

Handbook of Modules  
to the Examination Regulations 2015 (PO'15)

for the Course of Studies

Computational Methods in  
Engineering (M. Sc.)

Update: 22.04.2021



Faculty of Civil Engineering and  
Geodetic Science

Valid from SoSe 2021



## Contents

Glossary .....	4
Module description.....	4
Examination Performances.....	4
Numerics of Partial Differential Equations 1+2.....	6
Nichtlineare Optimierung I.....	7
Nichtlineare Optimierung II.....	8
Mechanics of Solids.....	9
Continuum Mechanics II.....	11
Finite Elements II.....	12
Mehrkörpersysteme.....	13
Model Order Reduction in Computational Solid Mechanics.....	15
Nichtlineare Schwingungen.....	17
Simulation und Numerik von Mehrkörpersystemen.....	18
Stochastic Finite Element Methods.....	19
Advanced Stochastic Analysis.....	21
Reliability and Risk Analysis.....	22
Isogeometric Analysis.....	23
Künstliche Intelligenz I.....	24
Objektorientierte Modellbildung und Simulation.....	25
Biomechanik der Knochen.....	27
Biomedizinische Technik für Ingenieure I.....	28
Bodendynamik.....	29
Elastomere und elastische Verbunde.....	30
Entwurf diskreter Steuerungen.....	31
Fahrzeug-Fahrweg-Dynamik.....	32
Faserverbund-Leichtbaustrukturen I.....	33
Finite Elemente Anwendungen in der Statik und Dynamik.....	34
Geodata Infrastructures.....	35
Grundlagen der GNSS und Navigation.....	36
Grundwassermodellierung.....	37
Hydrosystemmodellierung.....	38
Image Analysis I.....	40
Laser Scanning - Modelling and Interpretation.....	41
Maschinendynamik.....	42
Nichtlineare Statik der Stab- und Flächentragwerke.....	43
Numerical Modelling in Geotechnical Engineering.....	44
Robotik I.....	45
Stoff- und Wärmetransport.....	46
Continuum Mechanics I.....	47
Elastomechanik.....	48
Nachhaltig Konstruieren und Bauen.....	50
Numerische Mathematik II.....	51
Numerische Mechanik.....	52
Practice Semester.....	54



Master Thesis (25 CP) .....	55
Seminar Thesis (5 CP) .....	56

## Glossary

### Module description

KS	Core Studies	E	English
SG	General Studies	D	German
WA	Scientific Work	D and E	German and English
(P)	In-class Module	V	Lecture
(F)	E-Learning Module	Ü	Excercise
P	Compulsory Module	L	Laboratory
W	Elective Module	T	Tutorial

### Examination Performances

A	Article	Aufsatz
AA	Composition	Ausarbeitung
BA	Bachelor's Thesis	Bachelorarbeit
BÜ/BUE	Identification Courses	Bestimmungsübungen
DO	Documentation	Dokumentation
ES	Essay	Essay
FP	Practical Examination	Fachpraktische Prüfung
FS	Case Study	Fallstudie
HA	Term Paper	Hausarbeit
K	Written Test Without Choice Format	Klausur ohne Antwortwahlverfahren
KA	Written Test With Choice Format	Klausur mit Antwortwahlverfahren
KO	Colloquium	Kolloquium
KP	Artistic Presentation	Künstlerische Präsentation
KU	Short Assignment	Kurzarbeit
KW	Artistic and Scientific Presentation	Künstlerisch-wissenschaftliche Präsentation
LÜ/LUE	Laboratory Exercises	Laborübungen
ME	Musical Elaboration in a Learning Group	Musikalische Erarbeitung in einer Lerngruppe
MK	Practical Music-Teaching Presentation	Musikpädagogisch-praktische Präsentation
ML	Master's Colloquium	Master-Kolloquium
MO	Models	Models
MP	Oral Examination	Mündliche Prüfung
MU	Practical Musical Presentation	Musikpraktische Präsentation
P	Project	Projektarbeit
PD	Planning and Implementation of a Teaching unit	Planung und Durchführung einer Lehrveranstaltungseinheit
PF	Portfolio	Portfolio
PK	Pedagogic-oriented Concert	Pädagogisch orientiertes Konzert
PR	Presentation	Presentation
PW	Planning	Planwerk
R	Lecture	Referat
SA	Seminar Paper	Seminararbeit
SG	Impromptu	Stegreif
SM	Seminar Performance	Seminarleistung
SP	Practical Sports Presentation	Sportpraktische Präsentation
ST	Student Research Papers	Studienarbeiten
TP	Practical Theatrical Presentation	Theaterpraktische Präsentation
uK	ungraded Written Test	unbenotete Klausur
U	Course Design	Unterrichtsgestaltung
Ü	Exercises	Übungen
V	Oral Presentation	Vortrag
ZD	Graphic Representation	Zeichnerische Darstellung
ZP	Complex Examination Performance	Zusammengesetzte Prüfungsleistung



**Note on the test or study performances**

- The standard for the duration of a written examination is 20 minutes per performance point. The duration of an oral examination is approximately 20 minutes.
- Recent changes to the curriculum are listed in the examiner list on the course website: <https://www.fbg.uni-hannover.de/cmesc>



**Numerics of Partial Differential Equations 1+2**

Numerik Partieller Differentialgleichungen 1+2

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 4V / 2Ü	Language E	CP 10	Semester WS	Exam No. 110
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

In this class, the goal is to develop and analyze numerical methods for solving partial differential equations. At the end, the students can design schemes for linear elliptic partial differential equations as well as parabolic, hyperbolic and simple nonlinear equations.

**Contents**

1. Finite differences for elliptic boundary value problems
2. Finite elements for elliptic boundary value problems
3. A posteriori error estimation
4. Numerical methods for discretized problems
5. Methods for parabolic and hyperbolic problems
6. A brief introduction to numerical methods for nonlinear problems

Workload	300 h (120 in-class teaching and 180 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Numerische Mathematik I
Literature	P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen
Media	keine Angabe
Particularities	none

Organizer	Beuchler, Sven
Lecturer	Noii, Nima; Khodadadian, Amirreza
Supervisor	Noii, Nima
Examiner	Khodadadian, Amirreza
Institute	Institut für Angewandte Mathematik, <a href="http://www.ifam.uni-hannover.de/">http://www.ifam.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Mathematik und Physik

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	1	P	Higher Mathematics



**Nichtlineare Optimierung I**  
Numerical Optimization I

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 4V / 2Ü	Language D	CP 10	Semester WS/SS	Exam No. 120
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Nichtlineare Optimierungsprobleme sind von großem Interesse in vielen Bereichen von Wirtschaft, Naturwissenschaft und Technik. Beispiele für Optimierungsprobleme sind Portfoliomanagementprobleme, Parameterschätzprobleme, Prozessoptimierungsprobleme, Betriebsplanungsprobleme etc. Ziel dieser einführenden Vorlesung ist es, einen Überblick zu geben über praktisch relevante Problemklassen für mathematische Optimierungsprobleme und die dafür benötigten Lösungsmethoden.

**Contents**

Zunächst werden die theoretischen Grundlagen der nichtlinearen Optimierung erläutert. Daran schließen sich die algorithmischen Konzepte der unbeschränkten und beschränkten Optimierung an. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei immer auf der Anwendbarkeit der diskutierten Konzepte auf große Optimierungsprobleme, wie sie sich bei praktischen Fragestellungen aus Wirtschaft und Technik ergeben. Einige Algorithmen werden in Matlab implementiert und erprobt.

Workload	300 h (120 in-class teaching and 180 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Numerische Mathematik I und II, Algorithmisches Programmieren
Literature	Nocedal, Wright: Numerical Optimization, 2. Auflage.
Media	keine Angabe
Particularities	Modul findet regelmäßig alle 2 -3 Jahre statt.

Organizer	Steinbach, Marc
Lecturer	Steinbach, Marc
Supervisor	
Examiner	Steinbach, Marc
Institute	Institut für Angewandte Mathematik, <a href="http://www.ifam.uni-hannover.de/">http://www.ifam.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Mathematik und Physik

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	1	W	Higher Mathematics



**Nichtlineare Optimierung II**  
Numerical Optimization II

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 4V / 2Ü	Language D	CP 10	Semester WS/SS	Exam No. 130
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Nichtlineare Optimierungsprobleme sind von großem Interesse in vielen Bereichen von Wirtschaft, Naturwissenschaft und Technik. Beispiele für Optimierungsprobleme sind Portfoliomanagementprobleme, Parameterschätzprobleme, Prozessoptimierungsprobleme, Betriebsplanungsprobleme etc.  
Die Vorlesung vertieft und erweitert die theoretischen und algorithmischen Kenntnisse auf Teil I. Insbesondere werden Innere-Punkte-Methoden für nichtkonvexe Optimierungsprobleme, nichtlineare CG-Methoden sowie Techniken zur Behandlung hochdimensionaler Modelle behandelt.

**Contents**

Zur Illustration werden komplexere Modelle aus praktischen Anwendungen vorgestellt und besondere Schwierigkeiten oder Lösungstechniken besprochen. Aufbauend auf den Programmierübungen des Teil I sollen schließlich Algorithmen für allgemeine beschränkte Optimierungsprobleme in C++ implementiert und an größeren Testproblemen erprobt werden.

Workload	300 h (120 in-class teaching and 180 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Nichtlineare Optimierung I
Literature	Nocedal, Wright: Numerical Optimization, 2. Auflage.
Media	keine Angabe
Particularities	Modul findet regelmäßig alle 2 -3 Jahre statt.

Organizer	Steinbach, Marc
Lecturer	Steinbach, Marc
Supervisor	
Examiner	Steinbach, Marc
Institute	Institut für Angewandte Mathematik, <a href="http://www.ifam.uni-hannover.de/">http://www.ifam.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Mathematik und Physik

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mathematics





## Mechanics of Solids Festkörpermechanik

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (HA 50%; 60h + KO 50%) / -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü / 2T	<b>Language</b> E (online D)	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS (P+F) / SS (F)	<b>Exam No.</b> 210
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 60					

### Learning Objectives

Commercial Finite Element Programs (FEM) offer many options for the choice of sophisticated constitutive models for structural analysis of solids. Goal of these classes is to enable students for a capably usage of such tools. Students will be trained on the physical origin of solids behavior beyond the linear elastic model assumption, the underlying mathematical description and numerical solution techniques to tackle inelastic material equations.

Graduates of this course know the physical origin and mathematical concepts on modeling inelastic constitutive behavior of solids. They are familiar with sophisticated numerical solution techniques for elasto-plastic, visco-elastic and damaging material behavior within the concepts of the finite element method.

They are qualified for the professional numerical analysis of 3D-structures with elasto-plastic material behavior and the judgment of the computational results with regard to the underlying model assumptions. They are experienced on the written documentation of their investigations in a scientific suitable manner and defense their findings by an oral presentation.

Outstanding engaged students are able to derive new material models, implement them into a finite element code and perform standardized test for verification.

### Contents

This module tackles the physical origin, the mathematical description and computational implementation of in-elastic constitutive models for solid bodies within the framework of finite element approximation. In detail the following issues will be discussed:

1. Phenomenology of in-elastic behavior of solids and its physical origin
2. One-dimensional modeling approach based on rheological models
3. Introduction into the concepts of continuums mechanics (kinematics, stress principle, balance equations); thermodynamic framework of constitutive theory
4. Computational techniques for the solution of non-linear and time-dependent constitutive equations within the framework of FEM
5. Linear elastic behavior of anisotropic materials, thermo-elasticity
6. Elasto-plastic models for metals at small deformations, theoretical fundamentals, computational implementation, modeling approaches for hardening. Alternative formulations for flow-rules, e.g. for granular media
7. Theoretical and computational concepts for visco-elasticity, visco-elasto-plasticity
8. Introduction into continuums damage mechanics

The models are experienced by practical training in the computer lab based on an open finite element code written in Matlab language.

