



Offen im Denken



Modulbeschreibung

M.Sc. Computational Mechanics PO24

Modulname laut Prüfungsordnung			
Advanced Numerical Methods			
Module title English			
Advanced Numerical Methods			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Advanced Numerical Methods			
Course title English			
Advanced Numerical Methods			
Verantwortung	Lehreinheit		
Starke, Gerhard	Mathe		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
Module title English			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
Course title English			
Advanced Structural Analysis using ANSYS			
Verantwortung	Lehreinheit		
Brands, Dominik; Schröder, Jörg	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
	4		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Anwendung der Finite-Elemente-Methode zur Lösung und Analyse von: 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 Lösungsverfahrens 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: 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. Lemaître [1996], A Course on Damage Mechanics, Springer.
- [3] I. Doghri [2000], Mechanics of Deformable Solids, Springer.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Analysis of Structures			
Module title English			
Analysis of Structures			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Analysis of Structures			
Course title English			
Analysis of Structures			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kikis, Georgia	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Modellierung ebener Stabwerke
Modellierung von Flächen- und Volumenstrukturen
Berechnung und Verifizieren der Berechnungsergebnisse räumlicher Systeme
Geometrisch nichtlineare Berechnungen (Theorie II.-Ordnung)
Physikalisch nichtlineare Berechnungen, Materialgesetze
Stukturanalyse
Stabilitätsanalyse von Profilen unter Verwendung der Methode der finiten Streifen
Versagensformen von Profilgeometrien (lokales, globales Stabilitätsversagen)
Dynamische Analyse (Frequenzanalyse, modale Analyse)
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
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 Vorgehensweisen zur Berücksichtigung geometrischer und physikalischer Nichtlinearitäten. Die Studierenden sind in der Lage, die Berechnungsergebnisse und Iterationsverläufe zu interpretieren. Zum Ende der Veranstaltung wird das Erlernte auf die dynamische Analyse von Systemen erweitert.

Description / Content English

Modelling of frame structures
Modelling of surface- and volume structures
Analysis of spatial systems and verification of results
Geometrical non-linearity (2nd-order theory)
Physical non-linearity, material laws
Analysis of structures
Analysis of stability of profiles using the method of finite strips
Failure modes of profile geometry (local, global failure of stability)
Dynamic analysis (frequency analysis, modal analysis)

Learning objectives / skills English

Participants will learn to use spatial elements for the modelling of structures. Based on the procedure of linear calculations students will learn to perform stability analyses based on FEM and FSM. Students will require and understanding of the importance of this approach when considering geometrical and physical non-linearity. Students will be able to interpret the results of their calculations as well as the corresponding iteration regimes. Towards the end of the course, dynamic analysis of systems will be covered as an extension of the previously acquired knowledge and 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 ConventionsOracle Inc., Sun Microsystems, Inc., September 12, 1997

Modulname laut Prüfungsordnung			
Applied Computational Fluid Dynamics			
Module title English			
Applied Computational Fluid Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Applied Computational Fluid Dynamics			
Course title English			
Applied Computational Fluid Dynamics			
Verantwortung	Lehreinheit		
el Moctar, Bettar Ould; Peters, Andreas	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		1
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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
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.

Description / Content English
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.
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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Betonbau 4 - Massiv- und Verbundbrückenbau			
Module title English			
Concrete Structures 4 - Construction of concrete and composite bridges			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Betonbau 4 - Massiv- und Verbundbrückenbau			
Course title English			
Concrete Structures 4 - Construction of concrete and composite bridges			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schnellenbach-Held, Martina	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
- Geschichte, Tragsysteme, Materialien;
- Brückenspezifische Bezeichnungen, Querschnittsformen, Brückenformen;
- Herstellungsverfahren, Lastannahmen; - Betonbrücken (Entwurfsgrundlagen);
- Widerlager, Lager, Übergangskonstruktionen;
- Ermüdung (Grundlagen);
- Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit, Ermüdungsnachweise;
- Brückenprüfung, Schäden an Brücken;
- Verstärkungsverfahren;
- Verstärken mit externer Vorspannung. Verbundbrückenbau nach EC 4 wird in den Modulen „Stahl- und Verbundbrückenbau“ und „Massiv- und Verbundbrückenbau“ ergänzend und in Absprache gelehrt.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden
- beherrschen die Grundlagen des Entwurfs und der Ausführung von Massiv- und Verbundbrücken;
- haben einen Überblick über Lastannahmen für Straßenbrücken;
- können (abschnittsweise) hergestellte Brückenüberbauten aus Stahl- und Spannbeton berechnen;
- können für Stahlbeton- und Spannbetonbauteile die Nachweise gegen Ermüdung führen;
- können kastenförmige Widerlager einschl. der Lager bemessen;
- kennen die für die Verstärkung von Betonbrücken relevanten Verstärkungstechniken; - können Spannbetonüberbauten gemäß der Nachrechnungsrichtlinie nachrechnen und die Nachweise zur Verstärkung mit externer Vorspannung führen

Description / Content English

- History, load-bearing systems, materials;
- Bridge-specific designations, cross-sectional shapes, bridge shapes;
- Manufacturing methods, load assumptions;
- Concrete bridges (design principles);
- Abutments, bearings, transition structures;
- Fatigue (basics); - Verifications in the ultimate limit state and serviceability limit state, fatigue verifications;
- Bridge inspection, damage to bridges; - strengthening techniques;
- strengthening by external prestressing. Composite bridge construction in accordance with EC 4 is taught in the modules "Stahl- und Verbundbrückenbau" as a supplement and by arrangement.

Learning objectives / skills English

The students

- master the fundamentals of the design and construction of concrete and composite bridges;
- know the load assumptions for road bridges;
- can calculate (sectional) bridge superstructures made of reinforced or prestressed concrete;
- can perform fatigue checks for reinforced concrete and prestressed concrete components;
- are able to design box shaped abutments and bearings;
- know the reinforcement techniques relevant to the reinforcement of concrete bridges;
- are able to calculate bridge superstructures according to the "provisions for evaluating necessary upgrades of older road bridges" and master the design of strengthening measures by external prestressing.

Literatur

- Schnellenbach-Held, M.: Skript zur Vorlesung.
- Betonkalender 2007 – Band 1, Ernst & Sohn (E & S)
- DAfStb: Erläuterungen und Beispiele zur DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hg.), Heft 595, Beuth, Berlin 2013.
- Hanswille, G., Schäfer, M., Bergmann, M.: Verbundtragwerke aus Stahl und Beton, Bemessung und Konstruktion. In: Kuhlmann, U.: Stahlbaukalender 2018 – Verbundbau, Fertigung. Berlin, Ernst & Sohn, 2018.
- Haveresch, K., Maurer, R.: Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken, Betonkalender 2015, Teil 2, E & S
- Holst, R., Holst K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, 2013, E & S - Mehlhorn, G. Curbach, M.: Handbuch Brücken, Springer, 2014
- Novak, B., Lippert, P.: Einwirkungen auf Brücken nach den Eurocodes, Betonkalender 2015, Teil 2, E & S - Radaj, D., Vormwald, M.: Ermüdungsfestigkeit: Grundlagen für Ingenieure. Springer, Berlin, 2007. Zilch, K., Gläser, C.: Ermüdungsnachweis bei Massivbrücken. In: Bergmeister, K., Wörner, J.-D. (Hg.): Betonkalender 2004, Teil 1, Brücken und Parkhäuser. Ernst & Sohn, Berlin, 2003.
- Schnellenbach-Held, M.; Welsch, T.; Fickler, S.; Hegger, J.; Reißen, K.: Verstärkung älterer Beton- und Spannbetonbrücken, Erfahrungssammlung, Dokumentation. BASt: FE 15.0570/2012/NRB, 2016

