

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

**for the degree programme**

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

Update: 04.04.2025



**Faculty of Civil Engineering and  
Geodetic Science**

Valid from summer semester 2025

## Contents

1. Notes on the module handbook.....	4
1.1 Module Selection Rules.....	4
1.2 Abbreviations in Module descriptions.....	4
1.3 Abbreviations Examination Performances.....	4
2. Structure of the Master's programme Computational Methods in Engineering .....	5
2.1 Start of studies in winter semester.....	5
2.2 Start of studies in summer semester.....	5
3. Advanced Stochastic Analysis.....	6
4. Biomechanik der Knochen.....	7
5. Bodendynamik.....	8
6. Coastal and Estuarine Management.....	9
7. Computergestützte Numerik und Stochastik für Ingenieure.....	10
8. Deutsch für IngenieurInnen: Hörverstehen, Diskussion und Präsentation (B2).....	11
9. Elastomechanik.....	12
10. Engineering Dynamics and Vibration .....	14
11. Fahrzeug-Fahrweg-Dynamik.....	15
12. Faserverbund-Leichtbaustrukturen I .....	16
13. Faserverbund-Leichtbaustrukturen II .....	17
14. Festkörpermechanik.....	18
15. Field Measuring Techniques in Coastal Engineering.....	20
16. Finite Element Applications in Structural Analysis .....	21
17. Finite Elemente Anwendungen in der Statik und Dynamik .....	22
18. Foundations of Computational Engineering.....	23
19. Grundwassерmodellierung.....	25
20. Hydromechanics of Offshore Structures .....	26
21. Hydrosystemmodellierung .....	27
22. Introduction to Fatigue and Fracture Mechanics.....	29
23. Introduction to Mechanical Vibrations.....	31
24. Konstruieren im Stahlbau .....	32
25. Kontinuumsmechanik I.....	33
26. Kontinuumsmechanik II.....	34
27. Künstliche Intelligenz I.....	35
28. Küstingenieurwesen.....	36
29. Machine Learning for Material and Structural Mechanics.....	37
30. Marine Construction Logistics.....	38
31. Maritime and Port Engineering.....	39
32. Mechanics of Solids.....	41
33. Mehrkörpersysteme .....	43
34. Metal Additive Manufacturing and Structural Optimisation .....	45
35. Modelltechnik im Küstingenieurwesen .....	47
36. Nichtlineare Schwingungen.....	48
37. Nichtlineare Statik der Stab- und Flächentragwerke .....	49
38. Numerical Methods in Fluid Mechanics.....	50
39. Numerical Modelling in Geotechnical Engineering.....	51
40. Numerics of Partial Differential Equations for CME.....	52
41. Objektorientierte Modellbildung und Simulation.....	53
42. Particle methods for Engineering Mechanics I.....	55

43. Particle methods for Engineering Mechanics II .....	57
44. Reliability and Risk Analysis .....	59
45. Reliable Simulation in the Mechanics of Materials and Structures.....	60
46. Robotik I .....	62
47. Stahl- und Verbundbrückenbau .....	63
48. Stochastic Finite Element Methods.....	65
49. Stoff- und Wärmetransport .....	67
50. Systems and Network Analysis .....	68
51. Technisches Englisch des Bauingenieurwesens und der Architektur (B1-B2).....	69
52. Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen.....	70
53. Wasserbau und Verkehrswasserbau.....	71
54. Wind Energy Technology I .....	72
55. Wind Energy Technology II.....	74
56. Windenergietechnik I.....	76
57. Windenergietechnik II.....	78
58. Interdisziplinäres Projekt .....	79
59. Praxisprojekt.....	80
60. Master Thesis.....	81



## Notes on the module handbook

### 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	Master's thesis (WA)	24 CP		Compulsory modules
Total		120 LP		

### Abbreviations in Module descriptions

KS	Core Studies	E	English
SG	Studium Generale	D	German
WA	Scientific Work	D and E	German and English
P	Compulsory Module	V	Lecture
W	Elective Module	Ü	Excercise
WP	Compulsory elective Module	L	Laboratory
(P)	In-class Module	T	Tutorial
(F)	E-Learning Module	(P+F)	In-class and E-Learning module in the same semester

### Abbreviations Examination Performances

Examination period VbP  
(Course-accompanying examination)

AA	Written assignment
DO	Documentation
ES	Essay
KO	Colloquium
KU	In-class test
Ü	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 (only exam period I)
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 SuSe 2025](#) on the [course website](#).

## Structure of the Master's programme Computational Methods in Engineering

### Start of studies in winter semester

1. semester	2. semester	3. semester	4. semester
Compulsory Module Numerics of Partial Differential Equations for CME <b>10 CP</b>	Compulsory Module Numerical Methods in Fluid Mechanics <b>6 CP</b>		Elective Module Core Studies <b>6 CP</b>
Compulsory Module Foundations of Computational Engineering <b>6 CP</b>	Compulsory Module Reliability and Risk Analysis <b>6 CP</b>	Mobility Window  Compulsory Elective Module Interdisciplinary Project <b>12 CP</b> and Elective Modules Core Studies <b>18 CP</b> OR Compulsory Elective Module Practical Project <b>30 CP</b>	Master's Thesis <b>24 CP</b>
Compulsory Module Mechanics of Solids <b>6 CP</b>	Elective Modules Core Studies OR Studium Generale/Integration Modules <b>8 CP</b>		
Elective Modules Core Studies OR Studium Generale/Integration Modules <b>8 CP</b>	Elective Modules Core Studies OR Studium Generale/Integration Modules <b>10 CP</b>		
<b>30 CP</b>	<b>30 CP</b>	<b>30 CP</b>	<b>30 CP</b>
<b>120 CP</b>			

### Areas of Expertise

	Compulsory Modules Core Studies		Elective Modules General Studies
	Elective Modules Core Studies		Master's Thesis

