 3. Auflage (2012), Bauwerk-Verlag.
- Rombach „Spannbetonbau“, 2. Auflage (2010), Ernst & Sohn.
- DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“.
- Lohmeyer, Ebeling „Weiße Wannen – einfach und sicher“, Verlag Bau + Technik, 2013

Kursname laut Prüfungsordnung			
Schwingungsanalyse mit MATLAB			
Course title English			
Vibration Analysis with MATLAB			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
5	SS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2	1	
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Das Programmpaket MATLAB ist ein Werkzeug zur numerischen Bearbeitung von einfachen bis hin zu komplexen technischen Systemen. Es ist zur schnellen Analyse und Synthese dynamischer Vorgänge insbesondere in der Prototypenentwicklung geeignet und wird heute zunehmend in der Industrie eingesetzt. In dieser Lehrveranstaltung soll eine Einführung in MATLAB an ausgewählten Beispielen gegeben und auf die Problemkreise der Schwingungsanalyse passiver und aktiver linearer als auch nichtlinearer Systeme angewandt sowie durch Übungen am Rechner vertieft werden. Dies schließt die Verknüpfung von Symbolik und Numerik ein. 2D- und 3D-Visualisierungen zur Ergebnisinterpretation werden erarbeitet.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erlernen den Umgang mit MATLAB; - können die Matrix-Vektor orientierte Programmiersprache anwenden; - kennen den Funktionsumfang einer modernen Programmieroberfläche; - können einfache schwingungs-tech-nische Problemstellungen erfassen, modellieren, strukturieren und aufbereiten; - sind in der Lage Bewegungsglei-chungen symbolisch unterstützt zu erstellen; - können numerische System-Analy-sen und –Synthesen durchführen; - kennen Vorgehensweisen und Verfahren zur Auswertung, Visualisierung und Interpretation von Problemstellungen dynamischer Systeme.

Description / Content English
<p>The MATLAB program package is a tool for the numerical calculation of technical systems ranging from simple to complex. It is useful for the quick analysis and synthesis of dynamical processes, especially in developing prototypes, and is currently utilized in increasing number in industry. In this course an introduction to MATLAB will be given with selected examples of problems including: the analysis of vibrations of passive and active linear and nonlinear systems. This introduction will be supported with assigned exercises on the computer. These problems include the connection of symbolic and numeric calculations. For interpretation of the results 2D- and 3D-visualisation techniques will be used.</p>
Learning objectives / skills English
<p>The student</p> <ul style="list-style-type: none"> - will gain competence with MATLAB; - can apply the matrix-vector orientated program language, - know insight in function range of a modern program environment; - can conceive, model, structure and prepare simple vibration problems; - are able to formulate symbolic supported motion equations; - can execute numerical system-analysis and -synthesis;

- know proceedings of evaluation, visualization and interpretation of problems of dynamical systems.

Literatur

Angermann, Beuschel, Rau, Wohlfahrt: MATLAB-Simulink-Stateflow, 2.Aufl., Oldenbourg Verlag München 2003
Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag, Berlin 2001
Müller, Schiehlen: Linear Vibrations. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht 1985
Pietruszka, W.D.: MATLAB in der Ingenieurpraxis. B:G:Teubner Verlag, Stuttgart 2005
Pratap, R: Getting Started with MATLAB 6. A Quick Introduction for Scientists and Engineers, Oxford University Press, New York-Oxford 2002

Kursname laut Prüfungsordnung			
Stahlbau 5 - Schalen, Türme und Maste aus Stahl			
Course title English			
Steel Construction 5 – Steel shells, towers and masts			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			
Klausur, schriftlich (120 Minuten Bearbeitungszeit)			

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

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

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

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)