Modulname laut Prüfungsordnung			
Betonbau 5 - Finite Elemente im Massivbau			
Module title English			
Concrete Structures 5 - Finite elements in structural engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Betonbau 5 - Finite Elemente im Massivbau			
Course title English			
Concrete Structures 5 - Finite elements in structural engineering			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schnellenbach-Held, Martina	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
- Grundlagen der FE-Methode; - Lineare Finite-Element-Berechnungen im Massivbau; - Modellbildung bei Stabwerken; - Modellbildung bei Plattentragwerken; - Modellbildung bei Bodenplatten; - Einfluss der Diskretisierung von Punkt-, Linien- und Flächenlagern; - Physikalisch nichtlineare Berechnungen im Massivbau; - Stoffgesetze/Werkstoffmodelle; - Praktische Durchführung nichtlinearer FE-Berechnungen; - Fehlerquellen und Kontrollmöglichkeiten; - Building Information Modeling (BIM); - Praxisbeispiele lineare FEM: Stabwerke, Scheiben, Platten, vorgespannte Balken; - Praxisbeispiel BIM: Modellierung eines Wohngebäudes; - Praxisbeispiele nichtlineare FEM: Biegebalken, Durchstanzpunkt einer Flachdecke.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden - beherrschen die Grundlagen der FE-Methode; - können komplizierte Massivbautragwerke unter Einsatz der FE-Methode berechnen und bemessen; - können lineare und nichtlineare FE-Analysen durchführen; - beherrschen die praxisorientierte Modellierung von Systemen des Massivbaus; - verfügen über Grundkenntnisse des Building Information Modeling.
Description / Content English

- Fundamentals of the FE method;
- Linear finite element calculations in structural engineering;
- Modeling of beam structures; - Modeling of plate structures;
- Modeling of slabs;
- Influence of the discretization of point, line and surface supports;
- Physically non-linear calculations in structural engineering;
- Material laws/material models;
- Practical implementation of non-linear FE calculations;
- Sources of error and control options;
- Building Information Modeling (BIM);
- Practical examples of linear FEM: beam structures, slabs, plates, prestressed beams;
- Practical example of BIM: modeling of a residential building;
- Practical examples of non-linear FEM: bending beams, punching shear point of a flat slab

Learning objectives / skills English

The students

- master the basics of the FE method;
- can calculate and design complicated concrete structures using the FE method;
- are able to carry out linear and non-linear FE analyses;
- are proficient in the practice-oriented modeling of structural engineering systems;
- have basic knowledge of Building Information Modeling.

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
- Hausknecht, K., Liebich, T.: BIM-Kompendium, Fraunhofer IRB, Stuttgart, 2016

Modulname laut Prüfungsordnung			
Biofluidmechanik			
Module title English			
Biofluidmechanics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Biofluidmechanik			
Course title English			
Biofluidmechanics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kowalczyk, Wojciech	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Inhalte der Lehrveranstaltung:
- Aufbau des Kreislaufsystems
- Blut als Strömungsmedium
- Transportphänomene
- Bilanzgleichungen
- Fluidmechanik der Blutströmung
- Künstliche Organe, Implantate
- Messung der Gefäßgeometrie und Strömungsparameter
- Numerische Methoden
- Fluid-Struktur-Wechselwirkung
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biofluidmechanischen Probleme mittels experimenteller und numerischer Verfahren selbständig zu bearbeiten.

Description / Content English

Content of the course:

- Human circulatory system
- Blood as a flow medium
- Transport phenomena
- Balance equations
- Fluid mechanics of blood flow
- Artificial organs, implants
- Measurement of the geometry of blood vessels and flow parameters
- Numerical Methods
- Fluid Structure Interaction (FSI)

Learning objectives / skills English

In the course basic knowledge and relationships from the functional anatomy, especially from the cardiac point of view are conveyed. The students are able to work independently on biofluid mechanical problems applying experimental and numerical approaches.

Literatur

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, McGraw-Hill

Spurk, Aksel: Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer

Modulname laut Prüfungsordnung			
CAD in Civil Engineering			
Module title English			
CAD in Civil Engineering			
Kursname laut Prüfungsordnung			
CAD in Civil Engineering			
Course title English			
CAD in Civil Engineering			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kikis, Georgia	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Semesterprojekt			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
CAD-Grundfunktionalität
- Modellierung mit den Elementen einer 2 dimensionalen Konstruktion
- Modellierung mit den Elementen einer 3 dimensionalen Konstruktion
- Verknüpfen dreidimensionaler Objekte mit Booleschen Operatoren
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.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit grundlegenden Elementen eines CAD-Programms zweidimensionale Konstruktionszeichnungen zu erstellen. Sie erwerben ferner die Fähigkeit, zur dreidimensionalen Modellierung von Systemen unter Verwendung zweidimensionaler Ausgangszeichnungen. Hiervon ausgehend sind die Studierenden in der Lage, aus der Datenbasis des CAD-Programms eine verarbeitende 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 Erlernte wird anhand praxisorientierter Beispiele vertieft.

Description / Content English

Basic functionality of CAD

- Modelling using elements of a two-dimensional construction
- Modelling using elements of a three-dimensional construction
- Linking of three-dimensional objects with Boolean operators

Automation and script programming

- Basics of script programming. The details follow from the capabilities of the chosen software (e.g. VBA and COM-objects)
- Modelling of project specific data structures
- Modelling of a surface in order to detect the data necessary for automation.
- Preparation of the project data and export for optional subsequent calculation steps.
- Programme controlled realization of postprocessing.

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 be able to create a processed link of the recorded data for the analysis of structures from the data base of the CAD-programme.

Students will know how automatically generate input data for computing programmes, based on the data recorded in the CAD-modelling.

Understanding of the covered topics will be consolidated by rendering practical examples.

Literatur

Lecture notes

Modulname laut Prüfungsordnung			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Module title English			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Course title English			
Computational Fluid Dynamics for incompressible flows			
Verantwortung	Lehreinheit		
el Moctar, Bettar Ould	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2			2
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der numerischen Berechnungsmethoden für inkompressible Strömungen. Dabei handelt es sich um die Grundgleichungen sowie die gängigen Diskretisierungsmethoden zur Lösung von Navier-Stokes-Gleichungen und Laplace-Gleichungen für Randelementeverfahren. Weiterhin erfolgt eine Einführung in die Turbulenzmodellierung, wobei die aktuell gebräuchlichen Modelle erläutert werden.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der numerischen Strömungsmechanik zu erläutern und anzuwenden. Sie sind fähig, Feld- und Randelemente-Methoden für maritime Probleme auszuwählen und anzuwenden.

Description / Content English
The lecture deals with the basics of computational fluid dynamics for incompressible flows. It concerns the governing equations to solve Navier-Stokes equations and Laplace equations for boundary element methods. Moreover, an introduction is given to the modelling of turbulences, explaining the common models.
Learning objectives / skills English
The students are able to explain and apply the CFD methods. They are in a position to select field and boundary element methods for problems concerning maritime technology.