<b>Workload</b>	180 h (70 in-class teaching and 110 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Solid knowledge on engineering mechanics and Finite Element Methods and Matlab programming skills.
<b>Literature</b>	E. A. de Souza Neto, D. Peric, D. R. J. Owen, Computational Methods for Plasticity: Theory and Applications, Wiley, 2008
<b>Media</b>	Tablet-Anschrieb, Power-Point, Matlab-Übungen, Skript, ILIAS Modul
<b>Particularities</b>	none
<b>Organizer</b>	Nackenhorst, Udo
<b>Lecturer</b>	Nackenhorst, Udo
<b>Supervisor</b>	Beurle, Darcy; Voelsen, Ester



<b>Examiner</b>	Nackendorst, Udo		
<b>Institute</b>	Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, <a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	1	P	Higher Mechanics



**Continuum Mechanics II**  
Kontinuumsmechanik II

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 5	Semester SS	Exam No. 261
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

The course Continuum Mechanics II describes material models at small and finite strains. It advances the topics of the core course Continuum Mechanics I.

**Contents**

Basic contents are: Thermodynamics of a general internal variable formulation of inelasticity, linear and nonlinear elasticity (isotropic spectral forms, anisotropic models based on structural tensors), viscoelasticity (linear and nonlinear models, stress update algorithms and consistent linearization), Rate-independent and rate-dependent plasticity (theoretical formulations, stress update algorithms and local variational formulations, consistent linearization) and damage mechanics.

<b>Workload</b>	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Continuum Mechanics I
<b>Literature</b>	Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000; Simo, J.C., Hughes, T.J.R.: Computational Inelasticity, Springer 1998.
<b>Media</b>	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Matlab-Übungen
<b>Particularities</b>	For better understanding of the computational mechanics of materials and structures that will be discussed in "Continuum Mechanics II", an accompanying course "Numerical Implementation of Constitutive Models" is offered for the first time in this semester. This accompanying course is not compulsory but highly recommended.
<b>Organizer</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Lecturer</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Institute</b>	Institut für Kontinuumsmechanik, <a href="http://www.ikm.uni-hannover.de/">http://www.ikm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mechanics



**Finite Elements II**  
Finite Elemente II

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 5	Semester SS	Exam No. 250
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Building upon the course Finite Elements I, the topics of Finite Elements II are nonlinear problems in structural mechanics and solid mechanics. A special focus are geometrically and materially nonlinearities, which might lead to instabilities that are of great importance in industrial applications. Numerical methods to solve nonlinear problems like the Newton-Raphson method, line search methods and different arc-length methods are treated. Using two-dimensional finite element formulations, hyperelastic and inelastic material models are presented and their algorithmic treatment is discussed.

**Contents**

Accompanying the lecture there will be exercise lectures and several computer seminars in which the methods taught in the lecture can be implemented and practiced on the computer. Examination will be based on an oral discussion or assigned practical project tasks.

Workload	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Finite Elemente I
Literature	Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Method, Springer 2008
Media	Computer seminars
Particularities	For better understanding and the practical application of the topics treated during the "Finite Element II" course, the accompanying course "Development of FEM codes via automated computational modelling" is offered for the first time in this semester. This accompanying course is not compulsory but highly recommended.

Organizer	Wessels, Henning
Lecturer	Soleimani, Meisam
Supervisor	
Examiner	Soleimani, Meisam
Institute	Institut für Kontinuumsmechanik, <a href="http://www.ikm.uni-hannover.de/">http://www.ikm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mechanics



**Mehrkörpersysteme**  
Multibody Systems

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 240
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt Kenntnisse zu kinematischen und kinetischen Zusammenhängen räumlicher Mehrkörpersysteme sowie zur Herleitung der Bewegungsgleichungen. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Kinematik ebener und räumlicher Systeme zu analysieren
- Zusammenhänge zwischen Lage, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsgrößen zu ermitteln
- Zwangsbedingungen (holonome und nicht-holonome) zu formulieren
- Koordinatentransformationen durchzuführen
- Bewegungsgleichungen mit Hilfe von Impuls- und Drallsatz sowie den Lagrange'schen Gleichungen 1. und herzuleiten
- Formalismen für Mehrkörpersysteme anzuwenden

**Contents**

- Vektoren, Tensoren, Matrizen
- Koordinatensysteme, Koordinaten, Transformationen, Drehmatrizen
- Zwangsbedingungen (rheonom, skleronom, holonom, nicht-holonom)
- Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsgrößen
- Eulersche Differentiationsregel
- ebene und räumliche Bewegung
- Kinematik der MKS
- Kinetische Energie
- Trägheitseigenschaften starrer Körper
- Schwerpunkt- und Drallsatz
- Differential- und Integralprinzipie: Prinzip der virtuellen Arbeit, Prinzip von d'Alembert, Jourdain, Gauß, Hamilton
- Variationsrechnung
- Newton-Euler-Gleichungen für MKS
- Lagrange'sche Gleichungen 1. und 2. Art
- Bewegungsgleichungen für MKS, Linearisierung, Kreiseffekte, Stabilität

Workload	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Technische Mechanik III, IV
Literature	Popp, Schiehlen: Grund Vehicle Dynamics. Springer-Verlag, 2010 Meirovitch: Analytical Dynamics. Dover Publications, 2003 Shabana: Dynamics of Multibody Systems. Cambridge University Press, 2005
Media	Skript, Tafel, PowerPoint
Particularities	keine
Organizer	Panning-von Scheidt, Lars
Lecturer	Panning-von Scheidt, Lars
Supervisor	
Examiner	Panning-von Scheidt, Lars



Institute	Institut für Dynamik und Schwingungen, <a href="http://www.ids.uni-hannover.de/">http://www.ids.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau		
Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	1	W	Higher Mechanics

**Model Order Reduction in Computational Solid Mechanics**

Modellreduktionsverfahren in der Festkörpermechanik

Mode of Examination / Course Achievement SL (90 h) / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. ?0134
Duration of Term Paper/Homework 90					

**Learning Objectives**

Model order reduction techniques decrease the complexity of mathematical models in numerical simulations. They play a key role in dealing with parametrized systems that require fast and frequent model evaluation. This course provides an introduction to model order reduction with a focus on applications in computational solid mechanics. After successful completion of the first part, students know the foundations of parametrized partial differential equations and understand the challenges associated with their finite element approximation. They know the mathematical basis of different reduced order methods, including their specific advantages, and are able to decide in what scenario which method should be applied. After completion of the second part, students are able to bridge the gap between multiscale models in solid mechanics, discretization based on the finite element method, and model order reduction. They are able to implement different model order reduction techniques for linear problems and are able to critically assess their results in terms of accuracy and efficiency. After completing the third part, students understand limitations of model order reduction techniques and know about open questions and challenges related to current research.

**Contents**

Part I: Fundamentals and mathematical background

1. Motivation of reduced order modeling (many-query, real-time, high-dimensional scenarios)
2. Traditional engineering approaches: static condensation, modal decomposition
3. Foundations of parametrized partial differential equations
4. Proper orthogonal decomposition, snapshots, offline/online strategies
5. Reduced basis methods, Galerkin projection and orthonormalization, sampling strategies

Part II: Model order reduction in computational solid mechanics

6. Computational homogenization of heterogeneous materials
7. Generalized multiscale finite element methods

Part III: Advanced topics

8. Stability, system conditioning, empirical interpolation methods

The course is accompanied by a computer lab, where illustrative model problems are implemented in Matlab

<b>Workload</b>	180 h (70 in-class teaching and 110 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Solid knowledge on the finite element method and in continuum mechanics
<b>Literature</b>	B. Haasdonk: Reduced Basis Methods for Parametrized PDEs – A Tutorial Introduction. F. Chinesta et al.: Model Order Reduction, Encyclopedia of Computational Mechanics. E. Efendiev et al.: Generalized multiscale finite element methods
<b>Media</b>	Slides + blackboard presentations, practical training in the computer lab, StudIP, Forum
<b>Particularities</b>	Limited number of participants: A selection of participants will be made via a lottery on Stud.IP Examination: Semester project and oral presentation
<b>Organizer</b>	Schillinger, Dominik
<b>Lecturer</b>	Schillinger, Dominik; Stoter, Stein
<b>Supervisor</b>	Stoter, Stein
<b>Examiner</b>	Schillinger, Dominik
<b>Institute</b>	Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik,



	<a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mechanics





**Nichtlineare Schwingungen**  
Nonlinear Vibrations

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 230
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt Kenntnisse zu nichtlinearen Schwingungen, ihren Ursachen und Besonderheiten, zu ihrer mathematischen Beschreibung sowie zu Lösungsverfahren für nichtlineare Differentialgleichungen.

Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- Ursachen und physikalische Zusammenhänge für nichtlineare Effekte zu erklären
- nichtlineare Schwingungen zu klassifizieren
- Grundgleichungen für freie, selbsterregte, parametererregte und fremderregte nichtlineare Systeme zu formulieren
- verschiedene Verfahren zur näherungsweise Lösung nichtlinearer Differentialgleichungen anzuwenden
- Näherungslösungen zu interpretieren

**Contents**

- Übersicht über nichtlineare Schwingungen: Phänomene und Klassifizierung
- Freie, selbsterregte, parametererregte und fremderregte nichtlineare Schwingungen
- Methode der Kleinen Schwingungen
- Harmonische Balance
- Methode der langsam veränderlichen Amplitude und Phase
- Störungsrechnung
- Chaotische Bewegungen

Workload	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Technische Mechanik IV
Literature	Magnus, Popp, Sextro: Schwingungen. Springer-Verlag 2013. Hagedorn: Nichtlineare Schwingungen. Akad. Verl.-Ges. 1978. Nayfeh, Mook: Nonlinear Oscillations. Wiley-VCH-Verlag, 1995
Media	keine Angabe
Particularities	keine

Organizer	Panning-von Scheidt, Lars
Lecturer	Panning-von Scheidt, Lars
Supervisor	
Examiner	Panning-von Scheidt, Lars
Institute	Institut für Dynamik und Schwingungen, <a href="http://www.ids.uni-hannover.de/">http://www.ids.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mechanics



**Simulation und Numerik von Mehrkörpersystemen**

Simulation and Numerics of Multibody Systems

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 4	Semester SS	Exam No. 290
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Die Vorlesung führt – zugeschnitten auf Mechatronik-Anwendungen – praxisorientiert in die Methoden der Mehrkörperdynamik ein. Dies erlaubt in allen 3 Phasen des Entwurfs (Modellphase, Prüfstandsphase und Prototypenphase) den Einsatz der in der Vorlesung vermittelten MKS-Modellbildungsmethoden. Insbesondere der Einsatz von MKS-Modellen in Hardware-in-the-Loop-Anwendungen erfordert die Verwendung geeigneter MKS-Formalismen, dies führt die Teilnehmer hin zu einer mechatronischen Sichtweise der MKS-Dynamik.

**Qualifikationsziele**

Das Modul vermittelt spezifische Kenntnisse im Bereich der Modellbildung und Simulation von Mehrkörpersystemen. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- Methoden des modellbasierten Entwurfs mechatronischer Systeme anzuwenden
- Mechanische Teilsysteme für Echtzeitanwendungen zu modellieren und zu simulieren
- Entwicklungswerkzeuge zur Simulation von Mehrkörpersystemen einzuordnen und anzuwenden
- Die Anwendbarkeit von Mehrkörpersystemformalismen für Echtzeitanwendungen zu bewerten
- Ein Verständnis für die mathematischen Grundlagen der Mehrkörpersystems simulation zu entwickeln
- Auswirkungen der Algorithmenauswahl auf Güte und Geschwindigkeit der Simulation zu bewerten.