### Start of studies in summer semester

1. semester	2. semester	3. semester	4. semester
Compulsory Module Numerical Methods in Fluid Mechanics <b>6 CP</b>	Compulsory Module Numerics of Partial Differential Equations for CME <b>10 CP</b>		Elective Module Core Studies <b>6 CP</b>
Compulsory Module Reliability and Risk Analysis <b>6 CP</b>	Compulsory Module Foundations of Computational Engineering <b>6 CP</b>	Mobility Window  Compulsory Elective Module Interdisciplinary Project <b>12 CP</b> and Elective Modules Core Studies <b>18 CP</b> OR Compulsory Elective Module Practical Project <b>30 CP</b>	Master's Thesis <b>24 CP</b>
Elective Modules Core Studies <b>8 CP</b>	Compulsory Module Mechanics of Solids <b>6 CP</b>		
Elective Modules Core Studies OR Studium Generale/Integration Modules <b>10 CP</b>	Elective Modules Core Studies OR Studium Generale/Integration Modules <b>8 CP</b>		
<b>30 CP</b>	<b>30 CP</b>	<b>30 CP</b>	<b>30 CP</b>
<b>120 CP</b>			

### Areas of Expertise

	Compulsory Modules Core Studies		Elective Modules General Studies
	Elective Modules Core Studies		Master's Thesis



## Advanced Stochastic Analysis

### Advanced Stochastic Analysis

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

#### Learning Objectives

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

#### Contents

Random process theory: ergodic, stationary and non-stationary processes, correlations functions, power spectra; Linear random vibration theory, and response analysis of nonlinear structures to random loading; Statistical linearization; Simulation of various types of random processes; Stochastic structural dynamics; Structural reliability; Monte Carlo simulation.

Computer based (Matlab) analysis of engineering systems with random properties under stochastic excitations

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- solid background in structural dynamics and mathematics,</li><li>- solid programming skills in Matlab,</li><li>- successful completion of the modules "Stochastik für Ingenieure" and "Computergestützte Numerik für Ingenieure"</li></ul>	
Literature	<p>Probabilistic Models for Dynamical Systems, Haym Benaroya, Seon Mi Han, Mark Nagurka, Second Edition, CRC Press, 2013</p> <p>Random Vibration in Mechanical Systems by Stephen H. Crandall and William D. Mark, 1963</p> <p>Random Vibration and Statistical Linearization by J. B. Roberts and Pol D. Spanos, 2003</p> <p>Soong T. T., Grigoriu M., Random Vibration of Mechanical and Structural Systems, Prentice Hall, 1993</p>	
Media	Project work can be carried out individually or in small groups.	
Particularities	none	
Organizer	Beer, Michael	
Lecturer	Beer, Michael	
Supervisor	Bittner, Marius	
Examiner	Beer, Michael	
Institute	<p>Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de">http://www.irz.uni-hannover.de</a></p> <p>Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie</p>	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Biomechanik der Knochen

Biomechanics of the Bone

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 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 and Mechanics, Princeton University Press.	
Media	keine Angabe	
Particularities	none	
Organizer	Besdo, Silke	
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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. 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, Erdbebendynamik und die Wirkung von Erschütterungen einschließlich der Maßnahmen zur ihrer Minderung. Sie können das vereinfachte und das multimodale Antwortspektrenverfahren anwenden und haben Maßnahmen zum erdebensicheren 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
- Erdbebendynamik, 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, Tragwerksdynamik
-----------------------------	--

Literature	Studer, Laue, Koller: "Bodendynamik" aktuelle Auflage. Skript.
------------	--

Media	Skript, Tafel, Overhead-Folien, PowerPoint-Präsentation
-------	---

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Achmus, Martin
-----------	----------------

Lecturer	Achmus, Martin; Grießmann, Tanja; Abdel-Rahman, Khalid
----------	--

Supervisor	Liesecke, Leon; Hönecke, Paul Ole
------------	-----------------------------------

Examiner	Achmus, Martin
----------	----------------

Institute	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
-----------	--

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



## Coastal and Estuarine Management

### Coastal and Estuarine Management

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. 801
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Environmental Hydraulics	
Literature	-	
Media	PPT, Matlab-Übungen	
Particularities	none	
Organizer	Schlurmann, Torsten	
Lecturer	Paul, Maike; Schlurmann, Torsten; Bunzel, Dorothea; Burkhard, Kremena	
Supervisor	Scheiber, Leon	
Examiner	Paul, Maike	
Institute	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	Studium Generale



## Computergestützte Numerik und Stochastik für Ingenieure

### Computer Aided Numerics and Stochastics for Engineers

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art -	Language D	CP 6	Semester WS (F) / SS (F)	Exam No. 879 + 880
---	----------------	---------------	---------	-----------------------------	-----------------------

#### 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

Workload	180 h (0 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	---

Recommended Prior Knowledge	Mathematik für Ingenieure I
-----------------------------	-----------------------------

Literature	S. Chapra und R. Canale: Numerical Methods for Engineers, McGraw-Hill, 2010. Vorlesungs-skript
------------	--

Media	Stud.IP, ILIAS, Flowcast
-------	--------------------------

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Beer, Michael
-----------	---------------

Lecturer	Beer, Michael
----------	---------------

Supervisor	Salomon, Julian
------------	-----------------

Examiner	Beer, Michael
----------	---------------

Institute	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	Studium Generale

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

German for Engineers

Possible forms of examination: K Course achievements: 1	SWH / Art 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 Hörtexsorten (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	none

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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art -	Language D	CP 6	Semester WS (F) / SS (F)	Exam No. (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 selbstständig 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.

Workload	180 h (0 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Grundlagen der technischen Mechanik
Literature	Wriggers, Nackenhorst, Beuermann, Spiess, Löhner, Technische Mechanik kompakt, Teubner, 2006
Media	Vorlesungs- und Übungsmaterial, Videomitschnitte aus Vorträgen und Übungen
Particularities	none
Organizer	Aldakheel, Fadi



Lecturer	Aldakheel, Fadi	
Supervisor	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) W	Area of expertise Studium Generale



## Engineering Dynamics and Vibration

### Engineering Dynamics and Vibration

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 1Ü / 1T	Language E	CP 5	Semester WS	Exam No. 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

Workload	150 h (56 h in-class teaching and 94 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Engineering Mechanics: Statics, Kinematics, Kinetics, Introduction to Mechanical Vibrations	
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	none	
Organizer	Wangenheim, Matthias	
Lecturer	Wangenheim, Matthias; Jonkeren, Mirco	
Supervisor	Wangenheim, Matthias; Jonkeren, Mirco	
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

## Fahrzeug-Fahrweg-Dynamik

### Road Vehicle Dynamics

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

#### Learning Objectives

Im Mittelpunkt dieses Moduls Lehrveranstaltung steht die dynamische Wechselwirkung des Fahrzeugs mit seiner Umgebung. Diese wird durch das Fahrzeug, sein Fahrwerk und die Eigenschaften von Reifen und Fahrbahn bestimmt.