Literatur
J. H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag, 2002
V. Bertram: Practical Ship Hydrodynamics, Butterworth-Heinemann, 2000
H. Söding, Schiffe im Seegang I, Vorlesungsmanuskript, Institut für Flüssigkeitsdynamik und Schiffstheorie, TUHH, 1992

Modulname laut Prüfungsordnung			
Computational Inelasticity			
Module title English			
Computational Inelasticity			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Inelasticity			
Course title English			
Computational Inelasticity			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schröder, Jörg	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Vorlesung behandelt Methoden zur numerischen Lösung von physikalisch nichtlinearen Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Es wird eine Reihe nichtlinearer Materialgesetze vorgestellt, mit folgender Gliederung der Vorlesung: 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
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.

Description / Content English

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:

Motivation and Overview

damage for small strain theory

Elasto-plasticity for small strain theory

Hyperelasticity (large strain theory)

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. Lemaître [1996], A Course on Damage Mechanics, Springer.

[3] I. Doghri [2000], Mechanics of Deformable Solids, Springer.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Computational Micromechanics			
Module title English			
Computational Micromechanics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Computational Micromechanics			
Course title English			
Computational Micromechanics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schneider, Matti	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Eine Vielzahl von im Bauingenieurwesen und Maschinenbau genutzten Werkstoffen sind heterogen, d.h. aus verschiedenen Materialien zusammengesetzt, z.B. Faserbeton, polykristalline Werkstoffe oder Schäume. Das mechanische Materialverhalten solcher Materialien ist oftmals kompliziert, z.B. richtungsabhängig, und eine rein experimentelle Charakterisierung aus wirtschaftlicher Sicht nicht optimal. Deshalb finden rechnergestützte Techniken eine immer stärkere Beliebtheit in der Industrie.
In der Vorlesung wird eine Einführung in moderne numerische Homogenisierungsmethoden, welche auf der schnellen Fouriertransformation (FFT) basieren, gegeben. Dabei handelt es sich um die schnellsten aktuell bekannten Techniken – sie operieren auf regulären Voxeldaten (Voxel = VOlume piXEL) und sind kompatibel zu einer Vielzahl moderner Diskretisierungs -und Lösungstechniken (z.B. finite Elemente und das Verfahren konjugierter Gradienten).
Ziel der vorlesungsbegleitenden Übung ist es, einen eigenen FFT-basierten Mikromechaniklöser in der Programmiersprache Python zu programmieren.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Verständnis für Homogenisierungsmethoden zur Ableitung effektiver Materialmodelle Fertigkeiten im Umgang mit numerischen Homogenisierungsmethoden, welche auf der schnellen Fouriertransformation (FFT) basieren

Description / Content English

A large number of materials used in civil and mechanical engineering are heterogeneous, i.e., composed of other materials, e.g., fiber-reinforced concrete, polycrystalline materials or foams. The mechanical behavior of such materials is often complicated, e.g., direction-dependent, and a purely experimental characterization is typically expensive. For this reason, computer-assisted techniques are becoming increasingly popular in industry applications. In this course, an introduction to modern computational homogenization methods based on the fast Fourier transform (FFT) is given. These are the fastest techniques currently known – they operate on regular voxel data (voxel = VOlume piXEL) and are compatible with a variety of modern discretization and solution techniques (e.g., finite elements and the conjugate gradient method). The aim of the exercise sessions accompanying the lectures is to code your own FFT-based micromechanics solver in the Python programming language.

Learning objectives / skills English

Understand the idea behind homogenization methods for obtaining effective constitutive models

Proficiency in computational homogenization methods based on the fast Fourier transform (FFT)

Literatur

[1] Milton, G. W.: The Theory of Composites. Springer, New York, 2002.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Computer Languages for Engineers			
Module title English			
Computer Languages for Engineers			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Computer Languages for Engineers			
Course title English			
Computer Languages for Engineers			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kikis, Georgia	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	W/S	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Prozedurale Sprachen:
- Felder und Datenstrukturen,
- Arbeiten mit Dateien mit sequentiellem und direktem Zugriff,
- Implementierung indizierter Listen,
- Speichermanagement 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,
- Jacobi-Verfahren zur Berechnung von Eigenwerten einer symmetrischen Matrix
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, komplexe Problemstellungen aus der numerischen Mathematik bzw. aus der Kontinuumsmechanik mit Hilfe der in diesem Umfeld etablierten Programmiersprachen zu implementieren. Die Studierenden lernen, Problemstellungen zunächst im Rahmen von Algorithmen zu abstrahieren. Sie sind in der Lage, Algorithmen 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 können die zu modellierende Datenrealität auf gängige Container-Klassen-Konzepte abbilden und mit Hilfe standardisierter Bibliotheken implementieren.

Description / Content English

Procedural languages:

- arrays and data structures
- sequential and direct file access
- implementation of indexed lists
- memory management presupposing static fields (memory mapping)

- Object-oriented languages:

- fundamental terms of object-oriented modelling
- container-classes
- recursive data structures, chained lists and hierarchic structures
- use of template-libraries

Implementation of selected iterative algorithms:

- Gauss algorithm with column pivot search
- Gauss algorithm using triangular decomposition
- Cholesky method using triangular decomposition considering compact data storage
- Solution of a system of linear equations with several right-hand sides
- Gauss-Seidel method
- Jacobi method for determining eigenvalues of a symmetric matrix

Learning objectives / skills English

Participants will gain the competence of implementing complex problems related to numerical mathematics and continuum mechanics by means of established programming languages. Students will be able to abstract problems within the scope of algorithms first. They will achieve the competence of implementing algorithms by means of classical procedural programming using classical software (e.g. common FORTRAN-FE-platforms like FEAP). In addition, they will learn to implement algorithms within a modern object- oriented framework using standard software. 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“

Modulname laut Prüfungsordnung			
Continuum Mechanics			
Module title English			
Continuum Mechanics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Continuum Mechanics			
Course title English			
Continuum Mechanics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Niekamp, Rainer	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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

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

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

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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

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

Description / Content English

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

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

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

Learning objectives / skills English

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

Literatur

- 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, 1994.
Wilmanski, K.: Thermomechanics of continua. Springer, 1998.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Digital Microstructure Characterization and Modeling			
Module title English			
Digital Microstructure Characterization and Modeling			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Digital Microstructure Characterization and Modeling			
Course title English			
Digital Microstructure Characterization and Modeling			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schneider, Matti	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Mikrostrukturierte Materialien, wie Metalle, Faserverbundwerkstoffe, Betone oder Schäume, agieren als Treiber des technologischen Fortschritts im industriellen Umfeld. Aufgrund der ihnen innewohnenden Heterogenität und der oftmals typischen Anisotropie ist eine rein experimentelle Materialcharakterisierung in der Regel zu kostenintensiv. Moderne Bildverarbeitungstechniken, In-Situ-Messverfahren sowie numerische Homogenisierungsmethoden ermöglichen es, detaillierte Einblicke in die Mikrostruktur und das Effektivverhalten solcher heterogenen Werkstoffe zu erhalten. In der Vorlesung wird eine Einführung in die Theorie heterogener Materialien gegeben, inklusive der zugehörigen Charakterisierung (z.B. über Mikrocomputertomographiedaten), und recheneffiziente Methoden zur Erzeugung digitaler Mikrostrukturmodelle vorgestellt. Weiterhin werden spezielle Materialklassen wie poröse Materialien, Faserverbundwerkstoffe und polykristalline Materialien im Speziellen diskutiert. Dabei wird auf eine Reihe verschiedener Aspekte interdisziplinär eingegangen, z.B. Materialwissenschaften, Informatik und Optimierung spielen eine Rolle. In der vorlesungsbegleitenden Übung wird zuerst eine Einführung in die Programmiersprache Python gegeben. Anschließend werden die Teilnehmenden die Mikrostrukturcharakterisierungs- und Erzeugungsmethoden aus der Vorlesung programmieren.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Verständnis des Einflusses der Mikrostruktur auf das mechanische und thermische Verhalten heterogener Werkstoffe Stand der Technik bzgl. geschichteter Materialien (Laminate), faserverstärkte Werkstoffe, granulare Materialien und polykristalline Werkstoffe
Description / Content English