**Contents**

- Einsatz von MKS im mechatronischen Entwurfsprozess
- physikalische Modellbildung von MKS
- Mathematische Grundlagen der MKS-Formalismen
- Entwurfswerkzeuge
- Regelungsentwurf
- Numerik und Integrationsverfahren
- Echtzeitfähige MKS-Simulation

<b>Workload</b>	120 h (32 in-class teaching and 88 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Verbrennungstechnik I oder Verbrennungsmotoren I
<b>Literature</b>	- A Budo: Theoretische Mechanik. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin, 1956 - T R Kane, D A Levinson: Dynamics, Theory and Applications. McGraw Hill, 1985 - W Schiehlen: Multibody System Dynamics. Springer, 1997 Diese Liste stellt eine Auswahl dar. Weitere Empfehlungen werden in der Vorlesung gegeben.
<b>Media</b>	keine Angabe
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Hahn, Martin
<b>Lecturer</b>	Hahn, Martin
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Hahn, Martin
<b>Institute</b>	Institut für Dynamik und Schwingungen, <a href="http://www.ids.uni-hannover.de/">http://www.ids.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mechanics



## Stochastic Finite Element Methods

### Stochastische Finite Element Methoden

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> SL (90 h) / -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 280
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 90					

#### Learning Objectives

Nowadays, computational mechanics techniques for structural analysis are industrial standard, even for non-linear system response. Uncertainties with regard to loading conditions and material properties are usually treated in a post-processing manner by safety factors. To overcome the limitations of that approach novel computational techniques for the sound mathematical treatment of stochastic differential have been developed, on which students will be trained.

Successful students of these classes know the theoretical fundamental of moderns statistics. They are able to model random fields for uncertain constitutive parameters and random processes, e.g. for fatigue simulations. They know different solution strategies for the underlying stochastic partial differential equations and can make the choice for a problem at hand.

Graduates are enabled for setting up goal oriented solution strategies for systems with uncertain constitutive behavior, for example. They can interpret their computational results under consideration of the chosen modeling approach and criticize them.

Outstanding engaged students are able to review novel modeling approaches and solution techniques described in journal articles, to judge them, to implement them and to compare the performance with established methods.

#### Contents

This module tackles computational aspects for stochastic analysis of structures with uncertain constitutive properties and loadings. In detail the following issues will be discussed:

1. Motivation for the needs of sophisticated stochastic computational techniques, e.g. for non-linear system response
2. Statistical basics and stochastic methods for the treatment of random variables, random fields and random processes
3. Computational sampling techniques (e.g. Monte-Carlo Methods), stochastic collocation techniques, computational aspects (e.g. parallelization, intrusive vs. non-intrusive etc.)
4. Inverse problems, identification of parameters, experimental uncertainty analysis
5. Discretization techniques for random fields and random processes
6. Spectral Stochastic Finite Element Method (FEM) – Theory, Implementation and Investigation
7. Alternative concepts on modelling stochastic processes, e.g. Fokker-Planck-representation, computational aspects
8. Model order reduction for mechanical problems with uncertainties
9. Postprocessing, Quantity of Interest: Preparation and interpretation of computed results

Algorithms are developed based on a fully open, existing finite element system written in Matlab language. Students are guided by practical exercises in the computer lab.

<b>Workload</b>	180 h (70 in-class teaching and 110 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Solid knowledge on computational techniques (FEM)
<b>Literature</b>	Subject specific recommendation of textbooks and Journal articles
<b>Media</b>	Power-Point presentations + blackboard, practical training in the computer lab, StudIP, Forum
<b>Particularities</b>	none
<b>Organizer</b>	Nackenhurst, Udo
<b>Lecturer</b>	Nackenhurst, Udo; Urrea Quintero, Jorge Humberto



Supervisor	Urrea Quintero, Jorge Humberto		
Examiner	Nackendorst, Udo		
Institute	Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, <a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Mechanics



**Advanced Stochastic Analysis**  
 Spezielle Verfahren der Stochastischen Analyse

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (K 60% + HA 40%; 45 h) / -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS (P+F) / SS (F)	<b>Exam No.</b> 330
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 45					

**Learning Objectives**

The aims of "Advanced Stochastic Analysis" focus on introducing the basic concepts and computational tools available for addressing problems in the field of stochastic mechanics, and in particular, in the field of stochastic dynamics / random vibrations of structural systems. The concepts and techniques taught in the course exhibit enhanced versatility, while examples are presented from a perspective of usefulness to civil, marine and mechanical engineering applications.

**Contents**

Random process theory: ergodic, stationary and non-stationary processes, correlations functions, power spectra; Linear random vibration theory, and response analysis of nonlinear structures to random loading; Statistical linearization; Simulation of various types of random processes; Stochastic structural dynamics; Structural reliability; Monte Carlo simulation.  
 Computer based (Matlab) analysis of engineering systems with random properties under stochastic excitations

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	- solid background in structural dynamics and mathematics, - solid programming skills in Matlab, - successful completion of the modules "Stochastik für Ingenieure" and "Computergestützte Numerik für Ingenieure"
<b>Literature</b>	Probabilistic Models for Dynamical Systems, Haym Benaroya, Seon Mi Han, Mark Nagurka, Second Edition, CRC Press, 2013 Random Vibration in Mechanical Systems by Stephen H. Crandall and William D. Mark, 1963 Random Vibration and Statistical Linearization by J. B. Roberts and Pol D. Spanos, 2003 Soong T. T., Grigoriu M., Random Vibration of Mechanical and Structural Systems, Prentice Hall, 1993
<b>Media</b>	Project work can be carried out individually or in small groups.
<b>Particularities</b>	none

<b>Organizer</b>	Beer, Michael
<b>Lecturer</b>	Michael Beer
<b>Supervisor</b>	Broggi, Matteo
<b>Examiner</b>	Beer, Michael
<b>Institute</b>	Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de">http://www.irz.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	1	P	Higher Computer Science



**Reliability and Risk Analysis**

Zuverlässigkeits- und Risikoanalyse

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (MP 80% + HA 20%; 40 h) / -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS (F) / SS (P+F)	<b>Exam No.</b> 320
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 40					

**Learning Objectives**

Students are familiarised with concepts of reliability and risk analysis of engineering systems and structures. They learn how to take into account uncertainties in the loads, in the material and structural and system parameters and in the boundary conditions when analysing structures and systems. The influence of uncertainties on the behaviour and reliability of structures and systems is investigated. Fundamental as well as advanced concepts are discussed. Emphasis is put on efficient stochastic simulation techniques to enable the analysis of industry size structures and systems. In addition, the quantification of uncertain input parameters and the evaluation of stochastic results are discussed in order to convey a sense for a comprehensive reliability and risk assessment. After successful completion of the module students will be able to perform a reliability analysis of real-size structures and systems.

**Contents**

- concepts of statistical estimation for input quantification and result evaluation; moment and maximum likelihood estimation, bootstrap methods, kernel density estimation
- review of basic concepts of reliability analysis; First Order Reliability Method and Monte Carlo Simulation
- advanced stochastic sampling concepts; importance sampling, subset sampling, line sampling
- concepts for systems reliability estimation; fault tree analysis, survival signature approach - concepts of reliability based design
- concepts of stochastic sensitivity analysis; local and global

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	- solid background in structural dynamics and mathematics, - solid programming skills in Matlab, - successful completion of the modules "Stochastik für Ingenieure" and "Computergestützte Numerik für Ingenieure"
<b>Literature</b>	Alfredo H-S. Ang, Wilson H. Tang: Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering, 2nd Edition, Wiley, 2006 Douglas C. Montgomery (Autor), George C. Runger: Applied Statistics and Probability for Engineers, Wiley, 2013 Enrico Zio: The Monte Carlo Simulation Method for System Reliability and Risk Analysis, Springer, 2013
<b>Media</b>	Project work can be carried out individually or in small groups.
<b>Particularities</b>	none

<b>Organizer</b>	Beer, Michael
<b>Lecturer</b>	Beer, Michael
<b>Supervisor</b>	Beer, Michael; Broggi, Matteo
<b>Examiner</b>	Broggi, Matteo
<b>Institute</b>	Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de">http://www.irz.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	2	P	Higher Computer Science



**Isogeometric Analysis**  
Isogeometrische Analyse

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (MP 50% + HA 50%, 60 h) / unbenotete Hausübung	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 340
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 60					

**Learning Objectives**

Geometric modeling is a central task of computer-aided design (CAD) and is based on the differential-geometric principles of curves and surfaces. The design process is followed by computer-aided analysis (CAE), which builds on the geometries of CAD. The isogeometric analysis (IGA) combines the two disciplines and uses the same model for design and analysis.

The module imparts basic knowledge about the mathematical description of free-form geometries and their application to the numerical solution of ordinary and partial differential equations - in particular the modelling and calculation of plates and shells is addressed.

After successful completion of the module, students can:

- use the theoretical basics of geometric modelling to select suitable surface representations in an appropriate way
- solving differential equations numerically using isogeometric analysis

**Contents**

- differential geometry
- curve and surface representations: e.g. Lagrange, Bézier and NURBS
- implementation of a CAD tool
- isogeometric analysis of ordinary and partial differential equations: e.g. Laplace equation

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Basics of the finite element method
<b>Literature</b>	Farin, G. E. (1994) Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design. Eine praktische Einführung, Vieweg. Piegl, L., & Tiller, W. (1997) The NURBS Book. Monographs in Visual Communication, Springer. Cottrell, J. A., Hughes, T. J. & Bazilevs, Y. (2009) Isogeometric analysis. Toward Integration of CAD and FEA, John Wiley & Sons.
<b>Media</b>	Presentation and computer lab
<b>Particularities</b>	Preparation of an independent homework on a current publication (Journal Article) in the field of IGA

<b>Organizer</b>	Eckert, Christoph
<b>Lecturer</b>	Eckert, Christoph; Schillinger, Dominik
<b>Supervisor</b>	Eckert, Christoph; Schillinger, Dominik
<b>Examiner</b>	Eckert, Christoph
<b>Institute</b>	Institut für Risiko und Zuverlässigkeit und Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de/">http://www.irz.uni-hannover.de/</a> und <a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	2	W	Higher Computer Science



## Künstliche Intelligenz I Artificial Intelligence I

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 360
Duration of Term Paper/Homework -					

Learning Objectives -
Contents -

Workload	150 h (64 in-class teaching and 86 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Basic knowledge of computer science, algorithms and data structures
Literature	Stuart Russell, Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach.
Media	Stud.IP page for announcements, material and up-to-date information on the course.
Particularities	-

Organizer	Nejdl, Wolfgang
Lecturer	Nejdl, Wolfgang
Supervisor	
Examiner	Nejdl, Wolfgang
Institute	Institut für Verteilte Systeme, <a href="http://www.kbs.uni-hannover.de">http://www.kbs.uni-hannover.de</a> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Higher Computer Science





**Objektorientierte Modellbildung und Simulation**

Object-Orientated Modelling and Simulation

Mode of Examination / Course Achievement ZP (MP 70% + HA 30%; 30 h) / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 310
Duration of Term Paper/Homework 30					

**Learning Objectives**

Simulationsmodelle bilden in vielen Bereichen des Ingenieurwesens wesentliche Werkzeuge für die Beurteilung von Wirkzusammenhängen und die Entwicklung von Verfahren und Produkten sowie deren Optimierung. Das Denken des Ingenieurs in Objekten in Verbindung mit einer objektorientierten Programmiersprache bilden einen natürlichen Zugang zur Erstellung und Implementierung von Simulationsmodellen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, für ingenieurtechnische und auch ökologische Problemstellungen geeignete Simulationsmethoden auszuwählen, entsprechende Computermodelle aufzubauen und Simulationen durchzuführen. Weiterhin lernen die Teilnehmer die im Prozess der Modellbildung durchgeführten Vereinfachungen und Unschärfen in den Modellparametern und Eingabedaten bei der Interpretation der Simulationsergebnisse einzuordnen. Der Aufbau von Vorlesung und Übung fördert das selbständige Erschließen von Lehrinhalten sowie die Fähigkeit zur Übertragung von Algorithmen und Modellansätzen auf konkrete ingenieurpraktische Fragestellungen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten selbständig auf eine konkrete Aufgabenstellung anzuwenden, die Arbeitsschritte nachvollziehbar zu dokumentieren, Simulationsmodelle auf der Basis objektorientierter Konzepte zu implementieren, Simulationen zielgerichtet durchzuführen und deren Ergebnisse zu analysieren und zu interpretieren.