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

- Die Bedeutung des Reifen-Fahrbahn-Kontakts als einzigen Ort der Kraftübertragung mit seinen Einflussfaktoren zu schildern
- Geeignete mechanische Ersatzmodelle für Fahrzeug-Vertikalschwingungen zu bilden und mathematisch zu beschreiben
- Verschiedene Anregungsarten aus Fahrbahn und Fahrzeug zu benennen und mathematisch zu beschreiben
- Schwingungszustände während der Fahrt in Bezug auf Fahrsicherheit und Fahrkomfort zu beurteilen
- Die Einwirkung von Fahrzeugschwingungen auf den Gesundheitszustand der Fahrzeuginsassen zu beurteilen

#### Contents

- Reifenaufbau und Materialeinsatz, Reifenkennlinien
- Reifen-Fahrbahn-Kontakt & Reibung
- Schwingungssatzsysteme für Fahrzeugvertikalschwingungen
- Harmonische, periodische, stochastische Schwingungsanregung
- Fahrbahn und Aggregatanregungen am Fahrzeug
- Karosserieschwingungen
- Aktive Fahrwerke
- Komfortbeurteilung

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	none	
Organizer	Wallaschek, Jörg	
Lecturer	Wallaschek, Jörg	
Supervisor	Hindemith, Michael	
Examiner	Wallaschek, Jörg	
Institute	Institut für Dynamik und Schwingungen, <a href="http://www.ids.uni-hannover.de/">http://www.ids.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Maschinenbau	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Faserverbund-Leichtbaustrukturen I

### Fiber Composite Lightweight Structures I

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS (P+F)	Exam No. 151
---	----------------------	---------------	---------	----------------------	-----------------

#### Learning Objectives

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

#### Contents

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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Baumechanik A und B (Bauwesen), Mechanik I bis IV (Maschinenbau)	
Literature	Skript, VDI-Handbuch für Kunststoffe	
Media	Skript, Tafel, PowerPoint-Präsentation	
Particularities	none	
Organizer	Rolfes, Raimund	
Lecturer	Scheffler, Sven	
Supervisor	Hacker, Gereon; Tariq, Muzzamil	
Examiner	Scheffler, Sven	
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



## Faserverbund-Leichtbaustrukturen II

### Fiber Composite Lightweight Structures II

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. 161
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### Learning Objectives

Im Modul Faserverbund-Leichtbaustrukturen I wurden Grundlagenkenntnisse zu Entwurf und Berechnung flächiger Laminate 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).

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.

#### Contents

- Nichtlineares Materialverhalten von Faserverbundstrukturen
- Beispiele relevanter Problemstellungen
- Exkurs: analytische Berechnungsverfahren
- Bruchmechanische Grundlagen und (energiebasierte) Degradationsanalyse
- Numerische Simulationstechniken
- Exkurs: Betriebsfestigkeit
- Auslegung und Optimierung

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Baumechanik A und B (Bauwesen), Mechanik I bis IV (Maschinenbau), Faserverbund-Leichtbaustrukturen I
-----------------------------	--

Literature	Vorlesungsunterlagen
------------	----------------------

Media	Vorlesungsunterlagen, Tafel, PowerPoint-Präsentation
-------	--

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Rolfes, Raimund
-----------	-----------------

Lecturer	Scheffler, Sven
----------	-----------------

Supervisor	Rolffs, Christian; Hacker, Gereon; Hematipour, Maryam
------------	---

Examiner	Scheffler, Sven
----------	-----------------

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

## Festkörpermechanik

### Mechanics of Solids

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art -	Language D	CP 6	Semester WS (F) / SS (F)	Exam No. 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.

Workload	180 h (0 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Solid knowledge on engineering mechanics and Finite Element Methods and Matlab programming skills.
Literature	E. A. de Souza Neto, D. Peric, D. R. J. Owen, Computational Methods for Plasticity: Theory and Applications, Wiley, 2008
Media	Tablet-Anschrieb, Power-Point, Matlab-Übungen, Skript, ILIAS Modul
Particularities	none
Organizer	Aldakheel, Fadi
Lecturer	Aldakheel, Fadi; Jiang, Yupeng
Supervisor	Tragoudas, Alexandros
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) P	Area of expertise Core Studies



## Field Measuring Techniques in Coastal Engineering

### Field Measuring Techniques in Coastal Engineering

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 881 + 882
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------------

#### 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Wasserbau und Küstingenieurwesen; Umweltdatenanalyse
-----------------------------	---

Literature	-
------------	---

Media	PPT, Matlab-Übungen
-------	---------------------

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Welzel, Mario
-----------	---------------

Lecturer	Welzel, Mario
----------	---------------

Supervisor	Herbst, Maximilian
------------	--------------------

Examiner	Welzel, Mario
----------	---------------

Institute	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	Studium Generale



## Finite Element Applications in Structural Analysis

### Finite Element Applications in Structural Analysis

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 177
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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	none	
Organizer	Rolfes, Raimund	
Lecturer	Rolfes, Raimund	
Supervisor	Pourbandari, Danial; Bansod, Aditya Bhalchandra; Wang, Tianshu; Parapparambil Muraleedharan Nair, Anilkumar; Dean, Aamir	
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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS (P+F)	Exam No. 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;

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Baumechanik, Numerische Mechanik
-----------------------------	----------------------------------

Literature	Umfangreiche und aktualisierte Literaturlisten werden den Studierenden in StudIP zur Verfügung gestellt.
------------	--

