

**Module handbook  
to the Examination Regulations 2019 (PO'19)**

**for the degree programme**

**Computational Methods in  
Engineering (M. Sc.)**

Update: 03.04.2024



**Faculty of Civil Engineering and  
Geodetic Science**

Valid from summer semester 2024



## Contents

1. Advanced Stochastic Analysis .....	4
2. Artificial Intelligence I.....	5
3. Biomechanik der Knochen .....	6
4. Bodendynamik.....	7
5. Coastal and Estuarine Management.....	8
6. Computergestützte Numerik und Stochastik für Ingenieure.....	9
7. Deutsch für IngenieurInnen: Hörverstehen, Diskussion und Präsentation (B2) .....	10
8. Elastomechanik.....	11
9. Engineering Dynamics and Vibration .....	13
10. Fahrzeug-Fahrweg-Dynamik.....	15
11. Faserverbund-Leichtbaustrukturen I .....	16
12. Faserverbund-Leichtbaustrukturen II .....	17
13. Festkörpermechanik.....	18
14. Field Measuring Techniques in Coastal Engineering.....	20
15. Finite Element Applications in Structural Analysis .....	21
16. Finite Elemente Anwendungen in der Statik und Dynamik .....	22
17. Foundations of Computational Engineering.....	23
18. Fracture of Materials and Fracture Mechanics .....	25
19. Grundwassermodellierung.....	27
20. Hydromechanics of Offshore Structures .....	28
21. Hydrosystemmodellierung .....	29
22. Interdisciplinary Project .....	31
23. Introduction to Mechanical Vibrations.....	32
24. Konstruieren im Stahlbau .....	33
25. Kontinuumsmechanik I.....	34
26. Kontinuumsmechanik II.....	35
27. Küsteningenieurwesen.....	36
28. Machine Learning for Material and Structural Mechanics.....	37
29. Marine Construction Logistics.....	38
30. Maritime and Port Engineering.....	39
31. Master Thesis (24 CP) .....	40
32. Mechanics of Solids.....	41
33. Mehrkörpersysteme .....	43
34. Modelltechnik im Küsteningenieurwesen.....	45
35. Nichtlineare Optimierung I für CME.....	47
36. Nichtlineare Optimierung II für CME .....	48
37. Nichtlineare Schwingungen.....	49
38. Nichtlineare Statik der Stab- und Flächentragwerke .....	50
39. Numerical Methods in Fluid Mechanics.....	51
40. Numerical Modelling in Geotechnical Engineering.....	52
41. Numerics of Partial Differential Equations for CME.....	53
42. Objektorientierte Modellbildung und Simulation .....	54
43. Particle methods for Engineering Mechanics I.....	56
44. Particle methods for Engineering Mechanics II .....	58
45. Porous Media Mechanics.....	60
46. Practical Project .....	62



47. Reliability and Risk Analysis .....64

48. Reliable Simulation in the Mechanics of Materials and Structures.....65

49. Robotik I .....67

50. Sonderthemen des Stahl-, Stahlverbund- und Leichtbaus (nicht im SoSe 2024).....68

51. Stahl- und Verbundbrückenbau.....69

52. Stochastic Finite Element Methods .....70

53. Stoff- und Wärmetransport .....72

54. Systems and Network Analysis .....73

55. Technical English.....74

56. Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen.....75

57. Wasserbau und Verkehrswasserbau.....76

58. Glossary.....77

    Module Selection Rules .....77

    Module description .....77

    Examination Performances.....77



**Advanced Stochastic Analysis**

Advanced Stochastic Analysis

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS (P) / SS (F)	<b>Exam No.</b> 61
--	---------------------------	----------------------	----------------	------------------------------------	-----------------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>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.</p>
<p><b>Contents</b></p> <p>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.</p> <p>Computer based (Matlab) analysis of engineering systems with random properties under stochastic excitations</p>

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Behrendt, Marco
<b>Supervisor</b>	Behrendt, Marco
<b>Examiner</b>	Behrendt, Marco
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Artificial Intelligence I Künstliche Intelligenz I

Mode of Examination: K/MP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 5	Semester SS	Exam No. 71
--	--------------------	---------------	---------	----------------	----------------

### Learning Objectives

In this course, you will learn the basics of modern Artificial Intelligence (AI) and some of its most representative applications.

### Contents

- i) Introduction to AI
- ii) Intelligent agents
- iii) Problem solving by searching
- iv) Machine Learning

Workload	150 h (64 h in-class teaching and 86 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	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	Hands on experimentation through mini projects.	
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Biomechanik der Knochen**

Biomechanics of the Bone

Mode of Examination: K/MP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 81
--	--------------------	---------------	---------	----------------	----------------

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

Organizer	Junker, Philipp
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Bodendynamik**  
Soil Dynamics

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 91
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	-----------------------

**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 Erdbebenbeanspruchung 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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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; Abdel-Rahman, Khalid
<b>Supervisor</b>	Liesecke, Leon; Sanders, Jan-Immo
<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>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	W	Core Studies



**Coastal and Estuarine Management**

Coastal and Estuarine Management

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 391
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**Learning Objectives**

Students acquire principles of near-shore coastal processes and anticipated changes in coastal zones due to multiple drivers and stressors. Students are competent in applying basic assessment approaches and design tools for coastal management purposes regarding the dynamic, continuous and iterative processes designated to promote sustainable management of coastal zones. On basis of this knowledge, students are capable to address and solve problems regarding coastal hazards, risks, vulnerability assessments and are acquainted with the fundamentals of policies and administration processes.

**Contents**

- Drivers and stressors of near-shore processes and changes in coastal zones
- Basic assessment approaches and design tools for coastal management, economics and ecology of coastal zones
- Stakeholders, coastal environment and measures to protect/defend/sustain the coastlines
- General design and maintenance of infrastructures and "low-regret" measures

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Environmental Hydraulics
<b>Literature</b>	-
<b>Media</b>	PPT, Matlab-Übungen
<b>Particularities</b>	none

<b>Organizer</b>	Schlurmann, Torsten
<b>Lecturer</b>	Paul, Maïke; Schlurmann, Torsten; Bunzel, Dorothea; Burkhard, Kremena
<b>Supervisor</b>	Scheiber, Leon
<b>Examiner</b>	Paul, Maïke
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale





**Computergestützte Numerik und Stochastik für Ingenieure**

Computer Aided Numerics and Stochastics for Engineers

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 802
--	---------------------------	----------------------	----------------	--------------------------	------------------------

**Learning Objectives**

Im Rahmen dieses Moduls werden grundlegende Kenntnisse zu numerischen Verfahren und deren softwaretechnische Umsetzung vermittelt. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die jeweiligen Anwendungsgrenzen der Algorithmen einzuschätzen und die numerischen Ergebnisse hinsichtlich eines Fehlermaßes zu beurteilen.

Des Weiteren vermittelt das Modul grundlegendes Wissen zur Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Nach erfolgreichem Abschluss dieses Modulteils können die Studierenden

- geeignete stochastische Modelle für zufallsbedingte Vorgänge im Ingenieur- und Umweltbereich wählen und Aussagen zur Wahrscheinlichkeit von Ereignissen treffen,
- die Methoden der Statistik für die Auswertung und Beurteilung von Messergebnissen nutzen, und - Ergebnisse stochastischer Untersuchungen realitätsnah interpretieren.

**Contents**

Numerische Verfahren zur Lösung allgemeiner Ingenieuraufgaben:

- Fehler
- Analytische Lösung linearer Gleichungssysteme: Gauss Elimination, Matrix-Dekomposition
- Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme: Jacobi-Iteration, Gauss-Seidel-Iteration
- Numerische Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme: Newton-Raphson-Verfahren, Grundform und inkrementell- iterative Verfahren
- Numerische Lösung von Eigenwertproblemen: Potenzmethode, inverse Potenzmethode
- Fourier-Reihen und Fourier-Transformation, numerische Lösung: Diskrete- und Fast-Fourier-Transformation
- Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen: Explizite und implizite Operatoren für Anfangswertprobleme,
- Grundlagen und Modelle der Wahrscheinlichkeitstheorie; Stochastische Simulation und beurteilende Statistik
- Einführung in das Softwaresystem Matlab

<b>Workload</b>	180 h (0 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Mathematik für Ingenieure I
<b>Literature</b>	S. Chapra und R. Canale: Numerical Methods for Engineers, McGraw-Hill, 2010. Vorlesungsskript
<b>Media</b>	Stud.IP, ILIAS, Flowcast
<b>Particularities</b>	Die Studienleistung besteht voraussichtlich aus mehreren ILIAS Tests.

<b>Organizer</b>	Beer, Michael
<b>Lecturer</b>	Beer, Michael
<b>Supervisor</b>	Salomon, Julian
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



Deutsch für IngenieurInnen: Hörverstehen, Diskussion und Präsentation (B2)

German for Engineers

Mode of Examination: K Course achievements: 1	Art/SWH 2Ü	Language D	CP 3	Semester WS/SS	Exam No. (SG)
---	---------------	---------------	---------	-------------------	------------------

**Learning Objectives**

Im Kurs werden zum einen Beispiele von Hörtextsorten (Fragmente von Vorlesungen) aus ingenieurwissenschaftlichen Bereichen mit diversen Übungsformen bearbeitet sowie methodische Hinweise zur Verbesserung des Hörverstehens gegeben. Dabei wird auf die Spezifik technischer Hörtextsorten (Vorlesungen) eingegangen.

**Contents**

Zum anderen wird im Kurs das wissenschaftliche Diskutieren (mit gezielter Anwendung vorgegebener und relevanter Redemittel) geübt. In kleinen Gruppen wird an einem vorgegebenen Fallbeispiel gearbeitet, zu dem Lösungsansätze erarbeitet werden. Die Ergebnisse werden anschließend im Plenum in Form von Postern vorgestellt und anschließend diskutiert.

Gegen Ende des Kurses präsentieren die KursteilnehmerInnen Kurzvorträge, die thematisch an ihre Studieninhalte anknüpfen und die so konzipiert sind, dass sie eine Diskussionsgrundlage für die gesamte Gruppe bilden. Vor den geplanten Kurzvorträgen werden ausgewählte Aspekte von Präsentationstechniken besprochen. Im Anschluss an die Kurzvorträge bekommen die TeilnehmerInnen eine Rückmeldung zu ihren Vorträgen.