**Contents**

- Systemtheoretische Grundbegriffe der Modellierung und Simulation
- Methodische Grundlagen der Modellbildung
- stetige und diskrete Simulationsmodelle
- Künstliche Neuronale Netze
- genetische Algorithmen
- Fuzzy-Mengen, -Logik und -Arithmetik
- objektorientierte Konzepte sowie deren Umsetzung
- Anwendungen im Ingenieurwesen

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Programmierkenntnisse in Java, Mathematik und numerischr Mathematik
<b>Literature</b>	Bossel, H.: Modellbildung und Simulation, Vieweg-Verlag, Unbehauen, R.: Systemtheorie 1+2, Oldenbourg-Verlag, Gerhardt, H.; Schuster, H.: Das digitale Universum, Vieweg-Verlag; Böhme, G.: Fuzzy-Logik, Springer-Verlag, Zell, A.: Simulation Neuronaler Netze
<b>Media</b>	Tafel, Präsentation
<b>Particularities</b>	keine
<b>Organizer</b>	Milbradt, Peter
<b>Lecturer</b>	Milbradt, Peter
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Milbradt, Peter
<b>Institute</b>	Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de">http://www.irz.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
----------	-------------------------------	---------------------



Programme Specific Information	1	W	Higher Computer Science
--------------------------------	---	---	-------------------------



**Biomechanik der Knochen**

Biomechanics of the Bone

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 451
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Ziel ist es, zu zeigen wie Aspekte aus der Mechanik auf ein biologisches System übertragen werden können.

**Contents**

Der Kurs Biomechanik der Knochen vermittelt neben den biologischen und medizinischen Grundlagen des Knochens, auch die mechanischen für dessen Untersuchung und Simulation. Es werden verschiedene Verfahren zur Ermittlung von Materialkennwerten und numerische Methoden für die Beschreibung des Materialverhaltens vorgestellt, die bei Knochen und Knochenmaterial eingesetzt werden. Der Knochen wird nicht nur als Material betrachtet, sondern auch seine Funktion im Körper. Ebenso werden das Versagen und die Heilung von Knochen behandelt.

Workload	150 h (32 in-class teaching and 118 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Technische Mechanik IV
Literature	B. Kummer: Biomechanik, Form und Funktion des Bewegungsapparates, Deutscher Ärzteverlag. J.D. Currey: Bones, Structure and Mechanics, Princeton University Press.
Media	keine Angabe
Particularities	keine

Organizer	Wriggers, Peter
Lecturer	Besdo, Silke
Supervisor	
Examiner	Besdo, Silke
Institute	Institut für Kontinuumsmechanik, <a href="http://www.ikm.uni-hannover.de/">http://www.ikm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications



**Biomedizinische Technik für Ingenieure I**

Biomedical Engineering for Engineers I

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 3V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 450
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Biomedizinischen Technik anhand einiger Verfahren und Medizinprodukte. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die anatomischen und physiologischen Grundlagen relevanter Gewebe und Organe zu erläutern,
- grundlegende Stoffaustausch und -transportprozesse im Körper zu erläutern und ihre Grundprinzipien mathematische zu beschreiben,
- die Funktion medizintechnischer Geräte sowie Implantate zu erläutern sowie die Grundprozesse zu abstrahieren und mathematisch zu beschreiben

**Contents**

- Anatomie und Physiologie
- Biointeraktion und Biokompatibilität
- Blutströmungen
- Medizinische Geräte sowie Anwendungsfälle
- Implantattechnik und Endoprothetik

Workload	150 h (52 in-class teaching and 98 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	-
Literature	Vorlesungsskript Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter <a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a> eine Gratis Online-Version.
Media	Tafel, Overhead, Beamer
Particularities	keine

Organizer	Glasmacher, Birgit
Lecturer	Glasmacher, Birgit
Supervisor	
Examiner	Glasmacher, Birgit
Institute	Institut für Mehrphasenprozesse, <a href="http://www.imp.uni-hannover.de/">http://www.imp.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	1	W	Engineering Applications



**Bodendynamik**  
Soil Dynamics

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. 426
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt Kenntnisse über die Ermittlung dynamischer Bodenkennwerte und die Untersuchung dynamischer Vorgänge im Boden sowie über Erdbebenbemessung.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die Wechselwirkungen des Systems Bauwerk-Boden, die Energieabstrahlung und Ausbreitung von Erschütterungen im Boden, Erdbebedynamik und die Wirkung von Erschütterungen einschließlich der Maßnahmen zur ihrer Minderung. Sie können das vereinfachte und das multimodale Antwortspektrenverfahren anwenden und haben Maßnahmen zum erdbebensicheren Bauen und Konstruieren kennengelernt. Außerdem können sie Standsicherheiten für Böschungen und Stützbauwerke unter Erdbebeanspruchung in einfachen Fällen ermitteln und das Risiko einer Bodenverflüssigung beurteilen.

**Contents**

- Modellbildung und Erregungsarten in der Bodendynamik
- Ermittlung dynamischer Bodenkennwerte im Feld und im Labor
- Frequenzabhängigkeit der Materialkennwerte
- Wellen und Wellenausbreitung
- Ausbreitung und Einwirkung von Erschütterungen
- Boden-Bauwerk- Wechselwirkungen
- Grundlagen zur Schwingungsberechnung von Fundamenten
- Reduzierung von Schwingungen und Erschütterungen
- Erdbebedynamik, Intensität und Schadensrisiko
- Messtechnische Methoden in der Bodendynamik
- Numerische Methoden in der Bodendynamik
- Verflüssigung von Böden
- Standsicherheit von Böschungen und Stützwänden unter Erdbebenlast
- Numerische Methoden in der Bodendynamik

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, Tragwerksdynamik
<b>Literature</b>	Studer, Laue, Koller: "Bodendynamik" aktuelle Auflage. Skript.
<b>Media</b>	Skript, Tafel, Overhead-Folien, PowerPoint-Präsentation
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Achmus, Martin
<b>Lecturer</b>	Achmus, Martin; Griebmann, Tanja; Cao, Shuhan; Abdel-Rahman, Khalid
<b>Supervisor</b>	Saathoff, Jann-Eike
<b>Examiner</b>	Achmus, Martin
<b>Institute</b>	Institut für Geotechnik und Institut für Statik und Dynamik, <a href="http://www.igth.uni-hannover.de/">http://www.igth.uni-hannover.de/</a> und <a href="http://www.isd.uni-hannover.de/">http://www.isd.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	2	W	Engineering Applications



**Elastomere und elastische Verbunde**

Elastomers and Elastics Composites

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 412
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Ziel des Kurses ist es, mit Hilfe von polymerphysikalischen und kontinuumsmechanisch motivierten Modellen grundlegende Charakteristiken von Elastomeren und Faserverbunden zu beschreiben.

**Contents**

Hierbei wird zunächst allgemein auf die Phänomenologie der am Verbund beteiligten Materialien eingegangen. Es werden Elastomere (gummielastische Materialien) ebenso wie Thermoplaste (Verstärkungsfasern) hinsichtlich ihres thermomechanischen Verhaltens beurteilt und besprochen. Anschließend werden physikalisch/mathematische Materialmodelle entwickelt, die die wesentlichen physikalischen Eigenschaften der entsprechenden Materialien reproduzierbar im 3-D-Raum wiedergeben. Für das Verstärkungsmaterial werden Materialmodelle entwickelt, bei denen die Struktur des Materials Berücksichtigung findet. Während der Entwicklung der Materialgesetze, werden unter anderem Rheologische Modelle, verschiedene hyperelastische Materialmodelle mit ihren Eigenschaften und Anwendungsbereichen, der Mullins-Effekt, der Hysterese-Effekt und die Viskoelastizität dieser Materialien behandelt. Nachdem das Materialverhalten der Einzelmateriale beschreibbar ist, wird ein homogenisiertes „Gesamtmaterialmodell“ zur Berechnung kompletter Verbundstrukturen hergeleitet.

<b>Workload</b>	150 h (32 in-class teaching and 118 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Technische Mechanik IV
<b>Literature</b>	D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. A. Wall: Technische Meschanik, Band 1: Statik, Springer Verlag. D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. A. Wall: Technische Meschanik, Band 2: Elastostatik, Springer Verlag. D. Gross, W. Hauger, J. Schröder, W. A. Wall: Technische Meschanik, Band 3: Kinetik, Springer Verlag. D. Gross, W. Hauger, P. Wriggers: Technische Meschanik, Band 4: Hydromechanik, Elemente der höheren Mechanik, Numerische Methoden, Springer Verlag. Skripte Kontinuumsmechanik und FEM des Instituts für Kontinuumsmechanik, LUH Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000.
<b>Media</b>	Tafel, Powerpoint -Projektion
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Wriggers, Peter
<b>Lecturer</b>	Jacob, Hans-Georg
<b>Supervisor</b>	-
<b>Examiner</b>	Jacob, Hans-Georg
<b>Institute</b>	Institut für Kontinuumsmechanik, <a href="http://www.ikm.uni-hannover.de/">http://www.ikm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications



**Entwurf diskreter Steuerungen**  
Design of Discrete Control Systems

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 452
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt grundlegendes Wissen über den Entwurf diskreter Steuerungen. Es dient der Einübung von anwendungsorientierten Techniken zur Darstellung, Analyse und dem Entwurf ereignisdiskreter Steuerungen auf der formalen Grundlage von Automaten, Petri-Netzen und der Max-Plus-Algebra.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- (1) Petri-Netze in verschiedenen Formen darstellen und Charakteristika benennen.
- (2) Verfahren zur Modellierung und Analyse ereignisdiskreter Steuerungen auf der Grundlage von Petri-Netzen und anderer formaler Beschreibungsformen anwenden.
- (3) ereignisdiskrete Steuerungen unter Anwendung formaler Beschreibungsformen graphisch entwerfen, mit Methoden der Algebra analysieren und bewerten.

**Contents**

1. Einführung in zeit- wert- und ereignisdiskrete Systeme
2. Sequentielle und parallele Automaten
3. Einführung in die Modellierung mit Statecharts
4. Grundlagen der Modellierung mit Petri-Netzen
5. Steuerungstechnisch interpretierte Petri-Netze
6. Farbige Petri-Netze
7. Zeitbewertete Petri-Netze
8. Max-Plus-Algebra
9. Ausblick (z.B.: Steuerungsentwurf mit arithmetischer Logik)

Workload	150 h (64 in-class teaching and 86 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Grundlagen der Programmierung, Grundlagen digitaler Systeme, Grundlagen der Rechnerarchitektur
Literature	Abel, D.: Petri-Netze für Ingenieure - Modellbildung und Analyse diskret gesteuerter Systeme. Springer-Verlag, Berlin 1990. Kiencke, U.: Ereignisdiskrete Systeme - Modellierung und Steuerung verteilter Systeme. Oldenbourg Verlag, München 1997. König, R. und Quäck, L.: Petri-Netze in der Steuerungs- und Digitaltechnik. Oldenbourg Verlag, München 1988 zzgl. aktuelle Empfehlungen in Vorlesung.
Media	keine Angabe
Particularities	Selbständige Übung mit Petri-Netz-Entwurfswerkzeugen möglich und empfohlen

Organizer	Wagner, Bernardo
Lecturer	Wagner, Bernardo
Supervisor	
Examiner	Wagner, Bernardo
Institute	Institut für Systems Engineering, <a href="http://www.rts.uni-hannover.de/">http://www.rts.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	W	Engineering Applications



**Fahrzeug-Fahrweg-Dynamik**  
Road Vehicle Dynamics

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 455
Duration of Term Paper/Homework -					