Media	Skript, Tafel, PowerPoint-Präsentation
-------	--

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Rolfes, Raimund
-----------	-----------------

Lecturer	Rolfes, Raimund
----------	-----------------

Supervisor	Schuster, Daniel; Christoffers, Marcel
------------	--

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



## Foundations of Computational Engineering

### Foundations of Computational Engineering

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art -	Language E	CP 6	Semester WS (F) / SS (F)	Exam No. 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

Workload	180 h (0 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- solid background in solid mechanics</li><li>- solid background in 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>
Literature	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
Media	eLearning material, interactive exercises
Particularities	none
Organizer	Beer, Michael
Lecturer	Beer, Michael; Nackenhorst, Udo; Neuweiler, Insa
Supervisor	Potthast, Thomas
Examiner	Beer, Michael
Institute	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



## Grundwassermodellierung

### Groundwater Modelling

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. 201
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### Learning Objectives

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.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- einfache ein- und zweidimensionale Strömungsprobleme von Hand lösen,
- mathematische Terme in den Differentialgleichungen für Grundwasserströmung und Transport erklären,
- Mechanismen des Schadstofftransports erläutern,
- konzeptuelle (2D und 3D) Modelle erstellen,
- Anfangs- und Randbedingungen definieren,
- stationäre und instationäre Probleme von Grundwasserströmung und Schadstofftransport simulieren, und
- Simulationsergebnisse visualisieren und interpretieren.

#### Contents

- Grundwasserströmungsgleichung
- Mechanismen des Schadstofftransports
- Transportgleichung
- Mathematische Modellierung von Grundwasserströmung und Schadstofftransport
- Erstellung konzeptueller Modelle
- Erstellung numerischer Computer-Modelle
- Beurteilung der Computer-Simulationen von Grundwasserströmung und Schadstofftransport

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Hydrosystemmodellierung
Literature	Bear, J., 2007. Hydraulics of Groundwater; Dover Publications. Bear, J., 1988. Dynamics of Fluids in Porous Media; Dover Publications. Domenico, P. and Schwartz, F., 1990. Physical and Chemical Hydrogeology; Wiley, New York. Kinzelbach, W. and Rausch, R., 1995. Grundwassermodellierung: Eine Einführung mit Übungen; Borntraeger, Berlin
Media	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Computer
Particularities	none

Organizer	Graf, Thomas
Lecturer	Graf, Thomas
Supervisor	Graf, Thomas
Examiner	Graf, Thomas
Institute	Institut für Strömungsmechanik und Umweltpfysik, <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



## Hydromechanics of Offshore Structures

### Hydromechanics of Offshore Structures

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Fluid Mechanics & Coastal Engineering
Literature	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
Media	StudIP, ppt-Slides, Projector, Whiteboard, etc
Particularities	none

Organizer	Hildebrandt, Arndt
Lecturer	Meyer, Jannik; Grotebrune, Thilo; Hildebrandt, Arndt
Supervisor	Hildebrandt, Arndt
Examiner	Hildebrandt, Arndt
Institute	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	Studium Generale



## Hydrosystemmodellierung

### Modelling of Hydrosystems

Possible forms of examination: K/MP (80%) + VbP (20%) Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Grundwassermodellierung
Literature	Aigner D, Carstensen D (2015). Technische Hydromechanik 2. Beuth, Berlin, 490 pp. Barenblatt GI, Entov VM, Ryzhik VM (1990). Theory of fluid flow through natural rocks. Kluwer, Dordrecht, 395 pp. Bear J (1979). Hydraulics of groundwater. McGraw-Hill, New York, 569 pp. Bollrich G (1996). Technische Hydromechanik - Band 1 (4. Auf.). Verlag für Bauwesen, Berlin, 456 pp. Bollrich G (1989). Technische Hydromechanik - Band 2 (1. Aufl.). Verlag für Bauwesen, Berlin, 680 pp. Istok J (1989). Groundwater modeling by the finite element method. American Geophysical Union, Washington, 495 pp. Todd DK (1980). Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons, New York, 535 pp. Wang HF, Anderson MP (1982). Introduction to groundwater modeling, finite difference and finite element methods. Freeman and Company, University of Wisconsin, Madison, 237 pp.
Media	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Computer
Particularities	none
Organizer	Graf, Thomas
Lecturer	Graf, Thomas
Supervisor	Graf, Thomas
Examiner	Graf, Thomas
Institute	Institut für Strömungsmechanik und Umwelphysik, <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) W	Area of expertise Core Studies



## Introduction to Fatigue and Fracture Mechanics

### Introduction to Fatigue and Fracture Mechanics

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS (P+F)	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------------	---------------

#### Learning Objectives

Over time, materials undergo aging processes akin to those experienced by humans, gradually evolving and showing signs of fatigue and wear. It is therefore important to understand the reason and source of aging in materials in order to build models that can be used for design of structures. The module aims at discussing the importance of aging of materials, in particular metals, in different engineering disciplines such as civil and structural engineering (e.g., pipelines, studios, silos, bridges, offshore and onshore wind turbines), mechanical engineering (e.g., pressure vessels, automotive and ship industries) and aerospace engineering (e.g., aircraft industry). It provides different engineering tools to simulate fatigue damage in steel and also model the behaviour and effect of a crack in steel members. At the end of the module, the students will be familiar with different types of nominal and local approaches and are aware of their areas of applications as well as their limitations. After successful completion of the module, the students will have the skills for choosing the most appropriate fatigue and fracture criteria depending on the problem for efficient and realistic simulations.

#### Contents

The Module has two main parts.

The first part gives an overview on different approaches in fatigue assessment and includes:

- Mechanisms of fatigue crack initiation in (ductile and brittle) metals such as steels
- Crack initiation under uni-axial high-cycle fatigue (HCF) loadings
- Crack initiation under multi-axial HCF loadings

The second part of the course is dedicated to the theory of fracture mechanics:

- Linear elastic fracture mechanics (LEFM)
- Elastic-plastic fracture mechanics
- Fatigue crack growth (FCG) models
- Cohesive zone models (CZMs)

Computer laboratory: the students will get to know the modern computer tools for assessment of cracks in complex details using computer models such as finite element (FE) simulation techniques.