Workload	90 h (30 h in-class teaching and 60 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Die Studierende können die Hauptinhalte komplexer Texte (Reden, Vorträge) zu konkreten, fachspezifischen und abstrakten Themen verstehen und den meisten Argumentationsstrukturen folgen. Sie sind in der Lage Texte im Kontext ihres technischen Studienfaches zu schreiben und dabei auch fachspezifisches Vokabular zu benutzen.
Literature	-
Media	wissenschaftliche Fachhörtexte (Video- und Audioausschnitte), studentische Präsentationen
Particularities	keine

Organizer	Muallem, Maria
Lecturer	Muallem, Maria
Supervisor	
Examiner	Muallem, Maria
Institute	Leibniz Language Center, <a href="https://www.llc.uni-hannover.de/">https://www.llc.uni-hannover.de/</a> Leibniz Universität Hannover

Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



## Elastomechanik

### Mechanics of Elastic Bodies

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> -	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> (SG)
---	---------------------	----------------------	----------------	--------------------------	-------------------------

#### 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. Energieprinzip 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 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Grundlagen der technischen Mechanik
<b>Literature</b>	Wriggers, Nackenhorst, Beuermann, Spiess, Löhnert, Technische Mechanik kompakt, Teubner, 2006
<b>Media</b>	Vorlesungs- und Übungsmaterial, Videomittschnitte aus Volesungen und Übungen
<b>Particularities</b>	keine
<b>Organizer</b>	Aldakheel, Fadi



Lecturer	Aldakheel, Fadi	
Supervisor	Heider, Yousef; Elsayed, Elsayed	
Examiner	Aldakheel, Fadi	
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Engineering Dynamics and Vibration**

Engineering Dynamics and Vibration

<b>Mode of Examination:</b> K/MP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 1Ü / 1T	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 5	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 121
--	--------------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**Learning Objectives**

In this module knowledge is imparted and consolidated 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 dynamical systems like resonances, or instability regions
- Explaining the advantages to handle MDOF systems in modal space including proportional damping
- Using the Jeffcott rotor model (Laval shaft) to describe and calculate basic dynamic effects in rotor dynamics such as self-centering, anisotropic bearing rigidity, internal damping instability, gyroscopic effects.

**Contents**

- Natural frequencies und mode shapes of systems with multiple degrees of freedom
- Rigid body modes
- Initial value problem
- Modal transformation
- Modal/proportional damping
- Modal decoupling
- Laval shaft/Jeffcott rotor with unbalance excitation
- Damping and stability in rotor dynamics

<b>Workload</b>	150 h (56 h in-class teaching and 94 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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 and Simulink
<b>Organizer</b>	Wangenheim, Matthias
<b>Lecturer</b>	Wangenheim, Matthias; Jonkeren, Mirco
<b>Supervisor</b>	Wangenheim, Matthias; Jonkeren, Mirco
<b>Examiner</b>	Wangenheim, Matthias
<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	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



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

Mode of Examination: K/MP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 141 + 146
--	--------------------	---------------	---------	----------------	-----------------------

<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 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	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	Wangenheim, Matthias
Lecturer	Wangenheim, Matthias; Kahms, Stephanie
Supervisor	Kahms, Stephanie
Examiner	Wangenheim, Matthias
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



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

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 151
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>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).</p> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Ausgangswerkstoffe und Halbzeuge</li> <li>- Fertigungsverfahren</li> <li>- Berechnung</li> <li>- Entwurf</li> <li>- Zulassungsfragen</li> <li>- Ausführungsbeispiele aus Maschinenbau und Bauwesen</li> </ul>
--

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Tariq, Muzzamil; Bahtiri, Betim; Bansod, Aditya
<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

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies





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

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 161
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>Im Modul Faserverbund-Leichtbaustrukturen I wurden Grundlagenkenntnisse zu Entwurf und Berechnung flächiger Laminat anhand der klassischen Laminattheorie vermittelt. Kritisch im Sinne der Auslegung sind diese Strukturen jedoch in der Regel nicht in der Bauteilfläche, sondern an Ausschnitten, aufgrund von Vorschädigungen (effects of defects), in Verbindungsbereichen oder infolge der Beanspruchungsart (statisch und dynamisch).</p> <p>Der Studierende soll hier die Fähigkeit zur Auslegung komplexer Verbundstrukturen, insbesondere unter Beachtung von Nichtlinearitäten erhalten. Neben den theoretischen Grundlagen der Schadens- und Degradationsanalyse werden die einschlägigen Modelle auch praktisch in FE-Analysen nähergebracht. Hierbei wird auch die experimentelle Kennwertermittlung, teilweise an praktischen Beispielen vor Augen geführt und kritisch gewürdigt. Ein vertiefter Blick in die derzeitigen Auslegungskriterien, eine Bewertung der Schadenstoleranz und der Strukturzuverlässigkeit runden das Kursangebot ab.</p>
<p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nichtlineares Materialverhalten von Faserverbundstrukturen</li> <li>- Beispiele relevanter Problemstellungen</li> <li>- Exkurs: analytische Berechnungsverfahren</li> <li>- Bruchmechanische Grundlagen und (energiebasierte) Degradationsanalyse</li> <li>- Numerische Simulationstechniken</li> <li>- Exkurs: Betriebsfestigkeit</li> <li>- Auslegung und Optimierung</li> </ul>

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Baumechanik A und B (Bauwesen), Mechanik I bis IV (Maschinenbau), Faserverbund-Leichtbaustrukturen I
<b>Literature</b>	Vorlesungsunterlagen
<b>Media</b>	Vorlesungsunterlagen, Tafel, PowerPoint-Präsentation
<b>Particularities</b>	Teile der Lehrveranstaltung werden im Rechnerpool und im Labor stattfinden.

<b>Organizer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Lecturer</b>	Scheffler, Sven
<b>Supervisor</b>	Rolffs, Christian; Hacker, Gereon
<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

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Festkörpermechanik Mechanics of Solids

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> Fernstudium	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 21
---	-------------------------------	----------------------	----------------	--------------------------	-----------------------

### Learning Objectives

Dem Ingenieur stehen heute leistungsfähige kommerzielle Finite Element Programmsysteme für die numerische Analyse mechanischer Strukturen zu Verfügung. Diese bieten heute vielfältige Optionen zur Wahl von Materialmodellen an. Ziel dieses Moduls ist es, Studierenden die theoretischen Grundlagen für Materialmodelle, die über die Modellannahme des isotropen linear-elastischen Körpers hinausgehen, zu vermitteln. Sie erhalten einen vertieften Einblick in die numerischen Lösungsmethoden für kompetente und kritischen Anwendung solcher Programmsysteme.

Erfolgreiche Absolventen dieses Moduls kennen die theoretischen Konzepte zur Modellierung inelastischer Materialeigenschaften und können die physikalischen Ursachen dafür beschreiben. Sie kennen geeignete numerische Lösungsverfahren für elasto-plastisches, visko-elastisches und schädigendes Materialverhalten im Rahmen der Finite Element Methode (FEM).

Sie sind kompetent, die Beanspruchung von dreidimensionalen Strukturen mit elasto-plastischen Materialeigenschaften zu berechnen und unter Berücksichtigung der zugrundegelegten Modellbildung kritisch zu bewerten.

Besonders engagierte Studierende sind befähigt, neue Materialmodelle mathematisch herzuleiten, zu implementieren und an standardisierten Tests zu verifizieren.

### Contents

Im Rahmen dieses Moduls werden die Mechanik nicht-elastischer fester Körper und diesbezügliche numerische Lösungsverfahren behandelt. Dabei werden im einzelnen die folgenden Themenbereiche bearbeitet:

1. Phänomenologische Beschreibung inelastischen Materialverhaltens (Elasto-Plastizität, Visko-Elastizität, Schädigung) und deren physikalische Ursachen.
2. Einachsige rheologische Modellvorstellungen, analytische und numerische Lösungsmethoden
3. Einführung in die Notation der dreidimensionalen Kontinuumsmechanik (Kinematik, Spannungskonzept, Bilanzgleichungen), thermodynamischer Rahmen der Materialtheorie.
4. Numerische Lösungsmethoden bei nichtlinearem Materialverhalten mit der FEM.
5. Exemplarische Anwendung am Beispiel linearen thermo-elastischen Systemen (numerische Lösung an dreidimensionalen Strukturen mit der FEM), materielle Anisotropie im linear elastischen Fall
6. Elasto-plastisches Materialverhalten für metallische Werkstoffe bei kleinen Verzerrungen; theoretische Grundlagen, numerische Implementierung, Verfestigungsmodelle. Praktische Berechnungsstudien an dreidimensionalen Tragstrukturen. Verallgemeinerte Fließgesetze, z.B. für granulare Medien
7. Theoretische Konzepte der Visko-Elastizität und Visko-Elasto-Plastizität, numerische Lösungsmethoden
8. Einführung in die Kontinuums-Schädigungsmechanik.

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 (70 h in-class teaching and 110 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	keine
<b>Organizer</b>	Nackendorst, Udo
<b>Lecturer</b>	Nackendorst, Udo
<b>Supervisor</b>	Hosseinnezhad, Roozbeh



<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>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	P	Core Studies



**Field Measuring Techniques in Coastal Engineering**

Field Measuring Techniques in Coastal Engineering

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

**Learning Objectives**

The module imparts knowledge about the basics, capabilities and the field of application of different measuring techniques used in coastal engineering. Modern techniques and devices are part of the module in order to capture, process and analyze hydro- and morphodynamic parameters.

After the successful participation in this course the students are able to:

- Apply statistics and signal processing to measured data
- Analyze sea-state data and assess characteristic parameters
- Understand the set-up and infrastructure of survey vessels
- Plan the use of unmanned aerial and underwater vehicles (ROVs, AUVs, UAVs)
- Apply different techniques for measuring currents
- Understand the basics of modern echo-sounders (multibeam echo-sounder, sub-bottom profiler)
- Assess the characteristics of coastal sediments
- Apply different techniques of sediment sampling
- Measure and analyse water quality parameters (CTD, pH, dissolved oxygen)
- Design stationary equipment carrier systems (poles, buoys, landers)
- Plan field surveys and assess involved risks
- Present relevant results / write scientific reports

**Contents**

- Lectures regarding above-mentioned topics accompanied by exercises
- Practical examples based on the scientific work of the Ludwig-Franzius-Institute and the Coastal Engineering Group, University of Queensland (UQ)
- Practical training in the field / in the laboratory
- Exchange and video tutorials with students of UQ

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Wasserbau und Küsteningenieurwesen; Umweltdatenanalyse
<b>Literature</b>	-
<b>Media</b>	PPT, Matlab-Übungen
<b>Particularities</b>	One-day excursions

<b>Organizer</b>	Welzel, Mario
<b>Lecturer</b>	Welzel, Mario
<b>Supervisor</b>	Scheiber, Leon
<b>Examiner</b>	Welzel, Mario
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



## Finite Element Applications in Structural Analysis

### Finite Element Applications in Structural Analysis

Mode of Examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. ?
---	--------------------	---------------	---------	----------------	---------------

#### Learning Objectives

Commercial finite element programs provide many tools for structural analysis. This course aims to introduce students to the competent use of finite element software. For this purpose, numerical principles and their implementation in a commercial program are presented to enable students to use these tools efficiently. In particular, the aim is to convey an understanding of the user's possibilities for action resulting from the fundamental concepts of the finite element method. The focus is not on learning how to operate specific program interfaces. Graduates of this course are qualified for the numerical modeling of structures and analysis of the simulation results concerning the underlying model assumptions.

#### Contents

The content is mainly limited to applying the finite element method to linear problems in mechanics, with a brief outlook on nonlinear analyses.

- Numerical basics: Galerkin method, shape functions, numerical integration;
- Modelling techniques: Meshing, continuum mechanics, and structural elements, coupling conditions; and
- Types of analysis: linear statics, steady state and transient linear dynamics, linear stability analysis, and an introduction to nonlinear static analyses.