Kursname laut Prüfungsordnung			
Structural Dynamics			
Course title English			
Structural Dynamics			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			
Die Bewertung basiert auf einer Aufgabe (40%) und einer abschließenden Prüfung (60%). Die abschließende Prüfung wird in Form Klausur während der Prüfungszeit durchgeführt.			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Grundlagen der Strukturdynamik-Analyse für diskrete und kontinuierliche Bauwerke; freie und erzwungene Schwingung einzelner Systeme und von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden; normale Modalanalyse; transiente dynamische Analyse durch numerische Integration; explizite und implizite Verfahren; Antwortspektrum Verfahren; Einführung in die nichtlineare dynamische Analyse von Bauwerken; Entwurf eines Schwingungstilgers.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Ziel des Kurses ist die Einführung in Konzepte und Techniken der Strukturdynamik und deren praktischer Einsatz im Hoch- und Maschinenbau. Dieser Kurs beginnt mit einer Einführung in die Dynamik simpler Bauwerke und entwickelt dann die Grundlagen der Schwingungsanalyse von Bauwerken mit vielen Freiheitsgraden sowie kontinuierlichen Bauwerken. Explizite und implizite Zeitintegrationsmethoden als wichtiges Werkzeug der computerbasierten Analyse der Strukturdynamik werden im Kurs behandelt. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Charakteristika der dynamischen Belastung durch typische Ursprünge und erwerben die Fähigkeit zur Beurteilung der Reaktion von Bauwerken auf solche Belastungen. Ebenso entwickeln sie die Fähigkeit, kommerzielle (Finite-Elemente-)Software in der Strukturdynamik anzuwenden.

Description / Content English
Fundamentals of structural dynamic analysis for discrete and continuous structures; free and forced vibration of single and multiple-degree-of-freedom systems; normal modal analysis; transient dynamic analysis by numerical integration; explicit and implicit methods; response spectrum methods; introduction to nonlinear dynamic analysis of structures; design of tuned mass damper.
Learning objectives / skills English
The aim of this course is to introduce students to the concepts and techniques involved in structural dynamics and their practical applications in structural and mechanical engineering. This course begins with an introduction of the dynamics of simple structures and then develops the fundamental knowledge of vibration analysis of multi-degree-of-freedom structures and continuous structures. It covers explicit and implicit time-integration methods as essential tools for computational structural dynamics analyses. Students will develop an understanding of the nature of dynamic loads produced by typical sources and acquire the ability to assess the response of structures to such loads. They will also develop the ability of applying commercial (finite element) software to structural dynamics.

Literatur

- 1) Chopra, A. K. Dynamics of Structures, 4th ed., Prentice-Hall 2011.
- 2) Clough, R. W. and Penzien, J. Dynamics of Structures, 2nd ed., McGraw-Hill 1993.
- 3) Humar, J. L. Dynamics of Structures, 3rd edition, CRC Press/Balkema 2012.
- 4) Hulbert, G.M., Computational Structural Dynamics, In: Stein, E., de Borst, R., Hughes, T. (eds), Encyclopedia of Computational Mechanics, Volume 2 Solids and Structures, John Wiley & Sons, 2004.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Technische Schadenskunde			
Course title English			
Failure Analysis			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Deutsch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Schriftliche Prüfung: Fragen zur schriftlichen Beantwortung wahlweise in deutscher oder englischer Sprache. Einfache Berechnungen, Taschenrechner erforderlich.			

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

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Tensor Calculus			
Course title English			
Tensor Calculus			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>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.</p> <p>Das Modul wird durch zahlreiche übungen ergänzt, in denen vorwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>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 effektive und kompakt darzustellen. Die Studierenden sind in der Lage, die mathematischen Theorien und die Modellbildung u.a. in der Kontinuumsmechanik und Thermodynamik besser anzuwenden.</p>

Description / Content English
<p>The content of the this course is divided into the sections</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>The lecture is accompanied by numerous tutorial sessions focusing on the construction of computer simulations to deepen the theoretical issues.</p>
Learning objectives / skills English
<p>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.</p>

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

Kursname laut Prüfungsordnung			
Testing of Metallic Materials			
Course title English			
Testing of Metallic Materials			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			
Schriftliche Kofferklausur			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Inhalt dieses Moduls sind die Verfahren und Methoden zur Prüfung metallischer Werkstoffe. Ausgehend vom kristallinen Aufbau metallischer Werkstoffe und den Ursachen metallischer Plastizität werden die Grundversuche zur Bestimmung der Festigkeit und Zähigkeit bei statischer und dynamischer Belastung behandelt.</p> <p>Besonderes Augenmerk wird auf die Bestimmung von Werkstoffparametern für umformtechnische Berechnungen und Simulationen gelegt. Daher ist die Aufnahme und mathematische Beschreibung von Warm- und Kaltfließkurven ein wichtiger Inhalt der Vorlesung. Daneben werden folgende mechanische Werkstoffprüfversuche behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zugversuch - Stauchversuch - Biegeversuch - Torsionsversuch - Flachzugversuch und Prüfung von Blechwerkstoffen <p>Außerdem werden in der Vorlesung die mechanischen Eigenschaften von gekerbten Bauteilen behandelt.</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Die Studierenden wissen, das geeignete Testverfahren zur Ermittlung eines Werkstoffkennwerts auszuwählen, bzw. die Ergebnisse der verschiedenen Prüfverfahren hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Grenzen der Anwendbarkeit der verschiedenen Prüfverfahren für verschiedene Werkstoffe und können die Fehlermöglichkeiten richtig einschätzen.</p>