Laboratory visit: the students will visit the testing laboratory of the Institute for Steel Construction to witness different running experiments will be arranged.

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- Baumechanik A &amp; B oder Technische Mechanik 1,2,3</li><li>- Numerische Mechanik oder FEM I</li><li>- Stahlbau</li></ul>
Literature	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Schijve J. "Fatigue of Structures and Materials", 2008: New York: Springer.</li><li>2. Anderson T.L. "Fracture Mechanics - Fundamentals and Applications", 3rd Edition, Taylor &amp; Francis Group, LLC. 2005.</li><li>3. Budynas R.G., Nisbett J.K. "Shigley's Mechanical Engineering Design", 2008, New York: McGraw-Hill</li></ol>
Media	PowerPoint presentations, Tablet-PC Writing, Scripts
Particularities	none
Organizer	Ghafoori, Elyas
Lecturer	Ghafoori, Elyas
Supervisor	Loewe, Maximilian
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	Core Studies



## Introduction to Mechanical Vibrations

### Introduction to Mechanical Vibrations

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 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	none	
Organizer	Wangenheim, Matthias	
Lecturer	Wangenheim, Matthias	
Supervisor	Wangenheim, Matthias	
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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS (P+F)	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------------	---------------

#### 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 komplexe 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 selbstständig 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 Fachwerknoten, Lasteinleitungs punkte, Stützenfußpunkte, Rahmenecken, Gittermasten, Ringflansche)
- Korrosionsschutzsysteme und korrosionsschutzgerechtes Konstruieren
- Ermüdung und ermüdungsgerechtes Konstruieren
- Wirtschaftlichkeit von Konstruktionen
- Konstruktiver Glasbau
- Tragwerksplanung mit CAD im Stahlbau

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 I und II, Stahlbau	
Literature	Skript, umfangreiche Literaturliste in StudIP	
Media	PowerPoint-Präsentation, Smartboard, Tafel, PC	
Particularities	<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Teilnehmeranzahl ist begrenzt. Eine Auswahl der Teilnehmer erfolgt über ein Losverfahren bei STUD.IP.</li><li>- Exkursion, CAD-Schulung für CAD-System</li><li>- Die Veranstaltungsbegleitende Prüfung setzt sich aus Seminarleistung und einem Kolloquium zusammen.</li></ul>	
Organizer	Löw, Kathrin	
Lecturer	Löw, Kathrin	
Supervisor	Brömer, Tim	
Examiner	Löw, Kathrin	
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



## Kontinuumsmechanik I

### Continuum Mechanics I

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 803
--	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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

Workload	150 h (42 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Technische Mechanik I - IV
-----------------------------	----------------------------

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

Media	Skript, Tafel, PowerPoint
-------	---------------------------

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Junker, Philipp
-----------	-----------------

Lecturer	Junker, Philipp
----------	-----------------

Supervisor	Jantos, Dustin Roman
------------	----------------------

Examiner	Junker, Philipp
----------	-----------------

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	Studium Generale



## Kontinuumsmechanik II

### Continuum Mechanics II

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

#### Learning Objectives

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Nicht-lineares Materialverhalten abzubilden
- Differentialgleichung zur Beschreibung von komplexem Materialverhalten analytisch oder numerisch zu lösen

#### Contents

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.

- Nicht-lineare bzw. große Deformationen
- Inelastisches Materialverhalten: Schädigung, Plastizität, viskoses Materialverhalten und Phasenumwandlungen
- numerische Lösungen

Workload	150 h (42 h in-class teaching and 108 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Kontinuumsmechanik I, Finite Elemente I
Literature	Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000; Simo, J.C., Hughes, T.J.R.: Computational Inelasticity, Springer 1998.
Media	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Matlab-Übungen
Particularities	none
Organizer	Junker, Philipp
Lecturer	Junker, Philipp
Supervisor	Jantos, Dustin Roman
Examiner	Junker, Philipp
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



## Künstliche Intelligenz I

### Artificial Intelligence I

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 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	none	
Organizer	Nejdl, Wolfgang	
Lecturer	Gottschalk, Simon	
Supervisor		
Examiner	Gottschalk, Simon	
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



## Küstingenieurwesen

### Coastal Engineering

Possible forms of examination: K/MP (50%) + VbP (50%) Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 812
--	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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 Küstingenieurwesen
- Bemessungsverfahren im Küstenwasserbau und Hochwasserschutz
- Vorlandbildung und Küstenschutzwerke
- Praktische Beispiele und Maßnahmen des "harten" und "weichen" Küstenschutzes
- Exkursion

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Wasserbau und Küstingenieurwesen
Literature	CEM – Coastal Engineering Manual, US Army Corps of Engineers (USACE) EAK – Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken
Media	PPT, Matlab-Übungen
Particularities	none
Organizer	Schlurmann, Torsten
Lecturer	Schlurmann, Torsten; Welzel, Kim Mario; Paul, Maike; Kerpen, Nils
Supervisor	Herbst, Maximilian
Examiner	Schlurmann, Torsten
Institute	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	Studium Generale



## Machine Learning for Material and Structural Mechanics

### Machine Learning for Material and Structural Mechanics

Possible forms of examination: K/MP (70%) + VbP (30%) Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. 874
--	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### Learning Objectives

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.

After successful completion of the module the students are able to:

- Use Machine Learning for the solution of PDEs
- Write their own Machine Learning code
- Predict material and structural properties using physics-informed Deep Neural Networks
- Employ geometric learning via Convolutional Neural Networks for computational mechanics

#### Contents

This course presents an introduction to machine learning for engineering students.