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Engineering Mechanics, Computational Mechanics	
Literature	Comprehensive and updated literature lists are made available to students in StudIP.	
Media	Script, blackboard, PowerPoint presentation	
Particularities	Computer internship with the ABAQUS software. In summer semester 2022 also available as an English-language lecture.	
Organizer	Rolfes, Raimund	
Lecturer	Rolfes, Raimund	
Supervisor	Muzzamil, Tariq	
Examiner	Rolfes, Raimund	
Institute	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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Finite Elemente Anwendungen in der Statik und Dynamik

### Finite Element Applications in Structural Analysis

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 171
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

#### 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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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. Im SoSe 2022 auch als englischsprachige Veranstaltung.

<b>Organizer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Lecturer</b>	Rolfes, Raimund
<b>Supervisor</b>	Schuster, Daniel; Christoffers, Marcel
<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

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Foundations of Computational Engineering**

Foundations of Computational Engineering

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 11 + 16
--	---------------------------	----------------------	----------------	--------------------------	----------------------------

**Learning Objectives**

Students are guided through a range of fundamental methodological concepts of computational engineering to revise and to consolidate their knowledge and skills as a basis to succeed on the Master Programme "Computational Methods in Engineering". Skills development is focussed not only on a deep and comprehensive understanding of the concepts, but in particular on active coding and application of the concepts in Matlab. Solution methods and code development will be developed for basic problems from different fields in engineering. In this manner, students will develop appreciation for numerical analyses and understand the significance of computational engineering for a wide range of practical engineering problems. Learning is facilitated and supported through the setup of the module as eLearning module for independent and individual learning. Students will be trained, in particular, on using and enhancing their programming skills. These skills will be needed in successive courses of the Master Programme "Computational Methods in Engineering". Upon completion of the module students are supposed to be able to develop their own numerical solutions to fundamental problems across the subject areas of Solid Mechanics, Fluid Mechanics, Numerical Mathematics for Engineers, Probability Theory and Statistics for Engineers.

**Contents**

Basic numerical Concepts and Methods of

- Solid Mechanics
- Fluid Mechanics
- Engineering Mathematics
- Probability Theory and Statistics for Engineers

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- solid background in solid mechanics and fluid mechanics</li> <li>- solid background in engineering mathematics</li> <li>- solid background in probability and statistics for engineers</li> <li>- solid programming skills in Matlab or in other programming environments</li> </ul>
<b>Literature</b>	Douglas C. Montgomery, George C. Runger: Applied Statistics and Probability for Engineers, Wiley, 2013 Laurene V. Fausett: Applied Numerical Analysis – using MATLAB, latest edition C. Hirsch: Numerical Computation of Internal and External Flows, Wiley, 1997 K.-J. Bathe: Finite Element Procedures, second edition, Prentice Hall, Pearson Education Inc. 2014
<b>Media</b>	eLearning material, interactive exercises
<b>Particularities</b>	This module is based on eLearning.

<b>Organizer</b>	Beer, Michael
<b>Lecturer</b>	Beer, Michael; Nackenhorst, Udo; Neuweiler, Insa
<b>Supervisor</b>	Hammad, Mohammed; Potthast, Thomas
<b>Examiner</b>	Beer, Michael
<b>Institute</b>	Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik im Bauwesen und Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de/">http://www.irz.uni-hannover.de/</a> , <a href="http://www.ibnm.uni-hannover.de/">http://www.ibnm.uni-hannover.de/</a> und <a href="http://www.hydromech.uni-hannover.de/">http://www.hydromech.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie



Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	P	Core Studies





## Fracture of Materials and Fracture Mechanics

### Fracture of Materials and Fracture Mechanics

<b>Mode of Examination:</b> K/MP <b>Course achievements:</b> 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 4	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

#### Learning Objectives

Fracture is the separation of material into two or more parts under external actions such as loading, thermal shock or corrosion. It is a general phenomenon that exists in all types of materials. For example, cracks may initiate, propagation and coalesce in polymer, glass, steel, concrete, rock, ceramics etc. Understanding the mechanisms of fracture evolution and how it leads to the material failure, and knowing how to predict crack behaviour using the state of the art methods for various applications are the goals of this course. The knowledge obtained from this course constitutes an important qualification for students in physics, materials and mechanical engineering. The course is of high relevance and importance in many applications, including materials processing, machinery, civil engineering, electric engineering, to name but a few. In these areas, fracture mechanics will help scientists and engineers to improve the material or structures in order to avoid accidents as a consequence of fractures in materials. They can even utilize fractures when needed as an approach of controlled phase/system transition or as a predictor and indicator for warning of system. In many recent applications in electromechanical systems, fracture is innovatively utilized to engineer strain distribution for energy conversion.

In this course, the students will be introduced to the fundamental concepts, theories, computations as well as applications of fracture mechanics. It will start with the fundamental phenomenon of fracture behaviour in materials followed by the analytical solutions of linear elastic fractures under different fracture modes. Experimental characterization methods of fracture toughness will be discussed and the concept of stress intensity factors and state of the art methods for modelling fractures will be introduced. Current available software that can be used for fracture modelling and their limitations will be shown and discussed. Graduates at the end of this course should be familiar with the physical and mechanical model and definition of fracture problems especially in linear elastic fracture mechanics. They will be qualified for the problem identification of fractures, model setup and computational of materials with fracture. At the end of the course, the students are expected to be able to select the appropriate criteria and model in analyzing engineering fracture problems, and understand the validity and limits of their results. They shall be experienced on understanding and discussing the state of the art literature in the engineering fracture mechanics and on the defence of their findings by an oral presentation of a selected problem.

#### Contents

1. Introduction: Review of the history of materials failure and fracture mechanics including historical cases and state of the art
2. Fracture modes and characteristics: mode I, II and III cracks
3. Brittle and ductile fractures in different materials
4. Characterization of fracture toughness
5. Solution of elastic stress around the crack tip
6. Stress intensity factor in 2D and 3D problems and crack handbook
7. Computation of Stress intensity factor: J-integral and a general Eshelby's energy momentum tensor for crack energy release
8. Introduction and overview of Computational methods for fracture modelling: meshless methods, XFEM and peridynamics and commercial software for fracture modelling
9. Introduction and overview of multiscale approach for fracture modelling

Students are also guided by practical exercises in the computer lab, assigning also specific projects to be solved through the implementation of numerical codes. The codes will be written in Mathematica/Matlab language at the continuum level and in Mathematica/FEAP language when FE discretization are needed. An introduction and examples to using commercial software ABAQUS for crack modelling will be demonstrated.

<b>Workload</b>	180 h (50 h in-class teaching and 130 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Engineering Mechanics, Continuum Mechanics
<b>Literature</b>	Subject specific recommendation of textbooks and journal articles



Media	Power-Point-presentations + blackboard, practical training in the computer lab	
Particularities	Examination: Semester project and oral presentation	
Organizer	Zhuang, Xiaoying	
Lecturer	Zhuang, Xiaoying	
Supervisor	Nanthakumar, Srivilliputtur Subbiah	
Examiner	Zhuang, Xiaoying	
Institute	Institut für Photonik, <a href="https://www.iop.uni-hannover.de">https://www.iop.uni-hannover.de</a> Fakultät für Mathematik und Physik	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Grundwassermodellierung**  
Groundwater Modelling

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 201
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

<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>

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Hydrosystemmodellierung
<b>Literature</b>	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
<b>Media</b>	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Computer
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Graf, Thomas
<b>Lecturer</b>	Graf, Thomas
<b>Supervisor</b>	Graf, Thomas
<b>Examiner</b>	Graf, Thomas
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Hydromechanics of Offshore Structures

### Hydromechanics of Offshore Structures

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 521
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

#### Learning Objectives

After an overview of the spectrum and tasks of ocean engineering, the students learn the hydromechanical basics and methods for the calculation of flow and wave forces on marine structures. The module is focusing on the force components to be considered, both on hydrodynamically transparent and on compact structures, like monopiles, jacket structures, submarine cables, and floating structures. Wave-structure interactions are discussed in particular for floating structures, which enable the students to determine the motion of different floating structures. The successful completion of the module enables the students to:

- Estimate environmental conditions.
- Calculate and evaluate wave loads on hydrodynamically transparent, fixed structures.
- Calculate and evaluate wave loads on hydrodynamically compact, fixed structures.
- Determine forces and motions of floating components or structures.

#### Contents

- Introduction to marine technology
- Marine constructions
- Flow around hydrodynamically compact and transparent structures
- Froude-Krylov forces, hydrodynamic mass forces, inertial wave forces
- Morison equation and extensions
- Determination of hydrodynamic loads on fixed structures
- Determination of hydrodynamic loads and motions on floating structures

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Fluid Mechanics & Coastal Engineering	
<b>Literature</b>	Faltinsen, O. (1990): Sea Loads on Ships and Offshore Structures, Ocean Technology Chakrabarti, S. K. (2005): Handbook of Offshore-Engineering, Volume 1+2, Elsevier, Oxford-UK, 2005  Bentham (1994): Advanced offshore engineering, Offshore engineering handbook series, ISBN: 1-87461-214-5 G. Clauss, E. Lehmann, C. Östergaard (1988): Meerestechnische Konstruktionen, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York	
<b>Media</b>	StudIP, ppt-Slides, Projector, Whiteboard, etc	
<b>Particularities</b>	none	
<b>Organizer</b>	Hildebrandt, Arndt	
<b>Lecturer</b>	Meyer, Jannik; Landmann, Jannis; Grotebrune, Thilo; Hildebrandt, Arndt	
<b>Supervisor</b>	Hildebrandt, Arndt	
<b>Examiner</b>	Hildebrandt, Arndt	
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie	
<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Hydrosystemmodellierung**  
Modelling of Hydrosystems

<b>Mode of Examination:</b> K/MP (80%) + VbP (20%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 211
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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. Aufl.). 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>	Graf, Thomas
<b>Examiner</b>	Graf, Thomas
<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	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies

**Interdisciplinary Project**  
Interdisziplinäres Projekt

<b>Mode of Examination:</b> ST (80%) mit VbP (20%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> -	<b>Language</b> D und E	<b>CP</b> 12	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 10
--	---------------------	----------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------------

**Learning Objectives**

In this module, the students will deepen and apply the learned techniques and skills of scientific work. After successful completion of the module, the students are able to penetrate and work on scientific issues related to thematically interdisciplinary subject areas. In doing so, independent literature searches, calculations are used and scientific papers and reports are prepared, the results can be presented coherently.

**Contents**

The students work out the state of scientific technology on specific topics from a leading subject area. Ideally, this topic will be complemented by an additional interdisciplinary research question in order to create a more complex view on the project. For example, an interdisciplinary approach could be a question about the architecture of a building (construction of a special building, e.g. in cooperation with the Faculty of Architecture and Landscape) and a question about the structural fire protection of the building, the statics of the building, energy efficiency or the structural design / foundation of the architectural design. Likewise, e. g. questions about the construction workflow of the building or questions about water supply or disposal, etc. of such a design could achieve the interdisciplinary. Group work is desired.