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>Im Mittelpunkt dieses Moduls Lehrveranstaltung steht die dynamische Wechselwirkung des Fahrzeuges mit seiner Umgebung. Diese wird durch das Fahrzeug, sein Fahrwerk und die Eigenschaften von Reifen und Fahrbahn bestimmt.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bedeutung des Reifen-Fahrbahn-Kontakts als einzigen Ort der Kraftübertragung mit seinen Einflussfaktoren zu schildern</li> <li>• Geeignete mechanische Ersatzmodelle für Fahrzeug-Vertikalschwingungen zu bilden und mathematisch zu beschreiben</li> <li>• Verschiedene Anregungsarten aus Fahrbahn und Fahrzeug zu benennen und mathematisch zu beschreiben</li> <li>• Schwingungszustände während der Fahrt in Bezug auf Fahrsicherheit und Fahrkomfort zu beurteilen</li> <li>• Die Einwirkung von Fahrzeugschwingungen auf den Gesundheitszustand der Fahrzeuginsassen zu beurteilen</li> </ul>	
<p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reifenaufbau und Materialeinsatz, Reifenkennlinien</li> <li>• Reifen-Fahrbahn-Kontakt &amp; Reibung</li> <li>• Schwingungersatzsysteme für Fahrzeugvertikalschwingungen</li> <li>• Harmonische, periodische, stochastische Schwingungsanregung</li> <li>• Fahrbahn und Aggregatanregungen am Fahrzeug</li> <li>• Karoserieschwingungen</li> <li>• Aktive Fahrwerke</li> <li>• Komfortbeurteilung</li> </ul>	

Workload	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Technische Mechanik IV, Maschinendynamik
Literature	Schramm, D.; Hiller, M.; Bardini, R.: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen, Springer, 2013. M. Mitschke, H. Wallentowitz: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer, 2004. K. Knothe, S. Stichel: Schienenfahrzeugdynamik, Springer, 2003. K. Popp, W. Schiehlen: Ground Vehicle Dynamics, Springer, 2010.
Media	keine Angabe
Particularities	Matlab-basierte Semesteraufgabe als begleitende Hausarbeit im Selbststudium. Aufwand: 30 SWS

Organizer	Wallaschek, Jörg
Lecturer	Wallaschek, Jörg
Supervisor	
Examiner	Wallaschek, Jörg
Institute	Institut für Dynamik und Schwingungen, <a href="http://www.ids.uni-hannover.de/">http://www.ids.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications





**Faserverbund-Leichtbaustrukturen I**  
Fiber Composite Lightweight Structures I

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 410
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt umfassende Grundlagenkenntnisse über faserverstärkte Kunststoffe als Werkstoff, ihre Fertigungsverfahren sowie den Entwurf und die Berechnung von Faserverbund-Leichtbaustrukturen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden Anwendungsbeispiele aus dem Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrttechnik sowie dem Bauwesen behandelt. Beispiele sind eine Automobilkarosserie und Bauteile der ARIANE V aus CFK (kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff), eine Brücke aus GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) sowie Rotorblätter einer Windenergieanlage (aus CFK oder GFK).

**Contents**

- Einführung
- Ausgangswerkstoffe und Halbzeuge
- Fertigungsverfahren
- Berechnung
- Entwurf
- Zulassungsfragen
- Ausführungsbeispiele aus Maschinenbau und Bauwesen

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Baumechanik A und B (Bauwesen), Mechanik I bis IV (Maschinenbau)
<b>Literature</b>	Skript, VDI-Handbuch für Kunststoffe
<b>Media</b>	Skript, Tafel, PowerPoint-Präsentation
<b>Particularities</b>	Im Rahmen des Kurses wird eine Exkursion zum Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig angeboten.

<b>Organizer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Lecturer</b>	Scheffler, Sven
<b>Supervisor</b>	Dorn, Oliver
<b>Examiner</b>	Scheffler, Sven
<b>Institute</b>	Institut für Statik und Dynamik, <a href="http://www.isd.uni-hannover.de/">http://www.isd.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	1	W	Engineering Applications



**Finite Elemente Anwendungen in der Statik und Dynamik**

Finite Element Applications in Structural Analysis

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS (P+F)	Exam No. 413
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Ziel ist die Heranführung zur kompetenten Verwendung von Finite-Elemente-Software. Dazu werden numerische Grundlagen und deren konkrete Umsetzung in einem kommerziellen Programm behandelt. Ziel ist insbesondere die Vermittlung des Verständnisses für die sich aus den Grundlagen ergebenden Handlungsmöglichkeiten der/des Anwenderin/Anwenders. Das Erlernen der reinen Bedienung von bestimmten Programmoberflächen steht nicht im Vordergrund.

**Contents**

Der Inhalt beschränkt sich vorwiegend auf die Anwendung der Finite Element Methode auf lineare Probleme der Mechanik, mit kurzem Ausblick auf nichtlineare Analysearten.

- Numerische Grundlagen: Galerkin-Verfahren, Formfunktionen, numerische Integration;
- Modellierungstechniken: Vernetzung, Kontinuums- und Strukturelemente, Kopplungsbedingungen;
- Analysearten: lineare Statik, stationäre und transiente lineare Dynamik, lineare Stabilitätsanalyse, Ausblick auf nichtlinear statische Analysen;

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Baumechanik, Numerische Mechanik
<b>Literature</b>	Umfangreiche und aktualisierte Literaturlisten werden den Studierenden in StudIP zur Verfügung gestellt.
<b>Media</b>	Skript, Tafel, PowerPoint-Präsentation
<b>Particularities</b>	Rechnerpraktikum mit der Software ABAQUS.

<b>Organizer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Lecturer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Supervisor</b>	Safdar, Nabeel; Jauken, Helge
<b>Examiner</b>	Rolfes, Raimund
<b>Institute</b>	Institut für Statik und Dynamik, <a href="http://www.isd.uni-hannover.de/">http://www.isd.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications



**Geodata Infrastructures**  
Geodateninfrastrukturen

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 1V	Language E	CP	Semester SS	Exam No. 20117
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

The module provides legal, organizational and technological foundations as well as practical examples of current spatial data infrastructures. Upon successful completion of the course, students can name and explain key national and international spatial data infrastructures. They can classify, characterize and compare them and assess and evaluate their significance.

**Contents**

Introduction: legal, organizational and technological basics; political and administrative classification  
 Product-oriented infrastructures: Central offices of the working group of the Surveying Administrations, DLZ of the Federal Agency for Cartography and Geodesy, European level  
 Service-oriented infrastructures: INSPIRE, GDI-DE  
 Observational infrastructures: Copernicus, Global Geodetic Observing System  
 Global Level: Group on Earth Observation (GEO), United Nations Global Geospatial Information

<b>Workload</b>	60 h (14 in-class teaching and 46 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Einführung in GIS und Kartographie
<b>Literature</b>	Buziek, G.: Eine Konzeption der kartographischen Visualisierung, 2003, TIB, Uni Hannover Buziek, G.; Dransch, D.; Rase, W.-D.: Grundlagen und Anwendungsbeispiele für kartographische Animationen, 2000, Springer Verlag Selected conference or journal papers Handouts der Vorlesungsfolien
<b>Media</b>	Scripts, LCD-Projector, White Board, partly: web-research with presentation of results by participants
<b>Particularities</b>	-

<b>Organizer</b>	Sester, Monika
<b>Lecturer</b>	Willgalis, Stefan
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Sester, Monika
<b>Institute</b>	Institut für Kartographie und Geoinformatik, <a href="http://www.ikg.uni-hannover.de/">http://www.ikg.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications



**Grundlagen der GNSS und Navigation**

Introduction to GNSS and Navigation

Mode of Examination / Course Achievement K/MP / unbenotete Präsenzübung	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 442
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt das Verständnis von grundlegenden Zusammenhängen in der Satellitengeodäsie und insbesondere der Globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS) sowie die Grundprinzipien der Navigation. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können die Studierenden die Grundzüge der Satellitenbewegung und der Satellitenbahnberechnung erläutern und skizzieren, die GNSS-Beobachtungsgrößen angeben, deren wesentliche Messabweichungen zusammenfassen und deren Größenordnung quantifizieren, grundlegende GNSS-Auswertekonzepte einordnen und bewerten und einfache Algorithmen implementieren. Eigene Mess- und Auswertergebnisse können die Studierenden wissenschaftlich darstellen, interpretieren und bewerten. Sie können die geometrischen Grundprinzipien der Navigation erläutern, Performance-Parameter charakterisieren, das erlernte theoretische Wissen praktisch umsetzen und eine GPS-Navigationslösung selbständig programmieren.

**Contents**

Wiederholung Referenzsysteme für Raum und Zeit, Grundzüge der Satellitenbewegung und der Satellitenbahnberechnung, Klassifikation von Satellitenorbits, Ausbreitung elektromagnetischer Wellen durch die Atmosphäre, Aufbau und Funktionsweise von Globalen Satellitennavigationssystemen am Beispiel GPS, Grundlegende Beobachtungsgleichungen, Fehlermodelle und Auswertekonzepte für GPS. Implementierung von ausgewählten Aspekten der GPS-Auswertung am Beispiel der Navigationslösung Darstellung und Bewertung eigener Mess- und Berechnungsergebnisse.  
Prinzipien der Positionierung (TOA, TDOA, AOA, RSSI) und Beispiele für technische Umsetzung, Navigationsperformanceparameter (Integrität, Kontinuität, Verfügbarkeit).

<b>Workload</b>	150 h (56 in-class teaching and 94 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Grundlagen der Geodäsie
<b>Literature</b>	- Seeber, G.: Satellite Geodesy. Foundations, Methods, and Applications. de Gruyter, Berlin 2003 - Hofmann-Wellenhof, B.: Navigation, Springer-Verlag, Wien NewYork 2003
<b>Media</b>	Tafel, Beamer, StudIP
<b>Particularities</b>	Übungen in MATLAB, praktische Messübung

<b>Organizer</b>	Schön, Steffen
<b>Lecturer</b>	Schön, Steffen
<b>Supervisor</b>	Breva, Yannick
<b>Examiner</b>	Schön, Steffen
<b>Institute</b>	Institut für Erdmessung, <a href="http://www.ife.uni-hannover.de/">http://www.ife.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	W	Engineering Applications



**Grundwassermodellierung**  
Groundwater Modelling

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. 424
Duration of Term Paper/Homework -					

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>Dieses Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse über die computergestützte Simulation von Grundwasserströmung und den Transport von im Wasser gelösten Stoffen. Die Studierenden lernen Simulationen „von Hand“ und mit Computer-Übungen durchzuführen und Ergebnisse zu visualisieren und interpretieren.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache ein- und zweidimensionale Strömungsprobleme von Hand lösen,</li> <li>- mathematische Terme in den Differentialgleichungen für Grundwasserströmung und Transport erklären,</li> <li>- Mechanismen des Schadstofftransportes erläutern,</li> <li>- konzeptuelle (2D und 3D) Modelle erstellen,</li> <li>- Anfangs- und Randbedingungen definieren,</li> <li>- stationäre und instationäre Probleme von Grundwasserströmung und Schadstofftransport simulieren, und</li> <li>- Simulationsergebnisse visualisieren und interpretieren.</li> </ul>
<p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundwasserströmungsgleichung</li> <li>- Mechanismen des Schadstofftransportes</li> <li>- Transportgleichung</li> <li>- Mathematische Modellierung von Grundwasserströmung und Schadstofftransport</li> <li>- Erstellung konzeptueller Modelle</li> <li>- Erstellung numerischer Computer-Modelle</li> <li>- Beurteilung der Computer-Simulationen von Grundwasserströmung und Schadstofftransport</li> </ul>

Workload	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Hydrosystemmodellierung
Literature	Bear, J., 2007. Hydraulics of Groundwater; Dover Publications. Bear, J., 1988. Dynamics of Fluids in Porous Media; Dover Publications. Domenico, P. and Schwartz, F., 1990. Physical and Chemical Hydrogeology; Wiley, New York. Kinzelbach, W. and Rausch, R., 1995. Grundwassermodellierung: Eine Einführung mit Übungen; Borntraeger, Berlin
Media	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Computer
Particularities	keine

Organizer	Graf, Thomas
Lecturer	Graf, Thomas
Supervisor	Graf, Thomas
Examiner	Graf, Thomas
Institute	Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik, <a href="http://www.hydromech.uni-hannover.de/">http://www.hydromech.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications



**Hydrosystemmodellierung**  
Modelling of Hydrosystems

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (MP 80% + HA 20%; 60 h) / -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 420
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 60					

**Learning Objectives**

Dieses Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse über die Modellierung nichtlinearer und komplexer Probleme aus Strömungsmechanik und Grundwasserhydraulik. Dabei werden iterative numerische Lösungsverfahren erklärt. Der Schwerpunkt liegt auf der Simulation komplexer Rohrströmungs-Probleme, nichtlinearer Grundwasserströmungs-Probleme, und ungesättigter Bodenwasserströmung. Die Simulation von Kluftströmung und Dichteströmung wird ergänzend demonstriert. Ferner wird die Umsetzung praktischer Probleme behandelt, was in sechs Hausarbeiten geübt wird. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden nichtlineare und komplexe Probleme aus Strömungsmechanik und Grundwasserhydraulik iterativ lösen.