Micro-structured materials – like metals, fiber-reinforced composites, concrete or foams – serve as a driving force for technological advances in industrial applications. Due to their intrinsic heterogeneity and the associated anisotropy, characterizing such materials experimentally may be prohibitively expensive. Modern imaging techniques, in-situ measuring devices and computational homogenization methods permit gaining detailed insights into microstructures and their effective material behavior.

This course provides an introduction to the theory of heterogeneous materials, discusses their characterization (e.g., based on μ CT data), presents computationally efficient methods for generating digital microstructure models, and elaborates on specific material classes like porous materials, fiber-reinforced composites and polycrystalline materials.

A variety of different topics will be touched – aspects of materials science, computer science, optimization and statistics play a role.

The associated programming-based exercise sessions will start with an introduction to the programming language Python. Subsequently, participants will implement the microstructure characterization and generation methods from the lectures.

Learning objectives / skills English

Understand the influence of the material microstructure on the mechanical and thermal response of composite materials

Learn the state of the art for layered materials (laminates), fiber-reinforced composites, granular materials and polycrystalline materials

Code your own microstructure generator(s)

Literatur

[1] Torquato, S.: Random Heterogeneous Materials. Springer, New York, 2002.

[2] Ohser, J. und Schladitz, K.: 3D images of Materials Structures. Wiley, Hoboken, 2009.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
Module title English			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
Course title English			
Effective Properties of micro-heterogeneous Materials			
Verantwortung	Lehreinheit		
Brands, Dominik; Schröder, Jörg	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Durch Strukturierung auf der Nanometerskala lassen sich die elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften von Metallen, Isolatoren und Halbleitern fundamental beeinflussen - bis hin zum Maßschneidern von Eigenschaften neuartiger Bauelemente.
In dieser Veranstaltung werden die verschiedenen Phänomene behandelt, die zu diesen Größeneffekten führen.
Aufbauend auf den Volumeneigenschaften von Metallen, Halbleitern, Dielektrika und magnetischen Materialien werden folgende Themen behandelt:
Schichtstrukturen: Dielektrische Spiegel, Halbleiter-Heterostrukturen, magnetische Schichten und Sensoren (GMR, TMR)
Eindimensionale Systeme: Quantendrähte, Kohlenstoff-Nanoröhren, ballistischer Transport, quantisierte Leitfähigkeit
Nanopartikel und Quantenpunkte: Coulomb-Blockade, Einzelelektronen-Transistor, Quantenpunkt-Laser
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Nanomaterialien. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus dem Vorlesungsgebiet zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage ihre Lösungen zu Aufgaben der Nanomaterialien argumentativ darzustellen und zu begründen. Lernziel ist das Verständnis der verschiedenen optischen, magnetischen und elektrischen Größeneffekte als Grundlage für neuartige nanoskalige Materialien und Bauelemente.

Description / Content English

Through patterning on the nanometer scale, the electrical, magnetic and optical properties of metals, insulators, and semiconductors can be profoundly altered. This opens up the possibility to tailor the characteristics of novel devices. In this course, the different phenomena will be discussed, which will lead to these size effects.

Starting from the bulk solid state properties of metals, insulators, and semiconductors, the following topics will be covered:

Layered structures:

dielectric mirrors, semiconductor heterostructures, magnetic layers and interfaces, magnetic sensors (GMR, TMR).

One-dimensional systems:

carbon nanotubes, ballistic transport, quantized conductance.

Nanoparticles and quantum dots: Coulomb blockade, single electron transistor, quantum dot lasers.

Learning objectives / skills English

Students understand the basic terms, phenomena and concepts of nanomaterials. After actively participating in the module, they are able to analyze and independently solve tasks from the lecture area. They can apply the acquired knowledge to typical experiments and transfer it to new problems. They are able to present and justify their solutions to nanomaterials problems.

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

Literatur

The Physics of low-dimensional Semiconductors, John H. Davies, Cambridge University Press, 1998

Modern Magnetic Materials, Robert C. O'Handley, John Wiley & Sons Inc (2000) (UB Signatur UIQ7006_d)

Nanoscale Materials in Chemistry, Kenneth J. Klabunde, John Wiley & Sons Inc (2001) (UB Signatur UOU1884_d)

Magnetism goes Nano, Stefan Blügel (Hrsg.), Jülich , 2005 ISBN: 3-89336-381-5 (UB Signatur UIQ7608+1_d)

Nano Science and Technology, Zikang Tang (Hrsg.), Taylor & Francis (2003), (UB Signatur UIQ7519_d)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method - Coupled Problems			
Module title English			
Finite Element Method - Coupled Problems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method - Coupled Problems			
Course title English			
Finite Element Method - Coupled Problems			
Verantwortung	Lehreinheit		
Bluhm, Joachim	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method - Multiphase Materials			
Module title English			
Finite Element Method - Multiphase Materials			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method - Multiphase Materials			
Course title English			
Finite Element Method - Multiphase Materials			
Verantwortung	Lehreinheit		
Bluhm, Joachim	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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
Die Studierenden können
- 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

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.

- 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

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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method Foundation			
Module title English			
Finite Element Method Foundation			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Finite Element Method Foundation			
Course title English			
Finite Element Method Foundation			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schwarz, Alexander	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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: - Motivation und Überblick - Mathematische Grundlagen und Definitionen - Methode der Finiten Differenzen - Methode der Finiten Elemente
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
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) Festkörpermaterialien unter der Vorgabe von Randbedingungen berechnet werden kann. In diesem Modul lernen die Studierenden die Grundlagen der Methodik und implementieren selbstständig numerische Routinen in Computerübungen. Ziel ist es, die Studierenden zu befähigen, einfache Randwertprobleme unter Verwendung der Methode der finiten Elemente selbstständig durchzuführen. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Leistungsfähigkeit der Methodik, aber auch deren Anwendungsgrenzen, erkennen.

Description / Content English
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: - Motivation and overview - Mathematical foundations and definitions - Finite-Difference Method - Linear Finite-Element Method
Learning objectives / skills English

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.