Description / Content English
<p>The content of this module focuses on the procedures and methods used to test metallic materials. Based on the crystalline construction of metallic materials and the causes of metallic plasticity, fundamental attempts to determine the stability and tenacity in static and dynamic loads will be outlined.</p> <p>Special attention is paid to the determination of material parameters for forming calculations and simulations. Therefore, the recording and mathematical description of hot and cold flow curves is an important content of the lecture. In addition, the following mechanical materials testing tests are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tensile test Compression test Bending test Torsion test

Flat tensile test and testing of sheet materials

The lecture also covers the mechanical properties of notched components.

Learning objectives / skills English

The student knows the destructive and non-destructive tests for metallic materials and their results for strength and toughness for metallic materials.

Literatur

Schmidt, Werner M; Dietrich, Hermann;
Praxis der mechanischen Werkstoffprüfung
Expert Verlag, Esslingen, 1999, Band 585
ISBN 3-8169-1612-0

Pöhlandt, K.;
Werkstoffprüfung für die Umformtechnik
Springer Verlag, Berlin, 1986
ISBN 3-540-16722-6

Blumenauer, Horst;
Werkstoffprüfung
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 1994
ISBN 3-342-00547-5

Weiler, Wolfgang W.;
Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen
Expert Verlag, Esslingen, 1998, Band 155
ISBN 3-8169-0552-8

Steeb, Siegfried;
Zerstörungsfreie Werkstück- und Werkstoffprüfung
Expert Verlag, Esslingen, 1993, Band 243
ISBN 3-8169-0964-7

Bergmann, Wolfgang:
Werkstofftechnik 2 – Werkstoffherstellung – Werkstoffverarbeitung –
Werkstoffanwendung
Hanser Verlag, München, 2002
ISBN 3-446-21639-1

Shackelford, James F.;
Werkstofftechnologie für Ingenieure
Pearson Studium Verlag, München, 2005
ISBN 3-8273-7159-7

Kursname laut Prüfungsordnung			
Testing of Metallic Materials Lab			
Course title English			
Testing of Metallic Materials Lab			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
1	WS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
		1	
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Laborpraktikum zur Vorlesung: Testing of metallic materials Durchführung folgender Versuche: Zugversuch mit und ohne Feindehnungsmessung, Stauchversuch, Kerbschlagbiegeversuch, Härteprüfung nach Brinell, Vickers und Rockwell; Ultraschallprüfung, Farbeindringprüfung</p>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Der Studierende kennt die zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfverfahren für metallische Werkstoffe und kann ihre Ergebnisse bewerten. Der Studierende kennt die Durchführungsbedingungen der Prüfverfahren sowie die Auswertung der Messgrößen</p>

Description / Content English
<p>Lab for lecture: Testing of metallic materials The following lab-tests are executed: tensile test with and without extensometer, upsetting test, charpy test, hardness tests acc. to Brinell, Vickers and Rockwell; Ultrasonic testing, surface crack checking</p>
Learning objectives / skills English
<p>The student knows the destructive and non-destructive tests for metallic materials and their results for strength and toughness for metallic materials. The student knows the conditions for the experimental tests and the data evaluation For the test results</p>

Literatur
<p>Schmidt, Werner M; Dietrich, Hermann; Praxis der mechanischen Werkstoffprüfung Expert Verlag, Esslingen, 1999, Band 585 ISBN 3-8169-1612-0</p>

Pöhlandt, K.;
Werkstoffprüfung für die Umformtechnik
Springer Verlag, Berlin, 1986
ISBN 3-540-16722-6