**Contents**

- Iterationsverfahren
- Lamiare/turbulente Strömung in Einzelrohren und Rohrnetzwerken
- Nichtlineare Druckverluste an Rohrverbindungen
- Nichtlineare Druckverluste bei Grundwasserströmung
- Methoden zum Einbau von Rand- und Anfangsbedingungen in die Grundwasserströmungsgleichung
- Berechnung der Sickerlinie mit verschiedenen Methoden
- Herleiten und Lösen der Richards Gleichung für ungesättigte Strömung
- Strömung in Kluftsystemen
- Dichteströmung

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Grundwassermodellierung
<b>Literature</b>	Aigner D, Carstensen D (2015). Technische Hydromechanik 2. Beuth, Berlin, 490 pp. Barenblatt GI, Entov VM, Ryzhik VM (1990). Theory of fluid flow through natural rocks. Kluwer, Dordrecht, 395 pp. Bear J (1979). Hydraulics of groundwater. McGraw-Hill, New York, 569 pp. Bollrich G (1996). Technische Hydromechanik - Band 1 (4. Auf.). Verlag für Bauwesen, Berlin, 456 pp. Bollrich G (1989). Technische Hydromechanik - Band 2 (1. Aufl.). Verlag für Bauwesen, Berlin, 680 pp. Istok J (1989). Groundwater modeling by the finite element method. American Geophysical Union, Washington, 495 pp. Todd DK (1980). Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons, New York, 535 pp. Wang HF, Anderson MP (1982). Introduction to groundwater modeling, finite difference and finite element methods. Freeman and Company, University of Wisconsin, Madison, 237 pp.
<b>Media</b>	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Computer
<b>Particularities</b>	keine
<b>Organizer</b>	Graf, Thomas
<b>Lecturer</b>	Graf, Thomas
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Graf, Thomas



Institute	Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik, <a href="http://www.hydromech.uni-hannover.de/">http://www.hydromech.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	W	Engineering Applications



**Image Analysis I**  
Bildanalyse I

Mode of Examination / Course Achievement MP / unbenotete Laborübung	Art/SWH 3V / 1Ü	Language E	CP 5	Semester SS	Exam No. 430
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

The Qualification Goals is to make students familiar with the general strategies for knowledge-based image analysis, including all the required intermediate steps. In the lab course, the students will gain additional, practical experience by developing their own image analysis modules. The lab will also train the students' problem solving skills.

At the end of the course, they will understand the general strategies for knowledge-based image analysis, and they will be able to adapt and extend them for specific applications such as aerial image analysis.

**Contents**

The course starts with a brief overview about imaging sensors and image pre-processing techniques. After that, the concept of scale space is introduced. This is followed by a block of lectures dealing with different aspCredit Points of image segmentation, including specific methods for extracting points, edges and regions as well as a generic framework delivering all these features. This lecture block is completed by an overview about methods for post-processing the segmentation results and for feature grouping. After that, fundamental aspCredit Points of knowledge-based image analysis are discussed. This block starts with the definition of feature vectors from sensor data, which is followed by a discussion of the role of models in image analysis and formal options for knowledge representation. Finally, the generic structure of knowledge-based image analysis systems and the general strategies used for image analysis in such systems are discussed. The course finishes with a lecture block on methods for internal and external evaluation.

Lab: Development of image analysis modules based on Matlab.

Workload	150 h (56 in-class teaching and 94 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Image processing, Photogrammetric computer vision
Literature	Forsyth, D.A., Ponce, J., Computer Vision, A Modern Approach, Prentice Hall, 2003.
Media	Beamer, blackboard, StudIP, computer
Particularities	none

Organizer	Rottensteiner, Franz
Lecturer	Rottensteiner, Franz
Supervisor	Wittich, Dennis
Examiner	Rottensteiner, Franz
Institute	Institut für Photogrammetrie und Geoinformation, <a href="http://www.ipi.uni-hannover.de/">http://www.ipi.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	2	W	Engineering Applications





**Laser Scanning – Modelling and Interpretation**

Laserscanning – Modellierung und Interpretation

Mode of Examination / Course Achievement MP / unbenotete Laborübung	Art/SWH 2V / 1Ü	Language E	CP 5	Semester WS	Exam No. 440
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

This lecture imparts the basic principles about laser scanning and its respective application areas. After successful completion of the lecture, students are able to explain and apply selected techniques and algorithms for the low-, intermediate- and high-level processing of laser scanning data.

**Contents**

Airborne, terrestrial and mobile mapping laser scanning: scan geometry and technical characteristics. Low-, intermediate and high-level tasks. Representation of 3D rotations: matrix, angles, axis and angle, quaternions. Estimation of similarity transforms and the iterative closest point algorithm. Estimation and segmentation of lines and planes. Region growing, RANSAC and MSAC, Hough transform, scanline grouping. Scanning and segmentation in robotics applications. Decision trees and random forests for point cloud classification. Markov chains and Markov chain Monte Carlo methods and their use for high-level interpretation. In the exercises, selected algorithms will be programmed.

Workload	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	GIS I + II, Programming skills
Literature	Vosselman, Maas: Airborne and Terrestrial Laser Scanning, Whittles Publishing 2010.
Media	Presentation (Projector), Slides (on Stud.IP), programming (exercises).
Particularities	none

Organizer	Brenner, Claus
Lecturer	Leichter, Artem
Supervisor	
Examiner	Brenner, Claus
Institute	Institut für Kartographie und Geoinformatik, <a href="http://www.ikg.uni-hannover.de/">http://www.ikg.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	W	Engineering Applications



**Maschinendynamik**  
Engineering Dynamics and Vibrations

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP	Semester SS	Exam No. ?0430
Duration of Term Paper/Homework -					

<b>Learning Objectives</b>	
In this module, we detail and consolidate knowlegde in the field of describing and solving dynamical problems In systems with multiple degrees of freedom (MDOF). If completed successfully, students are capable of	
•	Utilizing the terms natural frequencies, mode shapes, modal transformation in the correct manner
•	Describing MDOF systems in the form of matrix differential equations
•	Interpreting MDOF systems with respect to mode shapes, rigid body modes and effects like tuned mass damping
•	Assessing critical operational states of machines and other dynamic systems like resonances or instability regions
•	Explaining the advantages to handle MDOF systems in modal space including proportional damping
•	Using the Jeffcott rotor model to describe and calculate basic effects in rotor dynamics such as self-centering, anisotropic bearing rigidity, internal damping stability, gyroscopic effects

<b>Contents</b>	
•	Natural frequencies and mode shapes of systems with multiple degrees of freedom
•	Rigid body modes
•	Initial value problem
•	Modal transformation
•	Modal/proportional damping
•	Modal decoupling
•	Jeffcott rotor with imbalance excitation
•	Damping and stability in rotor dynamics

<b>Workload</b>	150 h (56 in-class teaching and 94 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Engineering Mechanics: Statics, Kinematics, Kinetics, Introduction to Mechanical Vibrations
<b>Literature</b>	Gross et al.: Engineering Mechanics 3. Dynamics. Springer Inman: Engineering Vibration. Prentice Hall Meirovitch: Fundamentals of Vibrations. McGraw-Hill Tong: Theory of Mechanical Vibration, Literary Licensing, LLC
<b>Media</b>	Blackboard, Powerpoint slides
<b>Particularities</b>	Integrated course containing lecture and tutorials. Contents equal to German course „Maschinendynamik“ taught in winter term. Individual homework as part of written exam: solution of case studies In MDOF vibration problems using Matlab Simulink

<b>Organizer</b>	Wangenheim, Matthias
<b>Lecturer</b>	Wallaschek, Jörg
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Wallaschek, Jörg
<b>Institute</b>	Institut für Dynamik und Schwingungen, <a href="http://www.ids.uni-hannover.de/">http://www.ids.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	1	W	Engineering Applications



**Nichtlineare Statik der Stab- und Flächentragwerke**

Nonlinear Analysis of Beam and Shell Structures

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 411
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt anwendungsorientiertes Wissen über die Methoden der nichtlinearen Statik. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden geometrisch und physikalisch nichtlineare Effekte bei Stab- und Flächentragwerken erkennen und die Tragwerke mittels geometrisch und/oder physikalisch nichtlinearer Theorien berechnen. Bei Spannungs- und Stabilitätsproblemen im Bauwesen haben sie Erfahrungen sowohl mit dem Computereinsatz als auch mit praxisrelevant angepassten Handrechnungsverfahren. Die Studierenden sind mit der Energiemethode (Verfahren von Ritz und Galerkin) als Grundlage der Finite Elemente Methode vertraut.

**Contents**

- Nichtlineares Verhalten, Sicherheitsbetrachtungen
- Geometrische Nichtlinearität
- Stabilitätsprobleme der Elastostatik
- Physikalische Nichtlinearität
- Geometrische und physikalische Nichtlinearität
- Energiemethoden

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Grundlagen statisch unbestimmter Tragwerke, Stabtragwerke, Flächentragwerke
<b>Literature</b>	Rothert, H., Gensichen, V.: Nichtlineare Stabstatik
<b>Media</b>	Tafel, PowerPoint-Präsentation
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Lecturer</b>	Daum, Benedikt
<b>Supervisor</b>	Bohne, Tobias
<b>Examiner</b>	Daum, Benedikt
<b>Institute</b>	Institut für Statik und Dynamik, <a href="http://www.isd.uni-hannover.de/">http://www.isd.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	3	W	Engineering Applications



## Numerical Modelling in Geotechnical Engineering

### Numerische Modellierung in der Geotechnik

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (KO 20% + HA 80%; 80 h) / -	<b>Art/SWH</b> 1V / 3Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 425
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 80					

#### Learning Objectives

The course teaches special knowledge of soil mechanics and numerical modeling which is necessary to process geotechnical problems with complex boundary conditions. This comprises advanced knowledge on material behavior of soils and on the application of numerical models for the solution of soil-structure-interaction problems.

After successfully passing the course, students are able

- to explain and apply sophisticated soil mechanical material laws and to evaluate the suitability of different material laws for a certain application,
- to develop finite element models for geotechnical problems by applying commercial software programs,
- to carry out the calculations and to present, analyze and evaluate the results.