#### Course Outline:

- Artificial neural networks (ANN) applications in mechanics
- Supervised/unsupervised ANN approaches: RNN, FFNN, CNN, PINN
- Simplified structural and material modeling (Basic, fundamental level)
- Computer lab using Tensorflow program

Workload	180 h (56 h in-class teaching and 124 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- Baumechanik A &amp; B</li><li>- Numerische Mechanik</li></ul>	
Literature	<ul style="list-style-type: none"><li>- Weekly: unfinished-slides will be filled out during the lecture time</li><li>- Weekly: Computer lab exercises and projects related to the lecture</li><li>- Presentations from researchers of university and industry</li></ul>	
Media	PowerPoint presentations, Tablet-PC Writing, StudIP, Forum, Computer laboratory	
Particularities	none	
Organizer	Aldakheel, Fadi	
Lecturer	Aldakheel, Fadi	
Supervisor	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	Core Studies



## Marine Construction Logistics

### Marine Construction Logistics

Possible forms of examination: K/MP (70%) + VbP (30%) Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 1611
--	----------------------	---------------	---------	----------------	------------------

#### 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 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Maritime and Port Engineering
Literature	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
Media	PPT/PDF; Tools & Software
Particularities	none
Organizer	Hildebrandt, Arndt
Lecturer	Hildebrandt, Arndt
Supervisor	Meyer, Jannik
Examiner	Hildebrandt, Arndt
Institute	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	Studium Generale



## Maritime and Port Engineering

### Maritime and Port Engineering

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 1621 + 1626
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-------------------------

#### 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Wasserbau und Küsteningenieurwesen
Literature	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
Media	PPT, Matlab-Übungen
Particularities	none
Organizer	Schlurmann, Torsten
Lecturer	Schlurmann, Torsten; Paul, Maike; Visscher, Jan
Supervisor	Herbst, Maximilian
Examiner	Schlurmann, Torsten
Institute	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	Studium Generale



## Mechanics of Solids

### Mechanics of Solids

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü / 2T	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. ?
---	---------------------------	---------------	---------	----------------	---------------

#### 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 capable 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 inelastic 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 continuum 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 continuum damage mechanics

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

Workload	180 h (70 h in-class teaching and 110 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Solid knowledge on engineering mechanics and Finite Element Methods and Matlab programming skills.
Literature	E. A. de Souza Neto, D. Peric, D. R. J. Owen, Computational Methods for Plasticity: Theory and Applications, Wiley, 2008
Media	Tablet-Anschrieb, Power-Point, Matlab-Übungen, Skript, ILIAS Modul
Particularities	none
Organizer	Jiang, Yupeng
Lecturer	Jiang, Yupeng
Supervisor	Tragoudas , Alexandros
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) P	Area of expertise Core Studies



## Mehrkörpersysteme

### Multibody Systems

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 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-holonom) zu formulieren
- Koordinatentransformationen durchzuführen
- Bewegungsgleichungen mit Hilfe von Impuls- und Drallsatz sowie den Lagrange'schen Gleichungen 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, Kreiseleffekte, Stabilität

Workload	150 h (56 h in-class teaching and 94 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Technische Mechanik III, IV
Literature	Popp, Schiehlen: Grund Vehicle Dynamics. Springer-Verlag, 2010 Meirovitch: Analytical Dynamics. Dover Publications, 2003 Shabana: Dynamics of Multibody Systems. Cambridge University Press, 2005
Media	Skript, Tafel, PowerPoint
Particularities	none
Organizer	Wangenheim, Matthias
Lecturer	Wangenheim, Matthias; Brinkmann, Katharina
Supervisor	Wangenheim, Matthias; Brinkmann, Katharina
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) W	Area of expertise Core Studies



## Metal Additive Manufacturing and Structural Optimisation

### Metal Additive Manufacturing and Structural Optimisation

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS (P+F)	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------------	---------------

#### Learning Objectives

This module aims to provide an introduction on Additive Manufacturing (AM) technology, focusing on metal AM. AM, often referred to as 3D printing, involves building objects layer by layer using digital 3D models. In construction, AM offers the potential for improved economy and sustainability through enhanced flexibility in manufacturing and enhanced design freedom, enabling the manufacturing of novel, resource-efficient, and customised components. Utilisation of AM requires also computational and optimisation tools to design new structural concepts that were not possible in the past using conventional manufacturing technology. AM and robotic manufacturing play an increasingly significant role in reshaping the construction industry in the era of Industry 4.0.

The module will provide insights into the fundamentals of Laser Powder Bed Fusion (LPBF) and Direct Energy Deposition (DED) technologies, explaining the underlying physics, economics and sustainability, applications, design and optimisation aspects. This module also presents an overview of optimisation methods with an applied approach for structural problems and Design for AM (DfAM). The overarching goal of the course is to equip students with the requisite knowledge and computational skills to utilise the transformative potential of additive manufacturing and optimisation strategies. After successful completion of the module, the students will obtain a solid background and competence in principal aspects of AM for both research and practice, which can be utilised in various engineering domains.

#### Contents

- Fundamentals of different additive manufacturing (AM) technologies
- Basics of Laser Powder Bed Fusion (LPBF) technology, energy sources, solidification and microstructure formation
- Wire-arc Additive Manufacturing (WAAM or robotic welding manufacturing) and welding technology, physics of melting pool, defects, distortion and residual stress prediction
- Laboratory visit to AM facilities
- Economic and environmental aspects of AM
- Basics of optimisation methods, classical and modern methods, multi-objective optimisation
- Principles of density-based topology optimisation and its application for AM
- Robust optimisation, surrogate models, metamodelling and machine learning for AM