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Gas Dynamics			
Module title English			
Gas Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Gas Dynamics			
Course title English			
Gas Dynamics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kempf, Andreas Markus; Wlokas, Irenäus	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur und Projektarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Strömung kompressibler Fluide (Gase) ist von hoher technischer Relevanz in vielen Bereichen des Anlagenbaus, Energietechnik, sowie Luft- und Raumfahrt. Die Berechnung von Druckverlusten, Strömungskräften und Wellenausbreitung unterscheidet sich zum Teil erheblich, abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit. Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Modellierung kompressibler Strömung für stationäre und instationäre Probleme.
1. Grundlagen Einführung und Anwendungsbeispiele, Definitionen und Nomenklatur, Grundlagen der Thermodynamik, Erhaltungsgesetze der Kontinuumsmechanik, Eigenschaften idealer Gase, dimensionslose Kennzahlen
2. Eindimensionale Stromfadentheorie Bilanzgleichungen für einen Stromfaden, Staupunktströmung, Ausströmung aus einem Tank/Behälter, reibungsfreie Düsenströmung, stationärer Verdichtungsstoß, viskose Strömung durch Rohre
3. Eindimensionale Wellenausbreitung Herleitung der Gleichungen, lineare Wellenausbreitung, nichtlineare Wellenausbreitung, das Stoßrohr, das Riemann-Problem, Analogie zur Strömung in offenen Gerinnen
4. Verbrennung und Detonation Grundlagen der Verbrennung, Rayleigh-Gleichung, Rankine-Hugoniot-Gleichung, p,v-Diagramm, Grenzfälle, Modelle für Detonationswellen und Strukturen
5. Lösungsmethoden Arten partieller Differentialgleichungen, Modellgleichungen, analytische Lösungsmethoden, numerische Lösungsmethoden
6. Wiederholung
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Erweiterte Kenntnisse der Strömungsmechanik. Vertieftes Verständnis für die praktische Anwendung von Berechnungsmethoden in der Auslegung von Leitungen und Armaturen.

Description / Content English

The flow of compressible fluids (gases) is of high technical relevance in many areas of plant engineering, energy technology, as well as aerospace. The calculation of pressure losses, flow forces, and wave propagation differs significantly in some cases, depending on the flow velocity. The lecture covers the fundamentals of modeling compressible flow for both steady and unsteady problems.

1. Basics

Introduction and application examples, definitions and nomenclature, basics of thermodynamics, conservation laws of continuum mechanics, properties of ideal gases, dimensionless quantities

2. One-dimensional stream tube theory

Balance equations for a stream tube, stagnation point flow, outflow from a tank/vessel, inviscid nozzle flow, steady state compression shock, viscous flow through pipes

3. One-dimensional wave propagation

Derivation of the equations, linear wave propagation, non-linear wave propagation, the shock tube, the Riemann problem, analogy to flow in open channels

4. Combustion and detonation

Basics of combustion, Rayleigh equation, Rankine-Hugoniot equation, p,v-Diagram, limiting cases, models for detonation waves and structures

5. Solution methods

Types of partial differential equations, model equations, analytical solution methods, numerical solution methods

6. Repetition

Learning objectives / skills English

Advanced knowledge of fluid mechanics. In-depth understanding of the practical application of calculation methods in the design of pipelines and fittings.

Literatur

Über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

Modulname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 4 - Bodenmechanik 2			
Module title English			
Geotechnical Engineering 4 - Advanced Soil Mechanics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 4 - Bodenmechanik 2			
Course title English			
Geotechnical Engineering 4 - Advanced Soil Mechanics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Perau, Eugen; Detmann, Bettina	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Inhalt der Veranstaltung:
- 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
- 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:

- 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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 6 - Mechanik granularer und poröser Medien			
Module title English			
Geotechnical Engineering 6 - Mechanics of granular and porous media			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 6 - Mechanik granularer und poröser Medien			
Course title English			
Geotechnical Engineering 6 - Mechanics of granular and porous media			
Verantwortung	Lehreinheit		
Detmann, Bettina; Perau, Eugen	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1			3
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			
nur in Verbindung mit Geotechnik 4			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Einführung in die wichtigsten Grundlagen der Rationalen Mechanik sowie der Theorie poröser und granularer Medien Einführung in Tools zur Mathematik und Mechanik Boden als zwei- bzw. dreiphasiges Material (Korngefüge, Wasser, ggf. Luft/Oil, Eis oder Adsorbat) Phasenumwandlungen (z.B. Wasser – Eis) Hydrodynamische Kornumlagerungen (Erosion) Spezielle Anwendungsfelder (z.B. Dynamik)
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen die Grundlagen der Rationalen Mechanik und deren Anwendung bei mehrphasigen Materialien können den Boden und seine mechanischen Eigenschaften als mehrphasiges Material mit Gleichungen beschreiben können für einfache physikalische Prozesse im Boden mit mechanisch motivierten Gleichungen Modelle erstellen kennen einige Tools, mit deren Hilfe sich Anfangs- und Randwertprobleme der Mechanik bearbeiten lassen

Description / Content English
Introduction into the most important foundations of Rational Mechanics and the Theory of porous and granular media Introduction in tools used in mathematics and mechanics Soils modelled as two- or three-phase material (solid, water and where appropriate air/oil or adsorbate) phase changes (e.g. water - ice)
Learning objectives / skills English

The students

know the basics of Rational Mechanics and its application to multiphase materials
are able to describe soils and their mechanical properties as a multiphase body using appropriate equations
are able to set up mechanically motivated models for simple physical processes
know a few tools which are helpful to investigate boundary and initial value problems of mechanics

Literatur

Empfehlungen nach aktuellen Unterlagen

Modulname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 7 - Numerische Modellierung in der Geotechnik			
Module title English			
Geotechnical Engineering 7 - Numerical Modelling in Geotechnics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Geotechnik 7 - Numerische Modellierung in der Geotechnik			
Course title English			
Geotechnical Engineering 7 - Numerical Modelling in Geotechnics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Detmann, Bettina; Perau, Eugen	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
1	1	2	
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			
nur in Verbindung mit Geotechnik 4			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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
Die Studierenden
- 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

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)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Introduction to Data Science for Engineers			
Module title English			
Introduction to Data Science for Engineers			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Introduction to Data Science for Engineers			
Course title English			
Introduction to Data Science for Engineers			
Verantwortung	Lehreinheit		
Birk, Carolin	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Hausarbeit oder mündliche Prüfung oder Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Einführung in Techniken und Anwendungen von „Data Science“ und des maschinellen Lernens in den Ingenieurwissenschaften - Einführung in Programmiersprachen (Python, Matlab) als Voraussetzung für maschinelles Lernen - Neuronale Netze: Konzept, Feed-Forward NN, Aktivierungsfunktionen, Training - Anwendung von neuronalen Netzen zur Erkennung handgeschriebener Zahlen und zur Bildklassifikation - Neuronale Netze in der computergestützten Mechanik (Computational Mechanics) mit Anwendungsbeispielen - Fortgeschrittene „Deep Learning“ Bibliotheken in Python / Matlab (z.B. Keras) - Erweiterungen: Convolutional NN, Recurrent NN, Deep Learning, Data Mining, Bayes- und regressionsbasierte Algorithmen, etc.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden können ein allgemeines Verständnis von Verfahren des maschinellen Lernens nachweisen. Sie kennen Anwendungen von Verfahren des maschinellen Lernens auf typische technische Probleme. Sie können das Konzept der Neuronalen Netze erklären und sind in der Lage, ein eigenes Feed-Forward-NN für eine einfache Anwendung aus dem Bereich „Computational Mechanics“ oder aus dem Bauingenieurwesen zu programmieren.

Description / Content English
Overview of data science and machine learning techniques and applications in engineering - 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

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.