Blumenauer, Horst;
Werkstoffprüfung
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 1994
ISBN 3-342-00547-5

Weiler, Wolfgang W.;
Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen
Expert Verlag, Esslingen, 1998, Band 155
ISBN 3-8169-0552-8

Steeb, Siegfried;
Zerstörungsfreie Werkstück- und Werkstoffprüfung
Expert Verlag, Esslingen, 1993, Band 243
ISBN 3-8169-0964-7

Bergmann, Wolfgang:
Werkstofftechnik 2 – Werkstoffherstellung – Werkstoffverarbeitung –
Werkstoffanwendung
Hanser Verlag, München, 2002
ISBN 3-446-21639-1

Shackelford, James F.;
Werkstofftechnologie für Ingenieure
Pearson Studium Verlag, München, 2005
ISBN 3-8273-7159-7

Kursname laut Prüfungsordnung			
Thermodynamics of Materials			
Course title English			
Thermodynamics of Materials			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
6	SS	Englisch	1
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<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"> - Hauptsätze der Mechanik - Energiebilanz und Entropieungleichung - Prinzip der materiellen Objektivität - Konstitutive Theorie - Konstitutive Größen, Prozessvariablen, Konstitutive Beziehung und Dissipationsmechanismus - Theorie der Invarianten - inkompressible Flüssigkeiten, ideale Gase, elastische Festkörper (nichtlineare Stoffgesetze, Hookesches Gesetz), thermoelastische Festkörper, elastisch-plastische Festkörper, viskose Materialien, anisotrope Materialien - Rheologische Modelle <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>
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<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>

Description / Content English
<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.

Kursname laut Prüfungsordnung			
Turbulent Flows			
Course title English			
Turbulent Flows			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
4	WS	Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Prüfungsleistung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
<p>Die Vorlesung ist eine Einführung in die Modellierung reibungsbehafteter, turbulenter Strömungen. Fluide bewegen sich in laminarer oder turbulenter Strömung. Die Bewegung laminarer Strömung kann exakt modelliert werden. Turbulente Strömungen, die für nahezu alle technischen Anwendungen relevant sind, sind auf Grund ihres stochastischen Charakters jedoch nur näherungsweise zu erfassen. Die Vorlesung analysiert die Struktur der turbulenten Strömungen, und baut darauf die Behandlung der wichtigsten Ansätze zu ihrer Modellierung und Berechnung. Folgende Inhalte werden vermittelt und diskutiert:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entstehung der Turbulenz 2. Statistische Beschreibung der Turbulenz 3. Struktur der turbulenten Strömungen 4. Simulation der Turbulenz – LES und DNS 5. Reynolds-gemittelte Gleichungen 6. Ansätze zur Turbulenzmodellierung 7. Kompressible turbulente Strömungen
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
<p>Studenten die die Vorlesung erfolgreich absolviert haben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kennen die Strömungsformen unterscheiden und sind in der Lage Ursachen für turbulente Strömung in Apparaten und an Hindernissen zu erkennen 2. Verstehen die mathematischen Grundlagen der Modellierung und können die Modelle bezüglich ihrer Anwendungsgebiete klassifizieren/auswählen 3. Kennen die Stärken und Schwächen der Modelle und ihrer Implementierungen in Simulationsprogrammen

Description / Content English
<p>This lecture provides an introduction into modeling of viscous, turbulent flows. Laminar and turbulent motion are the two types of fluid transport. While the laminar flow is easily described by the basic conservation laws and constitutive equations, turbulent flow in nearly every technically relevant application is of stochastic nature and requires further modeling and investigation. In this lecture, turbulent flows are analysed in order to derive the main concepts of turbulence modeling and simulation. The main topics are:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formation of turbulence 2. Stochastic description of turbulence 3. Structure of a turbulent flow 4. Simulation of turbulent flows – LES and DNS 5. Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) equations 6. Closure models for RANS equations 7. Compressible turbulent flows
Learning objectives / skills English

Students which attended the lecture:

1. Are capable to recognize the different flow types and are able to find sources of turbulence in internal and external flows
2. Understand the mathematical models of turbulence and can classify them according to the technical problem/application
3. Are aware of the strength and weaknesses of particular turbulence models and their implementation in a CFD software