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mechanics of Solids</li><li>- Finite Elemente Anwendungen in der Statik und Dynamik/Finite Element Applications in Structural Analysis</li></ul>
Literature	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ian Gibson, David W. Rosen, Brent Stucker: Additive Manufacturing Technologies -Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing <a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1120-9">https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1120-9</a></li><li>2. Andreas Gebhardt, Jan-Steffen Hötter: Additive Manufacturing - 3D Printing for Prototyping and Manufacturing (2016)</li><li>3. ASTM/ISO: <a href="https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:isoastm:52900:dis:ed-2:v1:en:term:3.8.5">https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:isoastm:52900:dis:ed-2:v1:en:term:3.8.5</a></li><li>4. Elements of Structural Optimization, Raphael T. Haftka, Zafer Gürdal, Springer Science &amp; Business Media, 1992</li><li>5. Gendreau, M. and Potvin, J.-Y., Handbook of metaheuristics, 2nd ed., Springer 2010.</li></ol>
Media	PowerPoint presentations, Tablet-PC Writing, Scripts
Particularities	<ul style="list-style-type: none"><li>- The number of participants is limited. Participants will be selected via a random draw at STUD.IP.</li><li>- CAE training courses for computer-aided design are offered as part of the lecture hall exercises.</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>- The module includes visits to relevant laboratories to witness the process of AM and robotic welding manufacturing.</li><li>- The examination accompanying the course consists of two examination components.</li></ul>				
Organizer	Ghafoori, Elyas				
Lecturer	Ghafoori, Elyas				
Supervisor	Baquershahi, Mohammad Hassan				
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	<table border="1" style="width: 100%;"><thead><tr><th style="text-align: center;">P (Compulsory) / W (Elective)</th><th style="text-align: center;">Area of expertise</th></tr></thead><tbody><tr><td style="text-align: center;">W</td><td style="text-align: center;">Studium Generale</td></tr></tbody></table>	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise	W	Studium Generale
P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise				
W	Studium Generale				



## Modelltechnik im Küstingenieurwesen

### Numerical Modelling in Coastal Engineering

Possible forms of examination: K/MP (50%) + VbP (50%) Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 271
--	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### Learning Objectives

Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen, Leistungsfähigkeiten und Anwendungsbeispiele hydronumerischer Modelle und ihre Anwendung im Küstingenieurwesen, 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 & Erkenntnisgewinn einschlägiger wissenschaftlicher Literatur erfassen, wiedergeben, 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Wasserbau und Verkehrswasserbau; Küstingenieurwesen; See- und Hafenbau
-----------------------------	---

Literature	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
------------	---

Media	PPT, Matlab-Übungen
-------	---------------------

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Welzel, Kim Mario
-----------	-------------------

Lecturer	Welzel, Kim Mario; Schlurmann, Torsten; Jordan, Christian
----------	---

Supervisor	Scheiber, Leon
------------	----------------

Examiner	Welzel, Kim Mario
----------	-------------------

Institute	Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a>
-----------	---

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

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



## Nichtlineare Schwingungen

Nonlinear Vibrations

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 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 näherungsweisen 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	none	
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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS (P+F)	Exam No. 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Grundlagen statisch unbestimmter Tragwerke, Stabtragwerke, Flächentragwerke	
Literature	Rothert, H., Gensichen, V.: Nichtlineare Stabstatik	
Media	Tafel, PowerPoint-Präsentation	
Particularities	none	
Organizer	Rolfes, Raimund	
Lecturer	Bohne, Tobias	
Supervisor	Bohne, Tobias	
Examiner	Bohne, Tobias	
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



## Numerical Methods in Fluid Mechanics

### Numerical Methods in Fluid Mechanics

Possible forms of examination: K/MP (80%) + VbP (20%) Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Fluidmechanics, Environmental hydraulics, Process simulation, Mathematical methods	
Literature	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	
Media	Blackboard, Powerpoint, StudIP	
Particularities	none	
Organizer	Neuweiler, Insa	
Lecturer	Neuweiler, Insa	
Supervisor	Rahul Krishna	
Examiner	Neuweiler, Insa	
Institute	Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik, <a href="http://www.hydromech.uni-hannover.de/">http://www.hydromech.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	P	Core Studies



## Numerical Modelling in Geotechnical Engineering

### Numerical Modelling in Geotechnical Engineering

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 1V / 3Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 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, Hypoplastity)
- Mechanical-hydraulical coupled problems
- Simulation of foundation problems
- Simulation of excavations and slopes

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Bodenmechanik und Gründungen, Grundbaukonstruktionen, Festkörpermechanik
Literature	DGGT: Empfehlungen des Arbeitskreises Numerik in der Geotechnik - EANG, Ernst & Sohn Verlag, 2014.
Media	StudIP, Skript, Powerpoint, Tafel, Computer
Particularities	none

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

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



## Numerics of Partial Differential Equations for CME

### Numerics of Partial Differential Equations for CME

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: -	SWH / Art 4V / 2Ü	Language E	CP 10	Semester WS	Exam No. 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

Workload	300 h (120 h in-class teaching and 180 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	---

Recommended Prior Knowledge	Numerische Mathematik I
-----------------------------	-------------------------

Literature	P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen
------------	--

Media	keine Angabe
-------	--------------

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Wick, Thomas
-----------	--------------

Lecturer	Wick, Thomas
----------	--------------

Supervisor	Heydari, Shahin
------------	-----------------

Examiner	Wick, Thomas
----------	--------------

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
	P	Core Studies



## Objektorientierte Modellbildung und Simulation

### Object-Oriented Modelling and Simulation

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 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 selbstständig 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Programmierkenntnisse in Java, Mathematik und numerisch Mathematik
Literature	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
Media	Tafel, Präsentation
Particularities	none
Organizer	Milbradt, Peter
Lecturer	Milbradt, Peter
Supervisor	
Examiner	Milbradt, Peter
Institute	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

P (Compulsory) / W (Elective)

Area of expertise



Programme Specific Information	W	Core Studies
--------------------------------	---	--------------



## Particle methods for Engineering Mechanics I

### Particle methods for Engineering Mechanics I

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------	---------------

#### 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	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.
Literature	Stefan Ludding. 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.
Media	Blackboard, Power-point, Python script.
Particularities	none



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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. 561
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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 hyradynamics (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 mechancis 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 meth-ods, 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 dy-namic, deformations of continua

1. Understand the physical and mathematical fundamentals of continuum particle-based methods.
2. Formulate variational form and discritization for the integrations of governing PDEs using particle based meth-ods.
3. Formulate the numerical algorithm of constitutive models for simulating material behaviours including, hyper-elasticity, 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 im-plementation of material point method (MPM). Students are expected to have basic concepts of continuum me-chanics 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. Discritization 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)

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Students are expected to have in-depth knowledge of finite element methods and engineering mechanics. Particle methods for Engineering Mechanics II	
Literature	<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>	
Media	Blackboard, Power-point, Python script, C++.	
Particularities	none	
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