<b>Workload</b>	360 h (0 h in-class teaching and 360 self-study incl. course achievements and examination performances)	
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Je nach den beteiligten Instituten und Themen ist der Besuch entsprechender grundlegender Module dringend angeraten.	
<b>Literature</b>	Theuerkauf, J.: Schreiben im Ingenieurstudium, Schöningh 2012 Hirsch-Weber, A., Scherer, S.: Wissenschaftliches Schreiben und Abschlussarbeit in Natur- und Ingenieurwissenschaften, Eugen Ulmer KG, 2016	
<b>Media</b>	keine Angabe	
<b>Particularities</b>	The interdisciplinary project must be submitted in writing and additionally in electronic form within 6 months after issue. The written work should be preceded by a summary in English. In addition, five keywords describing the content of the work must be given. The interdisciplinary project is to be presented during a colloquium. Due to the interdisciplinarity, the written work and the colloquium could also be divided according to the topics.	
<b>Organizer</b>	Studiendekan	
<b>Lecturer</b>		
<b>Supervisor</b>		
<b>Examiner</b>		
<b>Institute</b>	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	
<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	
	WP	Area of expertise Core Studies



**Introduction to Mechanical Vibrations**

Introduction to Mechanical Vibrations

Mode of Examination: K/MP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language E	CP 5	Semester WS	Exam No. 441
--	--------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

**Learning Objectives**

In this module, we give an introduction into the linear vibrations of mechanical systems. After successful participation, our students will be able to

- set up linearized equations of motion for single-degree-of-freedom (SDOF) systems
- characterize the properties of free vibrations by means of eigenvalues
- determine system responses for harmonic, periodic and transient excitation
- propose appropriate measures to improve the system's dynamical performance
- understand the properties of solutions of partial differential equations describing continuum vibrations

**Contents**

- Free and forced vibrations of single-degree-of-freedom (SDOF) systems
- SDOF systems with damping
- System response functions in frequency and time domain
- Periodic and transient excitation of SDOF systems
- Systems with two degrees of freedom
- Vibration absorbers and tuned mass dampers
- Introduction to systems with multiple degrees of freedom (MDOF)
- Vibrations of strings, rods, shafts and beams

Workload	150 h (56 h in-class teaching and 94 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Engineering Mechanics: Statics, Elastostatics, Kinematics, Kinetics
Literature	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
Media	Blackboard, Powerpoint slides
Particularities	

Organizer	Wangenheim, Matthias
Lecturer	Wangenheim, Matthias; Brase, Markus
Supervisor	Wangenheim, Matthias; Brase, Markus
Examiner	Wangenheim, Matthias
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies





**Konstruieren im Stahlbau**  
Design of Steel Structures

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 611
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**Learning Objectives**  
Die Studierenden kennen verschiedene Konstruktionsprinzipien des Stahl- und Stahlverbundbaus sowie des konstruktiven Glasbaus. Dabei sind die Studierenden in der Lage, anschaulich Lösungsmöglichkeiten für komplizierte Konstruktionsdetails zu erarbeiten. Spezielle Verbindungstechniken von Tragstrukturen werden ebenso berücksichtigt wie wirtschaftliche und nutzungsbedingte Aspekte. Die Studierenden haben nach Abschluss des Moduls die Prinzipien der Tragwerksplanung mittels CAD-Programmen erlernt und sind in der Lage, Konstruktionsaufgaben selbständig zu bearbeiten.

**Contents**

- Darstellung von grundlegenden Konstruktionsprinzipien und Möglichkeiten konstruktiver Ausbildung im Stahl- und Stahlverbundbau, Verbindungen im Hochbau, spezielle Verbindungstechniken von Windenergieanlagen
- Bemessung und Konstruktion ausgewählter Beispiele (z. B. ebene und räumliche Fachwerkknoten, Lasteinleitungspunkte, Stützenfußpunkte, Rahmenecken, Gittermasten, Ringflansche)
- Korrosionsschutzsysteme und korrosionsschutzgerechtes Konstruieren
- Ermüdung und ermüdungsgerechtes Konstruieren
- Wirtschaftlichkeit von Konstruktionen
- Konstruktiver Glasbau
- Tragwerksplanung mit CAD im Stahlbau

<b>Workload</b>	180 h (60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium einschl. Prüfungs-/Studienleistung)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Grundlagen des konstruktiven Ingenieurbaus I und II, Stahlbau
<b>Literature</b>	Skript, umfangreiche Literaturliste in StudIP
<b>Medien</b>	PowerPoint-Präsentation, Smartboard, Tafel, PC
<b>Particularities</b>	Exkursion, CAD-Schulung für CAD-System Begrenzung der Teilnehmeranzahl - Eine Auswahl der Teilnehmer erfolgt über ein Losverfahren auf Stud.IP

<b>Organizer</b>	Löw, Kathrin
<b>Lecturer</b>	Löw, Kathrin
<b>Supervisor</b>	Brömer, Tim
<b>Examiner</b>	Löw, Kathrin
<b>Institute</b>	Institut für Stahlbau, <a href="http://www.stahlbau.uni-hannover.de/">http://www.stahlbau.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	General Studies



**Kontinuumsmechanik I**  
Continuum Mechanics I

<b>Mode of Examination:</b> K/MP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 5	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 641
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**Learning Objectives**

Zunächst werden die mathematischen Grundlagen der Tensoralgebra und Tensoranalysis erläutert. Darauf aufbauend werden die kinematischen Beziehungen für ein allgemeines 3D Kontinuum sowie die Grundgleichungen der Kontinuumsmechanik entwickelt. Diese kontinuumsmechanischen Grundlagen werden auf einfache 2D und 3D mechanische Systeme angewandt.

**Contents**

- Grundlagen der Tensoralgebra
- Grundlagen der Tensoranalysis
- lineare und nichtlineare 3D Kinematik
- Kinetik- Grundgleichungen und Erhaltungssätze
- Prinzipien der Kontinuumsmechanik
- Einführung in Materialgleichungen

<b>Workload</b>	150 h (42 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Technische Mechanik I - IV
<b>Literature</b>	Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000.
<b>Media</b>	Skript, Tafel, PowerPoint
<b>Particularities</b>	keine

<b>Organizer</b>	Junker, Philipp
<b>Lecturer</b>	Junker, Philipp
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Junker, Philipp
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Kontinuumsmechanik II**  
Continuum Mechanics II

Mode of Examination: K/MP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 111
--	--------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-lineares Materialverhalten abzubilden</li> <li>• Differentialgleichung zur Beschreibung von komplexem Materialverhalten analytisch oder numerisch zu lösen</li> </ul>
<p><b>Contents</b></p> <p>Die Grundlagen der Kontinuumsmechanik I werden in der Kontinuumsmechanik II für nicht-lineare Materialgesetze basierend auf thermodynamischen Extremalprinzipien vertieft. Hierbei bilden die sogenannten internen Variablen den Kern der Materialmodelle zur Beschreibung von plastischen und viskosen Effekten sowie Schädigungs- bzw. Bruchverhalten, aber auch zur Beschreibung allgemeiner mikrostruktureller Prozesse wie zum Beispiel Phasenumwandlungen. Neben der Materialmodelle und der dazugehörigen Differentialgleichungen werden auch numerische Algorithmen zur Lösung der Gleichungen vorgestellt. Begleitend zu Vorlesung werden Hörsaalübungen zur vertieften Theorie sowie praktische Übungen am Computer zur Umsetzung der numerische Lösungsverfahren angeboten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-lineare bzw. große Deformationen</li> <li>• Inelastisches Materialverhalten: Schädigung, Plastizität, viskoses Materialverhalten und Phasenumwandlungen</li> <li>• numerische Lösungen</li> </ul>

<b>Workload</b>	150 h (42 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Kontinuumsmechanik I, Finite Elemente 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>	Zum besseren Verständnis der in "Kontinuumsmechanik II" behandelten rechnergestützten Mechanik von Werkstoffen und Strukturen wird im Sommersemester ein Begleitkurs "Numerische Implementierung von Konstitutionsmodellen" angeboten. Dieser Begleitkurs ist nicht verpflichtend, aber sehr empfehlenswert.

<b>Organizer</b>	Junker, Philipp
<b>Lecturer</b>	Junker, Philipp
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	Junker, Philipp
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Küsteningenieurwesen**  
Coastal Engineering

<b>Mode of Examination:</b> K/MP (50%) + VbP (50%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 701
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**Learning Objectives**

Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über lineare und nichtlineare Wellentheorien und deren Anwendungsbereiche. Auf dieser Grundlage werden Verfahren zur Seegangsbeschreibung und -analyse sowie Transformationsprozesse in küstennahen Gewässern vorgestellt. Auf die Entstehung und Formen von Gezeiten wird eingegangen und deren Wechselwirkungen und Transformationen im Küstennahfeld und Ästuaren beschrieben. Darauf basierend werden Ausführungsvarianten und grundlegenden Bemessungsverfahren für Küsten- und Hochwasserschutzmaßnahmen vorgestellt und in typischen Anwendungsfelder erarbeitet.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Grundlagen und Einsatzgebiete linearer und nichtlinearer Wellentheorien anwenden und erläutern;
- Seegangsdaten und -parameter analysieren und bewerten;
- Wellentransformationsprozesse beschreiben und berechnen;
- die Entstehung von Gezeiten und Tidedynamik in küstennahen Gewässern sowie Ästuaren erläutern;
- Bemessungsverfahren im Küstenwasserbau und Hochwasserschutz anwenden und (weiter)entwickeln
- Vorgehensweise/Erkenntnisgewinn einschlägiger wissenschaftlicher Literatur erfassen, wiedergeben & bewerten

**Contents**

- Theorie der Meereswellen
- Grundlagen und Einsatzgebiete von Wellentheorien
- Seegangsanalyse und -vorhersage, Seegangsparameter
- Wellentransformationsprozesse; Gezeiten und Tidedynamik
- Probabilistische Konzepte im Küsteningenieurwesen
- Bemessungsverfahren im Küstenwasserbau und Hochwasserschutz
- Vorlandbildung und Küstenschutzwerke
- Praktische Beispiele und Maßnahmen des "harten" und "weichen" Küstenschutzes
- Exkursion

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Wasserbau und Küsteningenieurwesen
<b>Literature</b>	CEM - Coastal Engineering Manual, US Army Corps of Engineers (USACE) EAK - Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken
<b>Media</b>	PPT, Matlab-Übungen
<b>Particularities</b>	Große Wasserbauexkursion (Pfingstwoche)

<b>Organizer</b>	Schlurmann, Torsten
<b>Lecturer</b>	Schlurmann, Torsten; Welzel, Kim Mario; Paul, Maïke; Kerpen, Nils
<b>Supervisor</b>	Scheiber, Leon
<b>Examiner</b>	Schlurmann, Torsten
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Machine Learning for Material and Structural Mechanics**