#### Contents

- FEM basics for continuum mechanics
- Elastoplastic material laws and iteration strategies
- Geotechnical specialties (initial stresses; contact interaction)
- Model domain and mesh fineness
- Material behavior of soils (Dilatancy, failure hypotheses, isotropic and kinematic hardening)
- Material laws for soils (Mohr-Coulomb, Hardening Soil, Hyp oplasticity)
- Mechanical-hydraulical coupled problems
- Simulation of foundation problems
- Simulation of excavations and slopes

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Bodenmechanik und Gründungen, Grundbaukonstruktionen, Festkörpermechanik
<b>Literature</b>	DGGT: Empfehlungen des Arbeitskreises Numerik in der Geotechnik - EANG, Ernst & Sohn Verlag, 2014.
<b>Media</b>	StudIP, Skript, Powerpoint, Tafel, Computer
<b>Particularities</b>	Limitation on the number of participants (due to limited software licenses)

<b>Organizer</b>	Achmus, Martin
<b>Lecturer</b>	Achmus, Martin; Abdel-Rahman-Khalid
<b>Supervisor</b>	Song, Junnan
<b>Examiner</b>	Achmus, Martin
<b>Institute</b>	Institut für Geotechnik, <a href="http://www.igth.uni-hannover.de/">http://www.igth.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	3	W	Engineering Applications



## Robotik I Robotics I

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 453
Duration of Term Paper/Homework -					

### Learning Objectives

Im Umfang der Vorlesung Robotik I werden Entwurfs- und Berechnungsverfahren für die Kinematik und Dynamik von Industrierobotern sowie redundanten Robotersystemen behandelt. Die Studierenden werden mit Verfahren der Steuerung und Regelung von Robotern bekannt gemacht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Erarbeitung klassischer Verfahren und Methoden im Bereich der Robotik.

### Contents

Inhalt der Veranstaltung sind moderne Verfahren der Robotik, wobei insbesondere Fragestellungen der (differentiell) kinematischen und dynamischen Modellierung als auch aktuelle Bahnplanungsansätze sowie (fortgeschrittene) regelungstechnische Methoden im Zentrum stehen.

Nach erfolgreichem Besuch sollen Sie in der Lage sein, serielle Roboter mathematisch zu beschreiben, hochgenau zu regeln und für Applikationen geeignet anzupassen. Das hierfür erforderliche Methodenwissen wird in der Vorlesung behandelt und anhand von Übungen vertieft, so dass ein eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten möglich ist.

<b>Workload</b>	150 h (32 in-class teaching and 118 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Regelungstechnik; Mehrkörpersysteme
<b>Literature</b>	Vorlesungsskript; weiterführende Sekundärliteratur wird kursbegleitend zur Verfügung gestellt.
<b>Media</b>	Skript
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Ortmaier, Tobias
<b>Lecturer</b>	Wielitzka, Mark
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Wielitzka, Mark
<b>Institute</b>	Institut für Mechatronische Systeme, <a href="http://www.imes.uni-hannover.de/institut.html">http://www.imes.uni-hannover.de/institut.html</a> Fakultät für Maschinenbau

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	W	Engineering Applications



**Stoff- und Wärmetransport**  
 Mass and Heat Transport (Environmental Fluid Mechanics)

Mode of Examination / Course Achievement E-K / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 422
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

Die Studierenden haben ein solides Grundverständnis der relevanten Transport- und Umsetzungsmechanismen in Strömungen. Sie können die Mechanismen in Transportmodellen abbilden. Sie kennen typische räumliche und zeitliche Verläufe von Stoffkonzentrationsverteilungen und Temperaturverteilung in Umweltströmungsszenarien (Flüsse, Grundwasser, Luftströmung). Sie können die Relevanz verschiedener Transportprozesse für spezifische Fragestellungen abschätzen.

**Contents**

- Stoff- und Wärmebilanzen in durchmischten Systemen
- Bilanzbeschreibung im Kontinuum: Die Transportgleichung
- Diffusion
- Advektion und Lösungen der Advektions
- Diffusionsgleichung
- Mischung und Dispersion
- Chemische Umwandlungen und Sorption
- Anwendungen

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Prozesssimulation, Mathematik I/II für Ingenieure, Numerik partieller Differentialgleichungen
<b>Literature</b>	Fischer, H., List, E., Koh, C., Imberger, J. & Brooks, N. 1979: Mixing in inland and coastal waters, Academic Press, New York. Freeze, R.A. und J.A. Cherry, 1979: Groundwater, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. Clark, M.M, 1996: Transport modelling for environmental engineers and scientists, Wiley.
<b>Media</b>	Tafel, Beamer, StudIP
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Neuweiler, Insa
<b>Lecturer</b>	Neuweiler, Insa
<b>Supervisor</b>	Döring, Anneke
<b>Examiner</b>	Neuweiler, Insa
<b>Institute</b>	Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik, <a href="http://www.hydromech.uni-hannover.de/">http://www.hydromech.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	W	Engineering Applications



**Continuum Mechanics I**  
Kontinuumsmechanik I

Mode of Examination / Course Achievement MP / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 5	Semester WS	Exam No. 640
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

In Continuum Mechanics I basic tensor algebra and tensor analysis will be discussed. Based on that, concepts of kinematics, e.g. deformation, deformation gradient, strain tensor and polar decomposition will be introduced to account for 3D continuum. Finally the balance equations (mass balance, linear and angular momentum balance, 1st and 2nd law of thermodynamics) will be illustrated. Intended skills: For new technical development, understanding of the basic concepts of mechanics is essential to design a new product or process in an optimal way. Therefore, realistic modeling is needed. This subject handles the theoretical basics to estimate the real processes. It formulates along with the module "Finite Elements I-II" the basis for computational engineering.

**Contents**

- Introduction to tensor calculus
- Kinematics and stresses in 3D setting
- Curvilinear coordinate system
- Balance equations

Workload	150 h (42 in-class teaching and 108 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Technische Mechanik I - IV
Literature	Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000.
Media	Skript, Tafel, PowerPoint
Particularities	none

Organizer	Aldakheel, Fadi
Lecturer	Aldakheel, Fadi
Supervisor	
Examiner	Aldakheel, Fadi
Institute	Institut für Kontinuumsmechanik, <a href="http://www.ikm.uni-hannover.de/">http://www.ikm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	-	W	General Studies



## Elastomechanik

### Mechanics of Elastic Bodies

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> SL (90 h) / -	<b>Art/SWH</b> -	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 610
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 90					

**Learning Objectives**

Die Mechanik elastischer Körper bildet eine wesentliche Grundlage für die Berechnung und Bemessung von Tragwerken im konstruktiven Ingenieurbau. Um die Verformung und Beanspruchung von Tragwerken infolge äußerer Einwirkungen berechnen und bewerten zu können, werden die Studierenden in die grundlegende Theorie der Elastostatik eingewiesen.

Erfolgreiche Absolventen des Moduls:

- kennen die allgemein dreidimensionalen Begriffe der mechanischen Spannung und Verzerrung sowie deren Zusammenhang über das linear elastische Stoffgesetz. Sie können in der Matrizenformulierung (Voigt Notation) einfache Spannungs-Verformungs-Berechnungen durchführen.
- kennen verschiedene Methoden zur Lösung statisch unbestimmter Stabtragwerke. Sie können diese bezüglich ihrer praktischen Anwendbarkeit bewerten und auf komplexe Systeme zielgerichtet anwenden.
- können an Balkentragwerken mehrachsige Beanspruchungszustände berechnen und bewerten. Sie kennen verschiedene Beanspruchungshypothesen und können diese zielgerichtet in Abhängigkeit der Werkstoffauswahl anwenden.
- kennen alternative Methoden zur Stabilitätsanalyse. Sie können diese auf elastische Stabsysteme zielgerichtet anwenden und das Ergebnis auch hinsichtlich der Unterscheidung von Verzweigungsproblemen und Durchschlagproblemen bewerten.
- können ihre Analyseergebnisse in wissenschaftlich etablierter Weise schriftlich zusammenfassen und mündlich erläutern.
- haben die überfachliche Kompetenz, komplexe theoretische Zusammenhänge selbständig zu recherchieren und sich zu erarbeiten.

**Contents**

Im Rahmen dieses Moduls werden die Mechanik linear-elastischer fester Körper behandelt. Dabei werden im einzelnen die folgenden Themenbereiche bearbeitet:

1. Kinematik der Verformung, linearer Verzerrungstensor
2. Spannungskonzept der Mechanik, Spannungstensor, Vergleichsspannungen, Spannungskreise nach Mohr
3. Linear elastisches Stoffgesetz, Wärmedehnung
4. Geometrische Modellierung: ebener Spannungszustand, ebener Verzerrungszustand, axialsymmetrischer Spannungszustand
5. Exemplarische Anwendung auf mehrachsige Beanspruchungszustände in stabartigen Bauteilen (Querkraftbiegung, überlagerte Torsion)
6. Energieprinzipie der Elastomechanik, Prinzip der virtuellen Kräfte, Prinzip der virtuellen Verrückungen (Ritz Ansatz für das Verschiebungsfeld)
7. Stabilitätsprobleme

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltungen werden die Algorithmen an einem offenen, auf der Programmiersprache Matlab basierenden, Programmsystem in praktischen Übungen am Rechner erlernt.

<b>Workload</b>	180 h (0 in-class teaching and 180 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Grundlagen der technischen Mechanik
<b>Literature</b>	Wriggers, Nackenhorst, Beuermann, Spiess, Löhnert, Technische Mechanik kompakt, Teubner, 2006
<b>Media</b>	Vorlesungs- und Übungsmaterial, Videomitschnitte aus Volesungen und Übungen
<b>Particularities</b>	keine





Organizer	Schillinger, Dominik		
Lecturer	Schillinger, Dominik		
Supervisor	Jessen, Etienne		
Examiner	Schillinger, Dominik		
Institute	Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, <a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	-	W	General Studies

## Nachhaltig Konstruieren und Bauen

### Sustainable designing and building

Mode of Examination / Course Achievement KA / -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 0	Semester SS	Exam No. ???
Duration of Term Paper/Homework 0					

#### Learning Objectives

Das Bau- und Umweltingenieurwesen sind Disziplinen, die seit jeher das Ziel haben, einen Mehrwert nicht nur für einen kurzen Zeitraum, sondern für Generationen zu schaffen. Dementsprechend gehören eine nachhaltige Planung, Baustoffherstellung, Bauausführung, Bauwerksbetrieb und das Recycling des Bauwerks zu den zentralen Aufgaben von Bau- und Umweltingenieurinnen und -ingenieuren.

Zielsetzung des geplanten Moduls „Nachhaltigkeit im Bau- und Umweltingenieurwesen“ ist es, den Studierenden wichtige Werkzeuge zur Quantifizierung der Nachhaltigkeit von Bauwerken an die Hand zu geben. Die Studierenden sollen durch das Modul in die Lage versetzt werden, den Einfluss einer Baumaßnahme sowohl auf die Umweltwirkungen, auf die Gesellschaft als auch die wirtschaftlichen Aspekte eines Bauwerks in Relation zu setzen und somit die potenzielle Nachhaltigkeit eines Bauwerks zu bewerten.

#### Contents

Das Modul ist in 9 Themenblöcke gegliedert. Nach einer kurzen Einführung werden zunächst die Randbedingungen betrachtet, unter denen Nachhaltigkeit sichergestellt werden muss. Dies sind Umweltrandbedingungen beispielsweise aus dem Klimawandel, gestalterische und soziokulturelle Randbedingungen oder auch ökonomische Randbedingungen. Anschließend werden die Werkzeuge zur Quantifizierung der Nachhaltigkeit und zum nachhaltigen Planen vorgestellt. Die Nachhaltigkeit von Bauwerken beginnt mit den Baustoffen, die maßgebend die Umweltwirkungen des Bauwerks beeinflussen. Diese werden getrennt nach einzelnen Werkstoffen betrachtet, bevor auf Nachhaltigkeitsaspekte auf Bauwerksebene eingegangen wird. Der Betrieb eines Bauwerks beeinflusst ebenfalls maßgebend die Umweltwirkungen. Abschließend wird auf Methoden zur Planung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit eingegangen.