Literatur

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Introduction to Numerical Methods			
Module title English			
Introduction to Numerical Methods			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Introduction to Numerical Methods			
Course title English			
Introduction to Numerical Methods			
Verantwortung	Lehreinheit		
Laurain, Antoine; Díaz Avalos, Josué Daniel	Mathe		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
80% Klausur, 20% Hausübungen			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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:

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

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.

Description / Content English

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:

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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
Module title English			
Master-Thesis (including colloquium)			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Master-Arbeit (einschließlich Kolloquium)			
Course title English			
Master-Thesis (including colloquium)			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
30	W/S	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Masterarbeit			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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:

- 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:

- 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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Module title English			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Course title English			
Material selection for high-temperature applications and lightweight construction			
Verantwortung	Lehreinheit		
Hanke, Stefanie	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
In dieser Veranstaltung werden zunächst physikalische und mechanische Eigenschaften von Werkstoffen zum Einsatz in Leichtbauanwendungen sowie unter hohen Einsatztemperaturen an beispielhaften Anwendungen vertieft. Dabei wird ein besonderer Fokus auf die für solche Anwendungen wichtigsten Werkstoffeigenschaften gesetzt, sowie auf mögliche Schäden bei ungünstiger Werkstoffauswahl. Insbesondere werden Leichtmetalle einschließlich Magnesium, Aluminium und Titan, Verbundwerkstoffe und Nickellegierungen betrachtet. Es wird vorgestellt, wie für spezifische Anwendungen die erforderlichen Werkstoffeigenschaften hergeleitet werden können, und Strategien und Methoden vermittelt, um anhand dieser Eigenschaften geeignete Werkstoffe auszuwählen. Hierbei werden auch weitere Parameter berücksichtigt, einschließlich Verfügbarkeit, Fertigungseigenschaften, Kosten, Rezyklierbarkeit und CO2-Äquivalent.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sind in der Lage für eine gegebene Anwendung und ein definiertes Bauteil die wichtigsten erforderlichen Werkstoffeigenschaften zu benennen. Sie wählen anhand dieser Eigenschaften, sowie weiterer ökonomischer und ökologischer Kriterien geeignete Werkstoffe für eine vorgegebene Anwendung aus.

Description / Content English
In this course, the physical and mechanical properties of materials for use in lightweight construction applications and under high operating temperatures will be examined in depth using application examples. A special focus will be placed on the most important material properties for such applications, as well as on possible damage caused by unfavorable material selection. In particular, light metals including magnesium, aluminum and titanium, composite materials and nickel alloys are considered. It is presented how to derive the required material properties for specific applications and strategies and methods are provided to select suitable materials based on these properties. Other parameters are also considered, including availability, manufacturing properties, cost, recyclability and CO2 equivalent.
Learning objectives / skills English

Students will be able to name the most important material properties required for a given application and a defined component. They select suitable materials for a given application based on these properties and further economical and ecological criteria.

Literatur

--

Modulname laut Prüfungsordnung			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
Module title English			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
Course title English			
Modelling and Simulation of Dynamic Systems			
Verantwortung	Lehreinheit		
Köppen-Seliger, Birgit	ET		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Nach einer Einführung in Ziele und Bedeutung von Modellbildung und Simulation werden zunächst numerische Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen (diverse implizite und explizite Ein- und Mehrschrittverfahren, andere Verfahren) und deren Eigenschaften (numerische Stabilität, lokale und globale Fehler, Eignung für steife DGLs, bei Sprüngen und für Schrittweitensteuerung) behandelt. Die Lösung partieller DGLs wird lediglich durch ein Beispiel mit Zeit- und Ortsdiskretisierung angedeutet. Das Kapitel über experimentelle Modellbildung befasst sich zunächst mit Vorgehensweise und Wahl der Testsignale. Es folgen Verfahren zur Gewinnung nichtparametrischer Modelle. Die direkte Parameterbestimmung aus Sprungantworten beschränkt sich auf einfache lineare dynamische Systeme. Für allgemeine Parameterschätzverfahren (wie sie in der „System Identification Toolbox“ von MATLAB implementiert sind) werden die zugrunde liegenden Modelle dargestellt. An einem Verfahren wird die Rückführung auf ein Least-Squares-Problem gezeigt und bezüglich weiterer Details auf die Vorlesung „State and Parameter Estimation“ verwiesen. Weitere Methoden werden nur als Ausblick angedeutet. Physikalische Grundlagen aus Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre werden in kurzer Form zusammengefasst. Die Anwendung erfolgt zur theoretischen Modellbildung (zur Gewinnung „rigoroser Modelle“) für zahlreiche Beispiele, so z.B.: Antrieb mit Gleichstrommotor, Pumpe und Kompressor, Ventil, Wärmetauscher, beheizter Behälter (Flüssigkeit, Gas, kochende Flüssigkeit und Dampf), Rührkesselreaktor mit chemischer Reaktion.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden sollen numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in ihren Eigenschaften beurteilen und für einen gegebenen Anwendungsfall auswählen können. Sie sollen verschiedene Verfahren zur experimentellen Systemidentifikation anwenden können. Sie sollen auch in der Lage sein, für einige einfache, in der Verfahrenstechnik wichtige, physikalische Systeme rigorose (theoretische) Modelle aufzustellen.
Description / Content English

After an introduction into goals and significance of modelling and simulation, numerical methods for solving ordinary differential equations (various implicit and explicit single-step and multi-step methods, other methods) and their properties (numeric stability, local and global errors, suitability for stiff differential equations, for step inputs, and for step width control) are considered. For the solution of partial differential equations, there is only a hint by an example with space and time discretization.

The chapter „experimental modelling“ at first discusses principles and choice of test signals, followed by methods for gaining nonparametric models. For general parameter estimation methods, as they are contained in the MATLAB system identification toolbox, the basic models are presented. For one method, the reduction to a least-squares problem is shown; for further details the lecture refers to another lecture („state and parameter estimation“). Other methods are only mentioned as an outlook.

A short overview over physical fundamentals from mechanics, thermodynamics, and fluid dynamics is given. These fundamentals are applied for theoretical modelling (gaining rigorous models) for numerous examples, e.g., DC drive, pump and compressor, valve, heat exchanger, heated vessel (liquid, gas, boiling liquid, and vapour), stirring vessel reactor with chemical reaction.

Learning objectives / skills English

The students will be able to apply numerical methods for the solution of ordinary differential equations, and to evaluate their properties and suitability for a given application case. They are expected to apply various methods for experimental system identification. Also, they will be able to formulate rigorous (theoretical) models for some simple systems which are important in process industry.

Literatur

- Maier, Uwe: Vorlesungsskript „Modelling and Simulation of Dynamic Systems“ in Moodle
- Thomas, Philip: Simulation of Industrial Processes for Control Engineers. Butterworth Heinemann, 1999.
- Weitere umfangreiche Literaturliste zu den einzelnen Kapiteln in Moodle.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Multibody Dynamics			
Module title English			
Multibody Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Multibody Dynamics			
Course title English			
Multibody Dynamics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Geu Flores, Francisco; Kowalczyk, Wojciech	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Der Kurs ist in fünf Abschnitte untergliedert, welche sich auf das Verständnis der Grundlagen der Mehrkörperdynamik konzentrieren:
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
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.

Description / Content English
The course is organized in five parts, each part focusing in the understanding of one principal idea in complex multibody dynamics:
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

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.