Machine Learning for Material and Structural Mechanics

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	--------------------------	----------------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>Artificial neural networks (ANN) have gained significant popularity in recent years for many applications in engineering science. Of particular interest are applications related to material and structural mechanics. These include, among others, solving partial differential equations PDEs, material modeling, structural optimization, pattern recognition and real-time simulation.</p> <p>After successful completion of the module the students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Use Machine Learning for the solution of PDEs</li> <li>- Write their own Machine Learning code</li> <li>- Predict material and structural properties using physics-informed Deep Neural Networks</li> <li>- Employ geometric learning via Convolutional Neural Networks for computational mechanics</li> </ul>
<p><b>Contents</b></p> <p>This course presents an introduction to machine learning for engineering students.</p> <p>Course Outline:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Artificial neural networks (ANN) applications in mechanics</li> <li>- Supervised/unsupervised ANN approaches: RNN, FFNN, CNN, PINN</li> <li>- Simplified structural and material modeling (Basic, fundamental level)</li> <li>- Computer lab using Tensorflow program</li> </ul>

<b>Workload</b>	180 h (56 h in-class teaching and 124 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	- Baumechanik A & B - Numerische Mechanik
<b>Literature</b>	- Weekly: unfinished-slides will be filled out during the lecture time - Weekly: Computer lab exercises and projects related to the lecture - Presentations from researchers of university and industry
<b>Media</b>	PowerPoint presentations, Tablet-PC Writing, StudIP, Forum, Computer laboratory
<b>Particularities</b>	-

<b>Organizer</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Lecturer</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Supervisor</b>	Elsayed, Elsayed
<b>Examiner</b>	Aldakheel, Fadi
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Marine Construction Logistics**

Marine Construction Logistics

<b>Mode of Examination:</b> K/MP (70%) + VbP (30%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

**Learning Objectives**

This module covers basic input and framework conditions for construction projects and construction installations on the open sea and specifically in the North and Baltic Sea. The contents includes political and legal boundary conditions and focuses on technical solutions with regard to available offshore equipment and ships for marine engineering operations. Furthermore, logistical, ecological and business management components are dealt with, which are combined in application and exercise examples. Within the framework of an assignment, students will be enabled to develop and critically reflect on local site conditions, structur types, weather- and problem-dependent solution strategies combining the knowledge of the lecture topics.

Upon successful completion of the module, students will be able to

- Identify legal and ecological constraints for installation sites (primarily in the North Sea and Baltic Sea)
- Assess and plan the the pros and cons of various types of working equipment and offshore vessels
- Create weather data-based offshore planning for marine construction and installation procedures
- Logistic evaluation and selection of marine construction methods considering the determined boundary conditions for a selected or identified site

**Contents**

- Offshore usage: political, legal, and energy aspects
- Types of work vessels for maintenance and offshore operations as well as work equipment and devices (types, sizes, tasks, usability, technology, regulations)
- Seaports and shipping operators (locations, chartering, requirements)
- Construction logistics (demand, works shipping, fleets)
- Business aspects (pricing, calculation, financing)
- Ecological aspects

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Maritime and Port Engineering
<b>Literature</b>	Böttcher, Jörg (2013): Handbuch Offshore Windenergie – Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München; Gerwick, B.C. (2007): Construction of Marine and Offshore Structures, Third Edition. CRC Press
<b>Media</b>	PPT/PDF; Tools Et Software
<b>Particularities</b>	none

<b>Organizer</b>	Hildebrandt, Arndt
<b>Lecturer</b>	Hildebrandt, Arndt; Meyer, Jannik; Kamperdicks, Lars
<b>Supervisor</b>	Meyer, Jannik; Kamperdicks, Lars
<b>Examiner</b>	Hildebrandt, Arndt
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Maritime and Port Engineering**

Maritime and Port Engineering

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

**Learning Objectives**

The module imparts knowledge about the planning, management and maintenance of ports and harbours. Furthermore, external speakers share their practical experiences in the field of Maritime and Port Engineering.

After the successful participation in this course the students are able to:

- Assess the role and development of maritime navigation and logistical concepts
- Plan and classify harbour structures
- Understand the management and maintenance of ports and port infrastructure
- Recognize/estimate hydraulic processes within ports and their interactions with vessels
- Estimate the importance of economical and ecological aspects for ports
- Classify different dredging technologies
- Understand, describe and assess relevant scientific literature

**Contents**

- Planning, layout and logistics of ports and harbours
- Economical aspects of Maritime and Port Engineering
- Infrastructure and management of ports and harbours
- Ecological aspects in regard of maintenance and operation
- Cross-shore and lateral sediment transport
- Design and maintenance of breakwaters and piers, seawalls and jetties
- Dredging technologies; Small harbours and sport boat marinas
- Practical examples of Maritime and Port Engineering

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Wasserbau und Küsteningenieurwesen	
<b>Literature</b>	BRUUN, P., Port Engineering. Vol. 1 & 2, Gulf Publishing Company, Fourth Edition, 1990 TSINKER, G.P., Port Engineering – Planning, Construction, Maintenance and Security, John Wiley & Sons, 2004.; CEM, 2002. Coastal Engineering Manual. United States Army Corps of Engineers (USACE), <a href="http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/">http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/</a> EAK: Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzbauwerken, Die Küste, 65, 2002	
<b>Media</b>	PPT, Matlab-Übungen	
<b>Particularities</b>	Big hydraulic engineering excursion (Pentecost week)	
<b>Organizer</b>	Schlurmann, Torsten	
<b>Lecturer</b>	Schlurmann, Torsten; Paul, Maike; Visscher, Jan	
<b>Supervisor</b>	Scheiber, Leon	
<b>Examiner</b>	Schlurmann, Torsten	
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie	
<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Master Thesis (24 CP)**

Masterarbeit (24 LP)

<b>Mode of Examination:</b> MA (80%) mit VbP (20%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> -	<b>Language</b> D und E	<b>CP</b> 24	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 9999
--	---------------------	----------------------------	-----------------	--------------------------	-------------------------

**Learning Objectives**

In the module, techniques and skills of scientific working are expanded. After successful completion of the module, students may apply and further develop, within a specified period, scientific methods for the independent solution of a complex task from the field of water resources management, sanitary engineering, environmental and coastal engineering, or of related fields within the scope of the masters program.

**Contents**

The master thesis is a scientific paper based on knowledge and skills obtained during the studies and may include experimental investigations, simulations, or dimensioning tasks. The students have learned how to apply knowledge gained, to place it into a new context independently, and to use methods enabling them to work in a scientific manner. The results are documented in writing in the master thesis. The essential results are to be presented in a colloquium.

<b>Workload</b>	720 h (0 h in-class teaching and 720 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	-
<b>Literature</b>	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.
<b>Media</b>	-
<b>Particularities</b>	The master's thesis has to be presented in a colloquium which is open to the faculty. The colloquium consists of a lecture on the topic of the master's thesis.

<b>Organizer</b>	Studiendekan
<b>Lecturer</b>	
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	
<b>Institute</b>	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

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	P	Scientific Work





**Mechanics of Solids**

Mechanics of Solids

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü / 2T	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> ?
--	--------------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

**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 h in-class teaching and 110 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Nackendorst, Udo
<b>Lecturer</b>	Nackendorst, Udo
<b>Supervisor</b>	Hosseinnezhad, Roozbeh
<b>Examiner</b>	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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	P	Core Studies



**Mehrkörpersysteme**  
Multibody Systems

<b>Mode of Examination:</b> K/MP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 5	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 251
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**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 Integralprinzip: 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

<b>Workload</b>	150 h (42 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Technische Mechanik III, IV
<b>Literature</b>	Popp, Schiehlen: Grund Vehicle Dynamics. Springer-Verlag, 2010 Meirovitch: Analytical Dynamics. Dover Publications, 2003 Shabana: Dynamics of Multibody Systems. Cambridge University Press, 2005
<b>Media</b>	Skript, Tafel, PowerPoint
<b>Particularities</b>	keine
<b>Organizer</b>	Wangenheim, Matthias
<b>Lecturer</b>	Wangenheim, Matthias; Xiao Yue
<b>Supervisor</b>	Wangenheim, Matthias; Xiao Yue
<b>Examiner</b>	Wangenheim, Matthias
<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	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies

## Modelltechnik im Küsteningenieurwesen

### Numerical Modelling in Coastal Engineering

<b>Mode of Examination:</b> K/MP (50%) + VbP (50%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 271
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

#### Learning Objectives

Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen, Leistungsfähigkeiten und Anwendungsbeispiele hydronumerischer Modelle und ihre Anwendung im Küsteningenieurwesen, um unterschiedlich komplexe und ggf. gekoppelte hydro- und morphodynamische Prozesse in Küstengewässern zu beschreiben, zu analysieren und vorherzusagen.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Grundlagen und Leistungsfähigkeiten hydronumerischer Modelle und ihre typischen Anwendungen in Küstengewässern anwenden bzw. einschätzen;
- Hydrodynamische numerische Modelle und deren Anwendung für ingenieurtechnische Problemstellungen konzipieren und aufstellen;
- Modelle aufbauen, kalibrieren, validieren und Ergebnisse visualisieren;
- Zugrundeliegende Ergebnisse hydro- und morphodynamischer Verfahren plausibel nachvollziehen und bewerten;
- Vorgehensweise und Erkenntnisgewinn einschlägiger wissenschaftlicher Literatur erfassen, wiedergeben und bewerten.

#### Contents

- Physikalische Grundlagen der die hydronumerischen Berechnungsverfahren
- Turbulenz und Turbulenzmodellierung
- Marine Grenzschichtströmungen, Strömungsbelastung der Sohle, Morphodynamische Prozesse
- Gewässergütemodellierung, Advektions- und Diffusionsgleichung
- Kalibrierung von hydro-numerischen Modellen, Natur- und Labormessungen
- Modellkonzepte, Elemente, Netzgenerierung
- Anwendungen und Praktische Übungen im CIP-Pool
- Ergebnisanalyse, Plausibilitätsprüfungen, Synthese
- Kritische Analyse von wissenschaftlichen Fachartikeln im Themengebiet

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Wassebau und Verkehrswasserbau; Küsteningenieurwesen; See- und Hafenbau
<b>Literature</b>	L. Holthuijsen (2007): Waves in Oceanic and Coastal Waters. J. Ferziger & M. Peric (2008): Numerische Strömungsmechanik. Malcherek, A. (2010): Die Hydromechanik der Küstengewässer. DVWK, Heft 127, Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern
<b>Media</b>	PPT, Matlab-Übungen
<b>Particularities</b>	Tagesexkursionen

<b>Organizer</b>	Welzel, Kim Mario
<b>Lecturer</b>	Welzel, Kim Mario; Schlurmann, Torsten; Jordan, Christian
<b>Supervisor</b>	Scheiber, Leon
<b>Examiner</b>	Welzel, Kim Mario
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie



Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Nichtlineare Optimierung I für CME**

Nonlinear Optimization I for CME

Mode of Examination: MP Course achievements: 1	Art/SWH 4V / 2Ü	Language D	CP 10	Semester WS	Exam No. 291
--	--------------------	---------------	----------	----------------	-----------------

**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 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Nichtlineare Optimierung II für CME**

Nonlinear Optimization II for CME

Mode of Examination: MP Course achievements: 1	Art/SWH 4V / 2Ü	Language D	CP 10	Semester SS	Exam No. 301
--	--------------------	---------------	----------	----------------	-----------------

**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 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies





## Nichtlineare Schwingungen

### Nonlinear Vibrations

Mode of Examination: K/MP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester SS	Exam No. 311
--	--------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	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	Paehr, Martin
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Nichtlineare Statik der Stab- und Flächentragwerke

### Nonlinear Analysis of Beam and Shell Structures

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 321
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

#### 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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Bohne, Tobias
<b>Supervisor</b>	Bonilla, David
<b>Examiner</b>	Bohne, Tobias
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Numerical Methods in Fluid Mechanics**

Numerical Methods in Fluid Mechanics

<b>Mode of Examination:</b> K/MP (80%) + VbP (20%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 31 + 32
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------------

**Learning Objectives**

Computer simulations based on numerical methods for the solution of flow problems continues to gain importance for civil and environmental engineering problems. Fluid flow and transport processes play a major role for these problems. In this course, the students will learn the fundamental methods to derive approximate solutions of differential equations describing flow and transport problems. They will gain practice with these methods with computer exercises, where they will implement different methods for simple problems. The course will also give an introduction to turbulent flow and turbulence modeling.