<b>Workload</b>	180 h (60 in-class teaching and 120 h self-study incl. course achievements and examination performances)		
<b>Prerequisites</b>	Baustoffkunde A (alt: Baustoffkunde I); Baustoffkunde B (alt: Baustoffkunde II)		
<b>Literature</b>	Benedix, Roland: Bauchemie - Einführung in die Chemie für Bauingenieure und Architekten. 6. Auflage, eBook ISBN 978-3-658-04144-1, DOI 10.1007/978-3-658-04144-1, Springer Verlag, Wiesbaden, 2015. Stark, Jochen, Wicht, Bernd: Dauerhaftigkeit von Beton. 2. Auflage, eBook ISBN 978-3-642-35278-2, DOI 10.1007/978-3-642-35278-2, Springer Verlag, Heidelberg, 2013.		
<b>Media</b>	PowerPoint-Präsentationen, Online-Podcast		
<b>Particularities</b>	keine		
<b>Organizer</b>	Haist, Michael		
<b>Lecturer</b>	Haist, Michael; Schaumann, Peter; Klemt-Albert, Katharina; Schmidt, Boso; Fouad, Nabil; Weichgrebe, Dirk		
<b>Supervisor</b>	Beyer, Dries; Gerlach, Jesko; Deiters, Macielle; Motz, Damian; Mir, Abdullah		
<b>Examiner</b>	Haist, Michael		
<b>Institute</b>	Institut für Baustoffe, <a href="http://www.baustoff.uni-hannover.de/">http://www.baustoff.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
<b>Programme Specific Information</b>	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	-	W	General Studies



**Numerische Mathematik II**  
Numerical Mathematics II

Mode of Examination / Course Achievement K / -	Art/SWH 4V / 2Ü	Language D	CP 10	Semester SS	Exam No. 670
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**  
Die Studierenden:  
- kennen die numerischen Methoden zur näherungsweise Lösung anspruchsvollerer mathematischer Problemstellungen.  
- können die Eignung verschiedener Methoden je nach Gegebenheit und der Grenzen der Anwendbarkeit numerischer Methoden einschätzen.  
- beherrschen die mathematischer Denkweise und Argumentation sicher.  
- sind in der Lage konkrete Aufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden zu lösen

**Contents**  
- Numerische Verfahren für Eigenwertaufgaben: inverse Iteration, QR - und Lanczos-Verfahren,  
- Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen: Runge-Kutta-Verfahren, Schrittweitensteuerung, steife Differentialgleichungen

Workload	300 h (90 in-class teaching and 210 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Numerische Mathematik I
Literature	Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I und II, Springer Verlag.
Media	keine Angabe
Particularities	keine

Organizer	Wick, Thomas
Lecturer	Wick, Thomas
Supervisor	Thiele, Jan Philipp; Görmer, Robin
Examiner	Steinbach, Marc
Institute	Institut für Angewandte Mathematik, <a href="http://www.ifam.uni-hannover.de/">http://www.ifam.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Mathematik und Physik

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	-	W	General Studies



**Numerische Mechanik**  
Computational Mechanics

<b>Mode of Examination / Course Achievement</b> ZP (KO 20% + HA 60%; 30 h) / -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS (P+F) / SS (F)	<b>Exam No.</b> 620
<b>Duration of Term Paper/Homework</b> 30					

**Learning Objectives**

Dem Ingenieur stehen heute leistungsfähige kommerzielle Finite Element Programmsysteme für die numerische Analyse mechanischer Strukturen zur Verfügung. Ziel dieses Moduls ist es, den Studierenden die theoretischen Grundlagen für diese numerischen Berechnungsmethoden zu vermitteln und sie für kompetente und kritische Anwendung dieser Programmsysteme im Rahmen der linearen Festkörpermechanik vorzubereiten. Erfolgreiche Absolventen dieses Moduls verfügen über die Kompetenz, die Berechnungsergebnisse (z.B. mehrachsige Beanspruchungszustände, Eigenfrequenzen etc.) unter Berücksichtigung der gewählten Modellbildung zu interpretieren und kritisch zu bewerten. Sie kennen die grundlegende Theorie der Finite Element Methode (FEM) und den sequenziellen Ablauf eines FEM-Programms für Fragestellungen der linearen Festkörpermechanik und Strukturmechanik. Sie kennen typische Fehlerquellen der numerischen Berechnung und der Modellbildung und können diese bei der Bewertung ihrer Berechnungsergebnisse anwenden. Die Studierenden kennen die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes der FEM für Probleme, die über die lineare Festkörpermechanik hinausgehen. Besonders engagierte Studierende sind befähigt, neue Elementformulierungen mathematisch herzuleiten, zu implementieren und an standardisierten Tests zu verifizieren.

**Contents**

Im Rahmen dieses Moduls wird eine weiterführende Einführung in die Ingenieurmechanik vermittelt. Im Einzelnen werden die folgenden Themengebiete bearbeitet:

1. Einführung in die FEM am Beispiel des Dehnstabs (Variationsformulierung, Galerkinverfahren, Ansatzfunktionen, Elementmatrizen, Assemblierung, Postprozessing ...); Vergleich mit dem Finite Differenzen Verfahren
2. Finite Elemente für Balken, Scheiben und 3D-Kontinua (Isoparametrisches Konzept, Numerische Integration)
3. Programmstruktur eines FEM-Programms, Fehlerbetrachtung
4. Interpretation und kritische Bewertung der Berechnungsergebnisse, Fehleranalyse
5. Lösung strukturdynamischer Aufgaben (Eigenwertberechnung, modale Superposition, explizite und implizite Zeitschrittintegration, Dämpfung); Problemabhängige Wahl des geeigneten Verfahrens
6. Verallgemeinerung: FEM als Methode zur approximativen Lösung partieller Differentialgleichungen; Poisson-Gleichung (stationäre Wärmeleitung, Sickerströmung, etc.) und Advektions-Diffusions-Probleme.

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltungen werden die Studierenden an ein kommerzielles Finite Element Programmsystem herangeführt. Die internen Abläufe und Algorithmen werden an einem überschaubaren, auf der Programmiersprache Matlab basierenden, Programmsystem erlernt.

<b>Workload</b>	180 h (50 in-class teaching and 130 h self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Prerequisites</b>	Solide Kompetenzen in der Grundlagenmechanik (Baumechanik A + B) und der mathematischen Methoden (Mathematik für Ingenieure I + II), grundlegende Programmierkenntnisse (Matlab). Bei fachlichen Defiziten in der Baumechanik wird das Modul „Elastomechanik“ (reines ILIAS-online Modul) empfohlen.
<b>Literature</b>	Skriptum + themenspezifische Empfehlung weiterführender Literatur
<b>Media</b>	Power-Point-Präsentationen, Tablet-PC bzw. Tafel-Anschrieb, praktische Übungen am Rechner, ILIAS-Modul, Video-Sequenzen aus Vorlesungen und Übungen, StudIP, Forum
<b>Particularities</b>	Diese Lehrveranstaltung verfolgt ein projektorientiertes und inverted classroom Lehr- und Lehrkonzept. Nach einer 14-tägigen Einführung in die Thematik erfolgt eine Phase des Eigenstudiums zur selbständigen Vorbereitung auf die Projektaufgaben auf Basis des ILIAS-moduls. Der kontinuierliche Lernfortschritt ist durch regelmäßige online-Testate zu dokumentieren. In regelmäßigen Workshops wird der Lernfortschritt reflektiert und offene Fragen diskutiert. Der Fortschritt der Projekte wird im Laufe des Semesters testiert und



	kommentiert. In Ringvorlesungen wird ein Einblick in Praxisbeispiele zum industriellen Einsatz und aktuelle Forschungsthemen der Finite Element Methode vermittelt.		
<b>Organizer</b>	Nackendorst, Udo		
<b>Lecturer</b>	Nackendorst, Udo;		
<b>Supervisor</b>	Bücking, Linda		
<b>Examiner</b>	Nackendorst, Udo		
<b>Institute</b>	Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, <a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie		
<b>Programme Specific Information</b>	<b>Semester</b>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Special Skills Area</b>
	-	W	General Studies



**Practice Semester**

Praxissemester

Mode of Examination / Course Achievement - / unbenoteter Praktikumsbericht	Art/SWH -	Language D und E	CP 30	Semester WS/SS (P+F)	Exam No. 90000
Duration of Term Paper/Homework -					

**Learning Objectives**

The objective of the Practice Semester is to establish a close connection between study and occupational practice. In this way, students should learn to apply and deepen their previously acquired theoretical knowledge in engineering tasks on complex problems in practice.

**Contents**

As well as in-depth use of specialist know-how in concrete examples, the Practice Semester serves in particular for training in the following key qualifications:

- Written/Verbal technical expression capability
- Target-oriented work in organisational structures (time management, adaptability, flexibility)
- Self-sufficiency and co-responsibility
- Teamwork capability within the framework of social interaction (e.g. intercultural competencies, critical capability, conflict management, reliability, self-assertion)
- Reflection and assessment of the knowledge acquired.

The facility should be selected according to your course of studies, your personal interests and aims. This can be industrial operations and suppliers or University research institutes outside of Leibniz Universität Hannover, certainly also abroad.

Workload	900 h (0 in-class teaching and 900 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	-
Literature	-
Media	-
Particularities	The Practice Semester lasts 20 weeks. In about 2-4 weeks after the start of the Practice Semester, a project outline sketch, including time schedule, must be discussed with the examiner for the Practice Semester. At the end of the Practice Semester, a report must be submitted. An evaluation sheet must be filled out by the Practice Semester appointee. Here, your method of working during the Practice Semester and your progress are evaluated. On completion of the evaluation, an oral presentation of the results must be made to the university. For further information, please refer to the "Directives for the Practice Semester".

Organizer	Studiendekan/Dean of Studies
Lecturer	
Supervisor	
Examiner	
Institute	Institute der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie bzw. der Leibniz Universität Hannover, <a href="http://www.fbg.uni-hannover.de">http://www.fbg.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	3	P	Practical Semester



**Master Thesis (25 CP)**

Masterarbeit (25 LP)

Mode of Examination / Course Achievement MA (80%) + KO (20%) / -	Art/SWH -	Language D und E	CP 25	Semester WS/SS (P+F)	Exam No. 9998
Duration of Term Paper/Homework -					

Learning Objectives -
Contents -

Workload	750 h (0 in-class teaching and 750 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	-
Literature	Theuerkauf, J.: Schreiben im Ingenieurstudium. Schöningh 2012. Franck, N.; Stary, J.: Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens. UTB Stuttgart, aktuelle Auflage; Friedrich, Ch.: Schriftliche Arbeiten im technisch-naturwissenschaftlichen Studium. Mannheim, Dudenverlag, aktuelle Auflage.
Media	keine Angabe
Particularities	-

Organizer	Studiendekan
Lecturer	
Supervisor	
Examiner	
Institute	Institute der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie bzw. der Leibniz Universität Hannover, <a href="http://www.fbg.uni-hannover.de">http://www.fbg.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	4	P	Scientific Work

## Seminar Thesis (5 CP)

Seminararbeit (5 LP)

Mode of Examination / Course Achievement ST (80%) + KO (20%) / -	Art/SWH -	Language D und E	CP 5	Semester WS/SS	Exam No. 9001
Duration of Term Paper/Homework -					

Learning Objectives

??

Contents

??

Workload	150 h (0 in-class teaching and 150 h self-study incl. course achievements and examination performances)
Prerequisites	Je nach Institut und Thema ist der Besuch entsprechender grundlegender Module dringend angeraten.
Literature	Theuerkauf, J.: Schreiben im Ingenieurstudium. Schöningh 2012. Franck, N.; Stary, J.: Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens. UTB Stuttgart, aktuelle Auflage; Friedrich, Ch.: Schriftliche Arbeiten im technisch-naturwissenschaftlichen Studium. Mannheim, Dudenverlag, aktuelle Auflage.
Media	keine Angabe
Particularities	??

Organizer	Studiendekan
Lecturer	
Supervisor	
Examiner	
Institute	Institute der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie bzw. der Leibniz Universität Hannover, <a href="http://www.fbg.uni-hannover.de">http://www.fbg.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	Semester	P (Compulsory) / W (Elective)	Special Skills Area
	4	P	Scientific Work