Literatur

Nikravesh; Computer-aided analysis of mechanical systems; Prentice Hall
Haug; Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems; Allyn and Bacon

Modulname laut Prüfungsordnung			
Nonlinear Finite Element Method			
Module title English			
Nonlinear Finite Element Method			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Nonlinear Finite Element Method			
Course title English			
Nonlinear Finite Element Method			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schwarz, Alexander	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
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:
- Motivation und Überblick
- Geometrisch nichtlineare Problemstellungen (Standard-Verschiebungsmethode, Formulierung relativ zur Referenzkonfiguration, Formulierung relativ zur Momentankonfiguration)
- Algorithmen zur Strukturdynamik
- Abaqus User Subroutine
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
In modernen Ingenieuranwendungen 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.

Description / Content English

The lecture addresses methods to numerically solve geometrically nonlinear initial- and boundary value problems in the field of mechanics. After a short introduction to the nonlinear continuum mechanics, the main topic of this course is the nonlinear Finite-Element Method.

The lecture is organized as follows:

- 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

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 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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Nonlinear Optimization Methods			
Module title English			
Nonlinear Optimization Methods			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Nonlinear Optimization Methods			
Course title English			
Nonlinear Optimization Methods			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schneider, Matti	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Optimierungsprobleme sind für fast jede im Ingenieurwesen arbeitende Person von zentraler Bedeutung, z.B. bei der Auslegung von Bauteilen, bei der Topologieoptimierung oder wenn moderne KI-Methoden zum Einsatz kommen.
Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der nichtlinearen Optimierung für differenzierbare Funktionen. Zudem wird ein Überblick über verschiedene Klassen von Optimierungsalgorithmen gegeben und diskutiert, welche Technik für welche spezifische Problemklasse anzuwenden ist.
Im Rahmen der vorlesungsbegleitenden Übung werden die diskutierten Methoden in der Programmiersprache Python implementiert.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
- Kennen von notwendigen und hinreichenden Optimalitätskriterien für Optimierung mit und ohne Nebenbedingungen - Vertrautheit mit Optimierungsmethoden erster und zweiter Ordnung

Description / Content English
Optimization problems are of central importance for working engineers. Examples include dimensioning of components, minimizing the elastic energy within finite element methods or modern AI (artificial intelligence) methods.
This course introduces the participants to the basics of nonlinear optimization of differentiable functions. Furthermore, an overview of different classes of optimization algorithms is presented, discussing which method to apply to a specific problem. In the associated exercise sessions, solution methods discussed in the lectures will be implemented, also discussing how to use freely available optimization packages in Python.
Learning objectives / skills English
- Know necessary and sufficient optimality conditions for unconstrained and constrained continuous optimization problems - Familiarity with first and second order methods for continuous optimization

Literatur

- [1] Nocedal, J. und Wright, S. J.: Numerical optimization. Springer, 1999.
- [2] Boyd, S. und Vandenberghe, L.: Convex optimization. Cambridge University Press, 2004.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Numerics and Flow Simulation			
Module title English			
Numerics and Flow Simulation			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Numerics and Flow Simulation			
Course title English			
Numerics and Flow Simulation			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kempf, Andreas Markus	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	SoSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

Die Vorlesung vermittelt detailliertes Verständnis numerischer Verfahren zur Simulation strömungsmechanischer Probleme (CFD, computational fluid dynamics). Die Inhalte gliedern sich in zwei Teile:

Teil 1: mathematische Grundlagen der Lösung von Transport- und Erhaltungsgleichungen

- 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)

Teil 2: Einführung in die Simulationspraxis am Beispiel von OpenFOAM

- Integration der Strömungssimulation im CAE Prozess, Grundkonzepte von OpenFOAM
- Simulation turbulenter, inkompressibler Strömungen
- Simulation kompressibler, reibungsfreier und reibungsbehafteter Strömungen
- Programmierung von Löser-Erweiterungen

Die Übung im Teil 1 wird durch Programmierung von Matlab Programmen begleitet, im Teil 2 wird die Bedienung von OpenFOAM vermittelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Studierende die die Vorlesung erfolgreich besucht haben:

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

The lecture teaches detailed understanding of numerical methods for simulation of fluid flows (CFD, computational fluid dynamics). Main topics are split in two parts:

Part 1: mathematical basics of numerics for transport- and conservation-equations

- 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: Introducton 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, über Moodle zur Verfügung gestelltes Material

Modulname laut Prüfungsordnung			
Solving Linear and Nonlinear Equations			
Module title English			
Solving Linear and Nonlinear Equations			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Solving Linear and Nonlinear Equations			
Course title English			
Solving Linear and Nonlinear Equations			
Verantwortung	Lehreinheit		
Schneider, Matti	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe		
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Technische Fragestellungen führen in der Regel auf einen Satz von Gleichungen, die es zu lösen gilt. Im ersten Teil des Kurses werden numerische Verfahren zur Lösung linearer Gleichungen diskutiert: direkte und iterative Verfahren. Ebenso wird auf dünn besetzte Gleichungssysteme eingegangen. Im zweiten Teil werden diese Betrachtung auf nichtlineare Gleichungssysteme erweitert, und die zugehörigen numerischen Verfahren behandelt, z.B. Fixpunktmethoden und deren Beschleunigungen sowie das Newton-Verfahren.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden kennen lineare und nichtlineare Lösungsmethoden von Gleichungssystemen.

Description / Content English
Engineering problems usually lead to a set of equations to be solved. The course treats computational methods for solving linear and nonlinear systems of equations. For the former, direct and iterative methods are treated, also including sparse problems. For the latter, nonlinear solvers are treated, including fixed-point schemes, their accelerated versions and Newton's method.
Learning objectives / skills English
Students are familiar with methods for solving linear and nonlinear systems of equations.

Literatur
G. H. Golub and C. F. Van Loan, Matrix Computations. The John Hopkins University Press, fourth ed., 2013.
Y. Saad, Iterative methods for sparse linear systems. SIAM, 2nd ed., 2003.
R. E. Showalter, Monotone Operators in Banach Space and Nonlinear Partial Differential Equations, vol. 49 of Mathematical Surveys and Monographs. AMS, 1997.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Stahlbau 5 - Schalen, Türme und Maste aus Stahl			
Module title English			
Steel Construction 5 – Steel shells, towers and masts			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Stahlbau 5 - Schalen, Türme und Maste aus Stahl			
Course title English			
Steel Construction 4 - Steel and Composite Bridge Construction			
Verantwortung	Lehreinheit		
Stranghöner, Natalie	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Berechnung von Schalentragwerken, Türmen und Masten unter Berücksichtigung von Finite Elemente Methoden (FEM)
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Studierenden beherrschen - 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 - design shell structures, towers and masts made of steel, - use FEM software for the design of steel structures exemplary on shell structures.