**Contents**

- Balance equations, advection-diffusion equation, potential flow, St Venant Equation, Navier Stokes equation
- Classification of Partial Differential Equations
- Finite difference method
- Time integration, stability
- Finite volume method
- Solution methods for hyperbolic problems
- Turbulence and turbulence modeling

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Fluidmechanics, Environmental hydraulics, Process simulation, Mathematical methods
<b>Literature</b>	Chung, T. J., Computational Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 2002 LeVeque, R.J., Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge University Press, 2002 Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Elsevier, 2007 H. K. Versteeg and W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method, Pearson/Prentice Hall, 2007
<b>Media</b>	Blackboard, Powerpoint, StudIP
<b>Particularities</b>	Exercises will be computer exercises written as Matlab scripts. Homework includes Matlab scripts.

<b>Organizer</b>	Neuweiler, Insa
<b>Lecturer</b>	Neuweiler, Insa
<b>Supervisor</b>	Rahul Krishna
<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>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	P	Core Studies



**Numerical Modelling in Geotechnical Engineering**

Numerical Modelling in Geotechnical Engineering

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 1V / 3Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 331
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	W	Core Studies



**Numerics of Partial Differential Equations for CME**

Numerics of Partial Differential Equations for CME

<b>Mode of Examination:</b> K/MP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 4V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 10	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 41
---	---------------------------	----------------------	-----------------	-----------------------	-----------------------

**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

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

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

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	P	Core Studies



## Objektorientierte Modellbildung und Simulation

### Object-Orientated Modelling and Simulation

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 341
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

#### 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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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



Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Particle methods for Engineering Mechanics I**

Particle methods for Engineering Mechanics I

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

**Learning Objectives**

Particulate systems are ubiquitous in engineering mechanics. One distinctive feature – the discrete interactive behaviour among rigid bodies- from the soil matrix failure to the rock joint sliding – is universally shared. Discrete element method (DEM) is regarded as the most powerful tool for analysing these mechanical behaviours of particulate systems. Many commercial DEM programs have been developed and incorporated into the daily routine of geotechnical engineering in soil and rock mechanics.

This course offers the theoretical foundations, mathematical derivations and computational implementations for DEM, concentrating on geomechanics. Notably, the functionality and physical origins of DEM's contact models and numerical parameters will be intensively discussed. Students will learn to interpret and analyse geomechanical problems from a discrete-body perspective based on engineering conditions. Programming skills regarding collision detection algorithms and data structure optimizations will also be highlighted in the learning process.

Graduated students of this course will be able to independently develop DEM programs, choose and implement correct contact models, and perform DEM-based analysis for geotechnical problems using commercial software platforms. For excellent graduates interested in reaching out for other important engineering subjects such as rock, granular mechanics or powder technology, this course can be very helpful for their future studies.

1. Understand the physical and mathematical fundamentals of discrete particle-based methods.
2. Formulate implicit and explicit algorithms for solving the dynamics and motion of discrete particle-based systems.
3. Formulate the interactive models for the material behaviours of discrete particle-based systems, including elasticity, viscoelasticity, cohesion, and fracture.
4. Design and implement discrete particle-based methods for various applications such as rock mechanics, soil mechanics, and granular material transport.

**Contents**

The course offers comprehensive information on the physical origin, mathematical derivation and numerical implementation of discrete element method (DEM). Detailed contents will be covered as follows:

1. Introduction of discrete systems
2. Concepts and Governing equations of DEM
3. Discussions on DEM's contact models and parameters
4. Constructing DEM using spherical particles
5. Constructing DEM using irregularly shaped particles
6. DEM applications and case studies of rock mechanics.
7. DEM applications and case studies for granular mechanics.
8. DEM applications and case studies for powder technology
9. Looking ahead: Multiscale and Mutiphysical DEM

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Students are expected to have basic concepts of rock or granular mechanics, and familiarity with rigid body dynamics and vibration analysis and have taken the course of general physics.
<b>Literature</b>	Stefan Luding. Introduction to Discrete Element Methods. European Journal of Environmental and Civil Engineering. 2008, 12(7-8). Cundall, Peter. A., Strack, Otto D. L. Discrete numerical model for granular assemblies. Géotechnique. 1979. 29 (1): 47-65.
<b>Media</b>	Blackboard, Power-point, Python scrip.t.
<b>Particularities</b>	-





Organizer	Jiang, Yupeng	
Lecturer	Jiang, Yupeng	
Supervisor	Jiang, Yupeng	
Examiner	Jiang, Yupeng	
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Particle methods for Engineering Mechanics II

### Particle methods for Engineering Mechanics II

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> ?
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

#### Learning Objectives

Numerical simulation of materials' large deformation is important for various problems such as slope stability, granular flow dynamics, and impact protection. Particle-based methods (PM) for continuum mechanics could handle large deformation with unprecedented accuracy and robustness. PM is becoming increasingly popular among geotechnical and mechanical engineers.

This course provides students with both in-depth and comprehensive knowledge of three key particle based methods, i.e., material point method (MPM), Smooth Particle hydrodynamics (SPH) and Peridynamics (PD). Through the learning process, students will gain a solid understanding of the concepts, derivations and methodological fundamentals of particle-based discretization in continuum mechanics. Meanwhile, students will be trained in enhancing their programming skills with a concentration on data structure optimization and parallelization, which will act as a good supplementary for their learning in other numerical-based courses.

Upon completion of this course, students will be able to develop their own particle-based solvers for computational continuum mechanics and implement several well-established constitutive models for modelling elasto-plastic and visco-plastic behaviours in a range of engineering problems, such as slope failures, granular collapses, and metal deformation. For graduates who are interested in the pursuit of a research career in particle-based methods, this course offers a solid foundation for their future innovations.

Formulate numerical (finite element) approximations to the equations of motion governing the large, possibly dynamic, deformations of continua.

Formulate variational update algorithms for the integration of the constitutive equations modeling a wide range of material behavior, including finite elasticity, plasticity and rate-dependency.

Implement the resulting algorithms in a computer program.

Apply the computer program to the solution of concrete engineering science and engineering design problems.

Formulate numerical (finite element) approximations to the equations of motion governing the large, possibly dynamic, deformations of continua

1. Understand the physical and mathematical fundamentals of continuum particle-based methods.
2. Formulate variational form and discretization for the integrations of governing PDEs using particle based methods.
3. Formulate the numerical algorithm of constitutive models for simulating material behaviours including, hyperelasticity, elastoplasticity, viscoplasticity, and fractures.
4. Design and implement continuum particle-based methods for various applications such as solid mechanics and soil mechanics.

#### Contents

The course offers comprehensive information on the physical origin, mathematical derivation and numerical implementation of material point method (MPM). Students are expected to have basic concepts of continuum mechanics and finite element method (FEM), and familiarity with multi-variable calculus and linear algebra. Detailed contents will be covered as follows:

##### (I) MPM

1. Descriptions of material motion
2. Governing equations, conservation of mass/linear momentum
3. Discretization of MPM
4. MPM algorithm of explicit integration
5. MPM algorithm of implicit integration
6. Discretization of SPH
7. SPH algorithm for explicit integration
8. SPH algorithm for implicit integration
9. Discretization of PD
10. Implement of constitutive models



11. Engineering case studies using MPM (soil mechanics) 12. Engineering case studies using SPH (Fluid mechanics) 13. Engineering case studies using PD (Fracture mechanics)		
<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Students are expected to have in-depth knowledge of finite element methods and engineering mechanics. Particle methods for Engineering Mechanics II	
<b>Literature</b>	<p>Jiang, C., Schroeder, C., Teran, J., Stomakhin, A., &amp; Selle, A. (2016). The material point method for simulating continuum materials. In Acm siggraph 2016 courses (pp. 1-52). Fern, J., Rohe, A., Soga, K., &amp; Alonso, E. (Eds.). (2019). The material point method for geotechnical engineering: a practical guide. CRC Press.</p> <p>Koschier, D., Bender, J., Solenthaler, B., &amp; Teschner, M. (2020). Smoothed particle hydrodynamics techniques for the physics based simulation of fluids and solids. arXiv preprint arXiv:2009.06944.</p> <p>Bobaru, F., Foster, J. T., Geubelle, P. H., &amp; Silling, S. A. (Eds.). (2016). Handbook of peridynamic modeling. CRC press.</p>	
<b>Media</b>	Blackboard, Power-point, Python script, C++.	
<b>Particularities</b>		
<b>Organizer</b>	Jiang, Yupeng	
<b>Lecturer</b>	Jiang, Yupeng	
<b>Supervisor</b>	Jiang, Yupeng	
<b>Examiner</b>	Jiang, Yupeng	
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Porous Media Mechanics**

Porous Media Mechanics

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	--------------------------	----------------------

**Learning Objectives**

Porous solids with one or more pore fluids belong to the category of multiphase materials. The continuum mechanics of multiphase materials can be used to describe the inelastic linear/nonlinear deformations of the solid matrix together with the flow of fluids and the related interactions. In addition, phase transformations and electrochemical reactions can be integrated into this framework. This provides a tool with which a large class of materials and processes can be mathematically described and numerically analyzed, from geomaterials to polymer or metal foams, concrete or wood to biological tissue. For the numerical application, a system of strongly coupled partial differential equations must be solved.

After completing the module, students should be able to apply the continuum mechanics methods they have learn to various multiphase materials. They will understand the character of the associated strongly coupled systems of equations. Furthermore, they should be able to use numerical approaches effectively to analyze and simulate complex phenomena in multiphase and porous materials.