Literatur

Recommended reading: Stephen B. Pope, Turbulent Flows, Cambridge University Press

Kursname laut Prüfungsordnung			
Wahlpflichtkatalog IW			
Course title English			
Elective Catalog IW			
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	Pflicht/Wahl
12	WS/SS	Deutsch/Englisch	0
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
6	3		
Prüfungsleistung			
Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt.			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Das Modul der Wahlfächer soll den Studierenden erlauben, den Schwerpunkt ihres Studienprogramms im Bereich der Profilierung weiter auszubauen. In dieser Weise wird die Tiefe der disziplinären Ausbildung erhöht, was einerseits wertvoll für eine klar definierte berufliche Verwendung sein kann, andererseits aber auch deutlich eine Ausrichtung auf eine an das Studium anschließende wissenschaftliche Verwendung in der Forschung eröffnet.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Mit der gezielten Auswahl der Wahlpflichtfächer sollen die Studierenden ihren Neigungen folgen und sich für einen Beruf bzw. eine akademische Laufbahn qualifizieren.

Description / Content English
The module of the electives aims to allow students to extend the main focus of their study program in the field of profiling. In this way the disciplinary education is deepened. On the one hand this can be valuable for a clearly defined professional usage, on the other hand, after the study, a possibility for the focusing on scientific research is given.
Learning objectives / skills English
With a targeted choice of the elective subjects, the students should follow their affinities and qualify themselves for a job resp. for an academic career.

Literatur
Spezifisch für das gewählte Thema

Kursname laut Prüfungsordnung**Werkstoffauswahl für Hochtemperatureinsatz und Leichtbau****Course title English**

Materials for high temperatures and lightweight design

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

Prüfungsleistung

50% schriftliche Prüfung: Fragen zur schriftlichen Beantwortung.

50% Lösen einer Aufgabe zur Werkstoffauswahl mittels der zur Verfügung gestellten Software.

Unterlagen können frei in der Klausur verwendet werden, der Zugang zum Internet ist gestattet, um notwendige Informationen zur Lösung der Aufgaben zu beschaffen. Kommunikation mit anderen Studierenden oder sonstigen Personen ist untersagt.

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Es werden Kriterien und möglichen Strategien für eine gezielte Werkstoffauswahl für warmfeste und hochwarmfeste Anwendungen, sowie für den Leichtbau vorgestellt. Neben den Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften sind im Weiteren die sonstigen Eigenschaften, die eine Auswahl beeinflussen, wie Preis, weltweite Verfügbarkeit, Stand der internationalen Normung, etc. Bestandteil der Vorlesung. Die Übung zur Werkstoffauswahl orientiert sich an der Vorgehensweise, wie sie im Buch "Materials Selection in Mechanical Design" von Michael F. Ashby (Butterworth) beschrieben ist. Zu diesem Zweck werden mit Hilfe der entsprechenden Software am Rechner Aufgaben von den Studenten unter Anleitung und selbstständig gelöst.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Veranstaltung hat das Ziel, die notwendigen Kenntnisse zur Auswahl von Werkstoffen für den Einsatz bei erhöhten Temperaturen und für den Leichtbau zu vermitteln. Dabei steht der Zusammenhang zwischen den Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften im Vordergrund.

Description / Content English

Criteria and possible strategies for a targeted material selection for high-temperature applications and lightweight constructions are presented. In addition to usage and production requirements further properties affecting the selection, including price, worldwide availability, available standards etc. are considered in this lecture. Exercises are structured following the procedures suggested in the book "Materials Selection in Mechanical Design" by Michael F. Ashby (Butterworth). With the use of a database software originally developed by Ashby students solve materials selection tasks on their own computers, under guidance and self-dependently.

Learning objectives / skills English

The lecture provides the necessary knowledge for the selection of materials used at elevated temperatures and for lightweight construction. The correlation of usage and manufacturing properties is in particular focus.

Literatur

Bürgel; Handbuch Hochtemperaturwerkstofftechnik, Vieweg
 Schatt; Konstruktionswerkstoffe, DeutscherVerlag für Grundstoffindustrie
 Budinski; Engineering Materials, Pearson
 Ashby; Werkstoffe 1 und 2, Elsevier

Ashby; Materials Selection in Mechanical Design, Butterworth