Literatur

- 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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Stahlbau 6 - Sonderkapitel des Stahlbaus			
Module title English			
Steel Construction 6 – Special chapters in steel construction			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Stahlbau 6 - Sonderkapitel des Stahlbaus			
Course title English			
Steel Construction 6 – Special chapters in steel construction			
Verantwortung	Lehreinheit		
Stranghöner, Natalie	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

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 laod capacity of steel structes, taking mechanical material properties into account
Desing, execution and testing of bolted connections

Learning objectives / skills English

Students master

Designing 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)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Structural Dynamics			
Module title English			
Structural Dynamics			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Structural Dynamics			
Course title English			
Structural Dynamics			
Verantwortung	Lehreinheit		
Birk, Carolin	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Grundlagen der Strukturdynamik für diskrete und kontinuierliche Tragwerke freie und erzwungene Schwingung des Einmassenschwingers sowie von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden; Modalanalyse; transiente dynamische Analyse mittels numerischer Integration; explizite und implizite Verfahren; Antwortspektren-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 praktischen Einsatz im Hoch- und Maschinenbau. Dieser Kurs beginnt mit einer Einführung in die Dynamik einfacher Bauwerke und entwickelt dann die Grundlagen der Schwingungsanalyse von Tragwerken mit vielen Freiheitsgraden sowie von kontinuierlichen Systemen. Explizite und implizite Zeitintegrationsmethoden als wichtiges Werkzeug der computerbasierten Analyse der Strukturdynamik werden im Kurs behandelt. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Charakteristika typischer dynamischer Belastungen und erwerben die Fähigkeit zur Beurteilung der Reaktion von Bauwerken auf solche Lasten. Ebenso entwickeln sie die Fähigkeit, kommerzielle (Finite-Elemente-)Software auf strukturdynamische Problemstellungen 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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Technische Schadenskunde			
Module title English			
Failure Analysis			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Technische Schadenskunde			
Course title English			
Failure Analysis			
Verantwortung	Lehreinheit		
Hanke, Stefanie	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	D	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Hausarbeit, Präsentation			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Die Lehrveranstaltung befasst sich mit modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden die Schädigungsmechanismen von mechanisch, chemisch und thermisch bedingten Schäden vorgestellt und deren direkte Zuordnung anhand von Schädigungsscheinungsformen 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.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Die Veranstaltung hat das Ziel, die grundlegenden Kenntnisse über die mechanischen und chemischen Beanspruchungen sowie Schädigungsmechanismen zu vermitteln. Die Studierenden werden in der Lage sein, anhand von beobachteten und gemessenen Größen und mit Hilfe zusätzlicher verfügbarer Informationen den möglichen Schadensablauf zu erklären und Maßnahmen zur Vermeidung zu ergreifen. Sie werden fachgerechte Berichte zur technischen Schadensanalyse verfassen können.

Description / Content English
The course deals with modern strategies for failure analysis. The damage mechanisms of mechanically, chemically and thermally induced damage are presented and their classification is explained on the basis of observable damage features. The approach is based on standard optical, physical and chemical analysis methods as well as analytical calculations. After determining the damage mechanisms and the sequence of damage, possible ways of remedying damage (immediate measures) and basic prevention (countermeasures) are shown against the background of real damaged components.
Learning objectives / skills English

The aim of the course is to impart basic knowledge of mechanical and chemical stresses and damage mechanisms. Students will be able to explain the possible damage process and take measures to prevent it on the basis of observed and measured variables and with the help of additional available information. They will be able to write professional reports on technical failure analysis.

Literatur

(Empty box)

Modulname laut Prüfungsordnung			
Tensor Calculus			
Module title English			
Tensor Calculus			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Tensor Calculus			
Course title English			
Tensor Calculus			
Verantwortung	Lehreinheit		
Bluhm, Joachim	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch
Der Inhalt des Moduls gliedert sich in die Bereiche tensorielle Aspekte der Vektoralgebra, das beliebige Grundsyste, Operationen in Komponentendarstellung, Tensoroperationen, Wechsel zwischen Koordinatensystemen, Gradient, Divergenz und Rotation von Tensorfeldern, Beispiele für die Differentiationen von Tensorfeldern sowie Integralsätze. Das Modul wird durch zahlreiche Übungen ergänzt, in denen vorwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen.
Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch
Probleme in der Mechanik, speziell in der Kontinuumsmechanik, können kurz und übersichtlich mit der Tensorrechnung formuliert werden. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit komplexer physikalischer Sachverhalte mit Hilfe der Tensorrechnung 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.

Description / Content English
The content of the this course is divided into the sections
- Aspects of tensor calculus in vector algebra
- The arbitrary basic system
- Operations using the component representation
- Operations using the tensor representation
- Shift between coordinate systems
- Gradient, Divergence and Rotation of tensor fields
- Differentiation of tensor fields
- Cauchy law
The lecture is accompanied by numerous tutorial sessions focusing on the construction of computer simulations to deepen the theoretical issues.
Learning objectives / skills English

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

Literatur

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

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

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Testing of Metallic Materials			
Module title English			
Testing of Metallic Materials			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Testing of Metallic Materials			
Course title English			
Testing of Metallic Materials			
Verantwortung	Lehreinheit		
Deike, Rüdiger; Overhagen, Christian	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1	1	
Studienleistung			
Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum			
Prüfungsleistung			
Klausur			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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.

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:

Zugversuch

Stauchversuch

Biegeversuch

Torsionsversuch

Flachzugversuch und Prüfung von Blechwerkstoffen

Außerdem werden in der Vorlesung die mechanischen Eigenschaften von gekerbten Bauteilen behandelt.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

Die Studierenden wissen, das geeignete Testverfahren zur Ermittlung eines Werkstoffkennwerts auszuwählen, bzw. die Ergebnisse der verschiedenen Prüfverfahren hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu beurteilen.

Die Studierenden kennen die Grenzen der Anwendbarkeit der verschiedenen Prüfverfahren für verschiedene Werkstoffe und können die Fehlermöglichkeiten richtig einschätzen.

Description / Content English

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.

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:

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

Modulname laut Prüfungsordnung			
Thermodynamics of Materials			
Module title English			
Thermodynamics of Materials			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Thermodynamics of Materials			
Course title English			
Thermodynamics of Materials			
Verantwortung	Lehreinheit		
Bluhm, Joachim	BW		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
6	SoSe	D/E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	2		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Klausur oder Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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:

- Hauptsätze der Mechanik
- Energiebilanz und Entropieungleichung
- Prinzip der materiellen Objektivität
- Konstitutive Theorie
- Konstitutive Größen, Prozessvariablen, Konstitutive Beziehung und Dissipationsmechanismus
- Theorie der Invarianten
- inkompressive Flüssigkeiten, ideale Gase, elastische Festkörper (nichtlineare Stoffgesetze, Hookesches Gesetz), thermoelastische Festkörper, elastisch-plastische Festkörper, viskose Materialien, anisotrope Materialien
- Rheologische Modelle

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 Bewegunggröße für ein Scheibenelement. Dieser Code wird auch für die Diskussion verschiedene Materialmodelle der Festkörpermechanik im Rahmen der linearen Theorie herangezogen.

Lernergebnisse / Kompetenzen Deutsch

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 konstitutiven Ansätze für Fluide und Festkörper formulieren.

Description / Content English

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 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.

Modulname laut Prüfungsordnung			
Turbulent Flows			
Module title English			
Turbulent Flows			
Kursname laut Prüfungsordnung			
Turbulent Flows			
Course title English			
Turbulent Flows			
Verantwortung	Lehreinheit		
Kempf, Andreas Markus	MB		
Kreditpunkte	Turnus	Sprache	
5	WiSe	E	
SWS Vorlesung	SWS Übung	SWS Praktikum/Projekt	SWS Seminar
2	1		
Studienleistung			
Prüfungsleistung			
Mündliche Prüfung			
Teilnahmevoraussetzungen an Prüfung			

Beschreibung / Inhalt Deutsch

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:

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

Studenten die die Vorlesung erfolgreich absolviert haben:

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

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:

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