**Contents**

- Definition and classification of multiphase porous materials with examples of natural and synthetic porous media. The importance of such materials for many applications in the construction industry is also explained.
- Fundamentals of continuum mechanics for the description of single-phase and multiphase materials: state of motion, deformation tensors, and strain measures.
- Stress concept and concept of dual variables.
- Truesdell's metaphysical principles and balance relations for multiphase materials: general balances, special balances for mass, momentum, twist, energy, and entropy
- Fundamentals of material theory for multiphase materials: thermodynamics and constitutive equations
- Inelastic material behavior of the solid matrix (plasticity as an example)
- Numerical treatment of the volume-coupled problem of porous media with the FEM. This includes the incompressibility condition, Lagrange multipliers and penalty methods, inf-sup conditions, stabilized finite element methods, and staggered versus monolithic solution methods.

Exercises will consist of theoretical exercises, analytical calculations, and numerical simulations.

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Computational Mechanics Numerical methods for flow and transport processes
<b>Literature</b>	[1] de Boer, R.: Theory of Porous Media, Springer Verlag, Berlin 2000 [2] Ehlers, W.: Grundlegende Konzepte in der Theorie Poröser Medien, Technische Mechanik 16 (1996), 63-76 [3] R. M. Bowen [1976], Theory of Mixtures. In A. C. Eringen (ed.): Continuum Physics, Vol. III, Academic Press. [4] Poromechanics, O Coussy, John Wiley & Sons, 2004 [5] W. Ehlers, J. Bluhm (eds.): Porous Media: Theory, Experiments and Numerical Applications, pp. 3-86, Springer. [6] C. Truesdell [1984], Rational Thermodynamics, 2nd Edition, Springer
<b>Media</b>	Board, PowerPoint presentation, FE exercises, script, quizzes
<b>Particularities</b>	-
<b>Organizer</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Lecturer</b>	Aldakheel, Fadi; Heider, Yousef
<b>Supervisor</b>	Aldakheel, Fadi; Heider, Yousef



Examiner	Heider, Yousef	
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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Practical Project Praxisprojekt

<b>Mode of Examination:</b> ST (80%) mit VbP (20%) <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> -	<b>Language</b> D und E	<b>CP</b> 30	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> 9000
--	---------------------	----------------------------	-----------------	--------------------------	-------------------------

### Learning Objectives

The aim of the Practical Project is, on the one hand, to establish a close connection between studies and professional practice. On the other hand, scientific writing is also to be deepened.

Students learn to apply the theoretical knowledge acquired during their studies to complex practical problems in engineering-related tasks and how to reflect on and evaluate the results in a scientific context.

The Practical Project serves not only to deepen students' technical knowledge by means of a concrete example and in-depth scientific reflection in written form, but also to train the following key qualifications in particular:

- written and oral subject-specific expressiveness
- goal-oriented work in organizational structures (time management, adaptability, reliability, etc.)
- independence and joint responsibility
- ability to work in a team in the context of social interaction (e.g. intercultural skills, critical faculties, conflict management, etc.). competences, critical faculties, conflict management, self-assertion)
- scientific penetration of concrete questions or topics from practice
- deepening application of skills and techniques of scientific work/writing

### Contents

Students work in an industrial company/business or a research institution outside LUH on a project, the content and issues of which are scientifically illuminated, evaluated and reflected upon in a written paper.

The written paper has to be delivered within 6 months after registration. The results of the Practical Project and the paper are presented in a colloquium.

The Practical Project includes 20 weeks of practical activities. Approximately 2-4 weeks after the start of the Practical Project, a project outline including a time schedule for the project as well as for the scientific paper to be written must be agreed upon with the examiner.

The Practical Project can also be carried out abroad.

<b>Workload</b>	900 h (0 h in-class teaching and 900 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	-
<b>Literature</b>	-
<b>Media</b>	-
<b>Particularities</b>	The scientific paper and the colloquium are evaluated exclusively by the examiner. The supervisor resident at the practical project site can fill out an evaluation form on the student's working methods attached to the "Guideline for the Practical Semester" (see study program website) or issue a work certificate for the student's further use. However, the evaluation of the working method is not included in the grade for the Practical Project.
<b>Organizer</b>	Studiendekan/Dean of Studies
<b>Lecturer</b>	
<b>Supervisor</b>	
<b>Examiner</b>	
<b>Institute</b>	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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	WP	Core Studies



**Reliability and Risk Analysis**

Reliability and Risk Analysis

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> ?
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	----------------------

**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 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Blackboard, PowerPoint-Presentation, Matlab-exercises
<b>Particularities</b>	none

<b>Organizer</b>	Beer, Michael
<b>Lecturer</b>	Beer, Michael; Broggi, Matteo
<b>Supervisor</b>	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>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	P	Core Studies





## Reliable Simulation in the Mechanics of Materials and Structures

### Reliable Simulation in the Mechanics of Materials and Structures

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS/SS	<b>Exam No.</b> ?
--	---------------------------	----------------------	----------------	--------------------------	----------------------

#### Learning Objectives

Upon successful completion of this course, students will have achieved the following learning outcomes:

- How to adjust model complexity in relation to the modeling objective.
- How the level of model complexity affects the computational effort.
- The process of determining how accurately a model implementation reflects the developer's conceptual description and specification (verification).
- The process of determining the degree to which a model is an accurate representation of reality (validation).
- Selection of an appropriate constitutive model based on experimental results.
- The influence of the chosen time integration scheme on the numerical results.
- How time scale and spatial dimensions influence the choice of numerical scheme.
- Recognition of coupled problems in engineering from a phenomenological and mathematical point of view.
- Understand factors that affect the stability of exemplary coupled problems.

#### Contents

- Verification, validation and prediction: General definitions in the field of computational mechanics.
  - Abstraction and idealization of a physical problem: Examples are used to illustrate processes of abstraction and idealization from a real problem into a mathematical model (depending on the goal of the simulation). The influence of faulty idealization is discussed in detail.
  - Verification of a numerical model: To ensure the accuracy of the numerical implementation of the mathematical model, the results are compared with a reference solution (e.g., an analytical solution from beam theory).
  - Factors influencing the FEM implementation (accuracy and stability): Time integration scheme (explicit or implicit), time step size, element type, static or dynamic model, linear or non-linear model geometry, non-linearity, etc.
  - Validation of a model by comparing a numerical model with reality (e.g., experimental results, complete systems).
  - Definitions and examples of coupled problems from structural mechanics and material mechanics.
  - The solution of coupled problems: appropriate solution strategies for weakly and strongly coupled problems, such as differential equations of a coupled spring, damper and mass system.
  - Examples of volume and surface coupled problems with discussion of numerical instability sources.
- The exercises will consist of theoretical tasks, analytical calculations and numerical simulations.

<b>Workload</b>	180 h (56 h in-class teaching and 124 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	- Numerische Mechanik - Finite Elemente Methode
<b>Literature</b>	[1] Guide for Verification and Validation in Computational Solid Mechanics: American Society of Mechanical Engineers (ASME) V&V 10-2006 [2] Oberkampf, William L.; Roy, Christopher J.: Verification and Validation in Scientific Computing, Cambridge University Press 2010
<b>Media</b>	PowerPoint presentations, Tablet-PC Writing, StudIP, Forum, Computer laboratory, quizzes
<b>Particularities</b>	-
<b>Organizer</b>	Aldakheel, Fadi
<b>Lecturer</b>	Heider, Yousef
<b>Supervisor</b>	Heider, Yousef
<b>Examiner</b>	Heider, Yousef



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	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Robotik I**  
Robotics I

<b>Mode of Examination:</b> K/MP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 1Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 5	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 361
---	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**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 (differenziell) 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 h in-class teaching and 118 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Seel, Thomas
<b>Lecturer</b>	Seel, Thomas; Habich, Tim-Lukas
<b>Supervisor</b>	Seel, Thomas; Habich, Tim-Lukas
<b>Examiner</b>	Seel, Thomas
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Sonderthemen des Stahl-, Stahlverbund- und Leichtbaus  
(nicht im SoSe 2024)**

Special topics in steel, steel composite and lightweight construction

Mode of Examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. ?
---	--------------------	---------------	---------	----------------	---------------

Learning Objectives Folgt...
Contents Folgt...

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Grundlagen des konstruktiven Ingenieurbaus, Grundlagen des Stahlbeton- und Stahlbaus, Stahlbau
Literature	Folgt...
Media	Folgt...
Particularities	Folgt...

Organizer	Ghafoori, Elyas
Lecturer	Ghafoori, Elyas
Supervisor	N.N.
Examiner	Ghafoori, Elyas
Institute	Institut für Stahlbau, <a href="http://www.stahlbau.uni-hannover.de/">http://www.stahlbau.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Stahl- und Verbundbrückenbau**  
Steel and Composite Bridges

Mode of Examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	Art/SWH 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. ?
---	--------------------	---------------	---------	----------------	---------------

**Learning Objectives**  
Die Studierenden sind in der Lage, Brücken im Zuge von Verkehrswegen und ihren Kreuzungen zu planen und zu entwerfen. Sie beherrschen die Strategien des konzeptionellen Entwurfs und können verschiedene Tragwerks- und Konstruktionsvarianten aus den spezifischen Randbedingungen der jeweiligen Situation entwickeln. Zudem können die Studierenden, ausgehend vom Entwurf, das Tragwerk einer Brücke modellieren, berechnen und konstruieren. Sie beherrschen die problemorientierte Modellbildung von Brückentragwerken, die CAE-gestützte Berechnung von Schnittgrößen sowie die Bemessung und Konstruktion von Brücken. Die Schwerpunkte dieses Moduls bilden Stahl- und Verbundbrücken. Anhand unterschiedlicher Brückentragwerke werden verschiedene Brückenbauarten mit den Studierenden erarbeitet und vergleichend gegenübergestellt.

- Contents**
- Einwirkungen
  - Entwurfsgrundlagen für Brücken
  - Überblick über die Brückentragwerke
  - Bauverfahren
  - Balkenbrücken, Fachwerkbrücken
  - Bogenbrücken
  - Schrägseilbrücken
  - Ermüdungsprobleme im Brückenbau
  - Modellbildung im Brückenbau
  - Berechnung von Brücken mit CAE
  - Bemessung
  - Anfertigung von Übersichtszeichnungen

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Grundlagen des konstruktiven Ingenieurbaus I und II, Stahlbau, Tragsicherheit im Stahlbau
<b>Literature</b>	Skript für die Vorlesung und Hörsaalübung, umfangreiche Literaturlisten in StudIP
<b>Media</b>	PPowerPoint-Präsentation, Skript, Aufzeichnungen
<b>Particularities</b>	Im Rahmen der Hörsaalübungen werden CAE-Schulungen für die rechnergestützte Bemessung von Brückentragwerken angeboten. Die Veranstaltungsbegleitende Prüfung setzt sich aus zwei Seminarleistungen (Hausarbeit zur Planung und Entwurf von Brücken inkl. Präsentation, Hausarbeit zur Berechnung und Konstruktion einer Brücke) sowie einem Kolloquium zusammen.

<b>Organizer</b>	Ghafoori, Elyas
<b>Lecturer</b>	-
<b>Supervisor</b>	-
<b>Examiner</b>	-
<b>Institute</b>	Institut für Stahlbau, <a href="http://www.stahlbau.uni-hannover.de/">http://www.stahlbau.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	General Studies



**Stochastic Finite Element Methods**

Stochastic Finite Element Methods

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 371
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**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 h in-class teaching and 110 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Nackenhorst, Udo
<b>Lecturer</b>	Nackenhorst, Udo
<b>Supervisor</b>	Zhibao, Zheng



<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>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	W	Core Studies



**Stoff- und Wärmetransport**

Mass and Heat Transport (Environmental Fluid Mechanics)

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 381
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>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.</p>
<p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoff- und Wärmebilanzen in durchmischten Systemen</li> <li>- Bilanzbeschreibung im Kontinuum: Die Transportgleichung</li> <li>- Diffusion</li> <li>- Advektion und Lösungen der Advektions</li> <li>- Diffusionsgleichung</li> <li>- Mischung und Dispersion</li> <li>- Chemische Umwandlungen und Sorption</li> <li>- Anwendungen</li> </ul>

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</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>	Bangalore Lakshmi Prasad, Radhakrishna
<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>	<b>P (Compulsory) / W (Elective)</b>	<b>Area of expertise</b>
	W	Core Studies





**Systems and Network Analysis**

Systems and Network Analysis

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP <b>Course achievements:</b> -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> E	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS (P) / SS (F)	<b>Exam No.</b> 501
---	---------------------------	----------------------	----------------	------------------------------------	------------------------

**Learning Objectives**

Students are familiarised with concepts of systems and network analysis. They learn how to model and analyse a real-world system or network, such as an infrastructure system, in order for assessing its performance and reliability. A general understanding will be established on how systems and networks behave under a wide range of demands from normal to exceptional, and on how they respond to critical excitations such as natural and man made hazards. This includes, in particular, the development of understanding on failure propagation in systems and networks, and dealing with dependencies and common cause of failure. Students will develop skills for choosing the most appropriate approach depending on the problem and for efficient and effective decisionmaking. Both intuitive engineering approximations and most advanced numerical simulation approaches will be discussed. Emphasis is put on the interpretation of results in the context of the approach applied in order to convey a sense for a comprehensive understanding of the analysis. After successful completion of the module students will be able to model and analyse real-size systems and networks.

**Contents**

Fundamentals of risk and reliability analysis of systems

- fundamentals qualitative analysis tools for hazard identification (HAZID) and failure modes and effects analysis (FMEA)
- fundamentals quantitative tools for probabilistic risk assessment: fault tree analysis (FTA) and event tree analysis
- fundamentals graph representations, search in graphs and trees
- fundamentals networks and cuts, flow in graphs
- fundamentals survival signature approach and importance measures

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	- Solid background in mathematics and in an engineering subject, - solid programming skills, - successful completion of the module "Risk and Reliability"
<b>Literature</b>	Adrian Bondy, M. Ram Murty: Graph Theory, Springer, 2008 Enrico Zio: An Introduction to the Basics of Reliability and Risk Analysis, Series on Quality, Reliability and Engineering Statistics: Volume 13, World Scientific, 2007
<b>Media</b>	Teaching materials from lecture and exercise, background literature
<b>Particularities</b>	Project work can be carried out individually or in small groups.

<b>Organizer</b>	Beer, Michael
<b>Lecturer</b>	Broggi, Matteo
<b>Supervisor</b>	Behrendorf, Jasper
<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>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



**Technical English**

Technisches Englisch des Bauingenieurwesens und der Architektur (B1-B2)

Mode of Examination: K Course achievements: -	Art/SWH 2Ü	Language E	CP 4	Semester WS/SS	Exam No. (SG)
---	---------------	---------------	---------	-------------------	------------------

**Learning Objectives**

Improvement of the oral and written so that a presentation of technical topic can be given in English. This is achieved through the confrontation with various texts discussing mechanical and technical topics. In addition, the course serves to enable the students to handle contacts with English-speaking people.

**Contents**

Through task-oriented discussions and exercises, speaking and active listening is trained, thereby further expanding, activating and deepening the technical and scientific vocabulary.

Workload	60 h (30 h in-class teaching and 30 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Niveau B1 - C1
Literature	-
Media	not specified
Particularities	none

Organizer	Hicks, Jay
Lecturer	Hicks, Jay
Supervisor	
Examiner	Hicks, Jay
Institute	Leibniz Language Center, <a href="https://www.llc.uni-hannover.de/">https://www.llc.uni-hannover.de/</a> Leibniz Universität Hannover

Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen**

Support Structures of Offshore Wind Turbines

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> WS	<b>Exam No.</b> 878
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

**Learning Objectives**

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse im Entwurf und in den Berechnungsmethoden zur Auslegung der Tragstrukturen von Offshore -Windenergieanlagen (OWEA). Spezielle Themen sind dabei die Beanspruchung aus Wellenlasten, Ermüdungsnachweise mit lokalen Konzepten, konstruktive Details bei Verbindungen, die Schwingungsüberwachung sowie Massnahmen zur Schwingungsreduktion. Die Studierenden sind vertraut mit den wesentlichen Methoden für die Konstruktion und Bemessung von OWEA-Tragstrukturen mit verschiedenen Unterstrukturen wie Monopiles, Jackets, Tripods, Tripiles oder Schwerkraftfundamenten. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Konzepte zur Montage sowie logistische Lösungen zu erarbeiten und in Bezug zum Entwurf zu setzen. Die Studierenden sind mit den einschlägigen Bemessungsnormen und mit Computerprogrammen zur Bemessung vertraut.

**Contents**

- Design Basis
- Baugrunduntersuchungen, Gründungen und Nachweise
- Tragwerksentwurf
- Modellierung und Simulation (Tools)
- Schwingungsüberwachung und Schwingungsreduktion
- Nachweise der Unterstruktur und des Turms (Festigkeit, Ermüdung, Details)
- Fertigung, Transport und Montage

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Windenergietechnik I und II, Grundbaukonstruktionen, Tragsicherheit im Stahlbau, Tragwerksdynamik (für Bau) bzw. Technische Dynamik (für MB)
<b>Literature</b>	Skript, umfangreiche Literaturlisten in StudIP
<b>Media</b>	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Beamer, PC
<b>Particularities</b>	Schulung mit Anwendungsprogrammen

<b>Organizer</b>	Achmus, Martin
<b>Lecturer</b>	Achmus, Martin; Funk, Steffen; Ghafoori, Elyas
<b>Supervisor</b>	Baqershahi, Mohammad Hassan; Funk, Steffen; Frick, Dennis
<b>Examiner</b>	Achmus, Martin
<b>Institute</b>	Institut für Stahlbau und Institut für Geotechnik und Institut für Statik und Dynamik, <a href="http://www.stahlbau.uni-hannover.de/">http://www.stahlbau.uni-hannover.de/</a> <a href="http://www.ifma.uni-hannover.de">http://www.ifma.uni-hannover.de</a> und <a href="http://www.igth.uni-hannover.de">www.igth.uni-hannover.de</a> und <a href="http://www.isd.uni-hannover.de">www.isd.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale



**Wasserbau und Verkehrswasserbau**  
Hydraulic Engineering and Waterway Construction

<b>Mode of Examination:</b> K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	<b>Art/SWH</b> 2V / 2Ü	<b>Language</b> D	<b>CP</b> 6	<b>Semester</b> SS	<b>Exam No.</b> 601 + 606
--	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------------

<p><b>Learning Objectives</b></p> <p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der Struktur und des Betriebs und der Unterhaltung des Wasserstraßennetzes der Bundesrepublik Deutschland. Es gibt einen Überblick über die Auslegung und Bemessung sowie Unterhaltung von Flüssen und Kanalabschnitten, sowie bauliche Möglichkeiten zur Sicherstellung der Schiffbarkeit sowie der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf Wasserstraßen.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stellenwert und Leistungsfähigkeit von Wasserstraßen im intermodalen Verkehrsnetz analysieren und bewerten;</li> <li>- Belastungen der Wasserstraße durch die Schifffahrt erläutern sowie Fahrinnenabmessungen, Belastungen sowie degradierende Einflussgrößen/-prozesse ermitteln und anwenden;</li> <li>- Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf das Abflussgesehen abschätzen;</li> <li>- Wehranlagen und Schleusen klassifizieren und hydraulisch bemessen;</li> <li>- Aspekte der umweltgerechten Planung im Zusammenhang mit Genehmigungsverfahren darstellen.</li> </ul> <p><b>Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition und Organisation von Wasserstraßen und Bundeswasserstraßen sowie dessen Leistungsfähigkeit</li> <li>- Verkehrsträger und Transportketten</li> <li>- Hydrographie und Messtechnik im Wasserbau</li> <li>- Ausbau und Unterhaltung von Flüssen und Ästuaren</li> <li>- Fahrverhalten von Schiffen sowie Fahrinnenabmessungen und Belastungen des Deckwerkes und der Sohle</li> <li>- Wehranlagen, Schleusen, Binnenhäfen</li> <li>- Exkursion und Praktikum</li> </ul>
---

<b>Workload</b>	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
<b>Recommended Prior Knowledge</b>	Wasserbau und Küsteningenieurwesen
<b>Literature</b>	Partenscky, H.W., Binnenverkehrswasserbau, Springer, akt. Auflage Partenscky, H.W., Schleusen und Hebewerke, Springer, akt. Auflage Bollrich, G., Technische Hydromechanik, Grundlagen, Bd. 1, aktuelle Aufl. Giesecke, J., Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb, aktuelle Auflage Schröder, W., Gewässerregulung - Binnenverkehrsbau, aktuelle Auflage
<b>Media</b>	PPT, Matlab-Übungen
<b>Particularities</b>	Internationale Küsten- und Hafensexkursion

<b>Organizer</b>	Schlurmann, Torsten
<b>Lecturer</b>	Schlurmann, Torsten
<b>Supervisor</b>	Scheiber, Leon
<b>Examiner</b>	Schlurmann, Torsten
<b>Institute</b>	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Programme Specific Information</b>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Studium Generale

## Glossary

### Module Selection Rules

Area of expertise		Credit Points (CP)		Modules
1	Core Studies (KS)	34 CP		Compulsory modules
		62 CP	12 CP (IP) or 30 CP (PP)	Compulsory Elective modules
			32 – 50 CP (IP) or 14 – 32 LP (PP)	Elective modules
2	Studium Generale (SG)	0 CP - 18 CP		Elective modules
3	Scientific Work (WA)	24 CP		Compulsory modules
Total		120 LP		

### Module description

KS	Core Studies	E	English
SG	Studium Generale	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
WP	Compulsory elective Module		

### Examination Performances

#### Examination period VbP

##### (Course-accompanying examination)

AA	Written assignment
DO	Documentation
ES	Essay
KO	Colloquium
KU	In-class test
LÜ	Lab exercise
MO	Model
PF	Portfolio
PR	Presentation
P	Project assignment
SE	Seminar assignment
Ü	Practical assessment
ZD	Graphic representation

#### Examination period I and II

HA	Term paper
K	Written examination
KA	Multiple-choice examination
MP	Oral examination
PB	Placement report
PJ	Project-related examination
SP	Practical sports presentation

### 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 of SoSe 2024](#) on the [course website](#).