## Reliability and Risk Analysis

### Reliability and Risk Analysis

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS (F) / SS (P)	Exam No. 883
---	----------------------	---------------	---------	-----------------------------	-----------------

#### 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- solid background in structural dynamics and mathematics,</li><li>- solid programming skills in Matlab,</li><li>- successful completion of the modules "Stochastik für Ingenieure" and "Computergestützte Numerik für Ingenieure"</li></ul>	
Literature	<p>Alfredo H-S. Ang, Wilson H. Tang: Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering, 2nd Edition, Wiley, 2006</p> <p>Douglas C. Montgomery (Autor), George C. Runger: Applied Statistics and Probability for Engineers, Wiley, 2013</p> <p>Enrico Zio: The Monte Carlo Simulation Method for System Reliability and Risk Analysis, Springer, 2013</p>	
Media	Blackboard, PowerPoint-Presentation, Matlab-exercises	
Particularities	none	
Organizer	Beer, Michael	
Lecturer	Beer, Michael; Broggi, Matteo	
Supervisor	Broggi, Matteo	
Examiner	Broggi, Matteo	
Institute	<p>Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de">http://www.irz.uni-hannover.de</a></p> <p>Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie</p>	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	P	Core Studies



## Reliable Simulation in the Mechanics of Materials and Structures

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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. 551
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

#### 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.

Workload	180 h (56 h in-class teaching and 124 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- Numerische Mechanik</li><li>- Finite Elemente Methode</li></ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"><li>[1] Guide for Verification and Validation in Computational Solid Mechanics: American Society of Mechanical Engineers (ASME) V&amp;V 10-2006</li><li>[2] Oberkampf, William L.; Roy, Christopher J.: Verification and Validation in Scientific Computing, Cambridge University Press 2010</li></ul>
Media	PowerPoint presentations, Tablet-PC Writing, StudIP, Forum, Computer laboratory, quizzes
Particularities	none
Organizer	Heider, Yousef
Lecturer	Heider, Yousef
Supervisor	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) W	Area of expertise Core Studies



## Robotik I

### Robotics I

Possible forms of examination: K/MP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 1Ü	Language D	CP 5	Semester WS	Exam No. 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 (differentiell) kinematischen und dynamischen Modellierung als auch aktuelle Bahnplanungsansätze sowie (fortgeschritten) 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.

Workload	150 h (32 h in-class teaching and 118 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Regelungstechnik; Mehrkörpersysteme
Literature	Vorlesungsskript; weiterführende Sekundärliteratur wird kursbegleitend zur Verfügung gestellt.
Media	Skript
Particularities	none

Organizer	Seel, Thomas
Lecturer	Seel, Thomas; Habich, Tim-Lukas
Supervisor	Seel, Thomas; Habich, Tim-Lukas
Examiner	Seel, Thomas
Institute	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

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

## Stahl- und Verbundbrückenbau

### Steel and Composite Bridges

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D und E	CP 6	Semester SS (P+F)	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
- Schrägselbrücken
- Ermüdungsprobleme im Brückenbau
- Modellbildung im Brückenbau
- Berechnung von Brücken mit CAE
- Bemessung
- Anfertigung von Übersichtszeichnungen

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 I und II, Stahlbau, Tragsicherheit im Stahlbau
Literature	Skript für die Vorlesung und Hörsaalübung, umfangreiche Literaturlisten in StudIP
Media	PowerPoint-Präsentation, Skript, Aufzeichnungen
Particularities	<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Teilnehmeranzahl ist begrenzt. Eine Auswahl der Teilnehmer erfolgt über ein Losverfahren bei STUD.IP.</li><li>- Im Rahmen der Hörsaalübungen werden CAE-Schulungen für die rechnergestützte Bemessung von Brückentragwerken angeboten.</li><li>- Exkursion</li><li>- Die Veranstaltungsbegleitende Prüfung setzt sich aus zwei Seminarleistungen und zugehörigen Kolloquien zusammen.</li></ul>

Organizer	Ghafoori, Elyas
Lecturer	Raba, Alexander; Ghafoori, Elyas
Supervisor	Jübner, Paul
Examiner	Raba, Alexander oder 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



## Stochastic Finite Element Methods

### Stochastic Finite Element Methods

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

Workload	180 h (70 h in-class teaching and 110 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	Solid knowledge on computational techniques (FEM)
Literature	Subject specific recommendation of textbooks and Journal articles
Media	Power-Point presentation, blackboard, practical training in the computer lab, StudIP, Forum
Particularities	none
Organizer	Zhibao, Zheng
Lecturer	Zhibao, Zheng
Supervisor	Zhibao, Zheng
Examiner	Zhibao, Zheng



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) W	Area of expertise Core Studies



## Stoff- und Wärmetransport

Mass and Heat Transport (Environmental Fluid Mechanics)

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. 381
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-----------------

### Learning Objectives

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

### Contents

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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen, Prozesssimulation, Mathematik I/II für Ingenieure, Numerik partieller Differentialgleichungen	
Literature	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.	
Media	Tafel, Beamer, StudIP	
Particularities	none	
Organizer	Neuweiler, Insa	
Lecturer	Neuweiler, Insa	
Supervisor	Bangalore LakshmiPrasad, Radhakrishna	
Examiner	Neuweiler, Insa	
Institute	Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik, <a href="http://www.hydromech.uni-hannover.de/">http://www.hydromech.uni-hannover.de/</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies



## Systems and Network Analysis

### Systems and Network Analysis

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS (P) / SS (F)	Exam No. 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	<ul style="list-style-type: none"><li>- Solid background in mathematics and in an engineering subject,</li><li>- solid programming skills,</li><li>- successful completion of the module "Risk and Reliability"</li></ul>	
Literature	<p>Adrian Bondy, M. Ram Murty: Graph Theory, Springer, 2008</p> <p>Enrico Zio: An Introduction to the Basics of Reliability and Risk Analysis, Series on Quality, Reliability and Engineering Statistics: Volume 13, World Scientific, 2007</p>	
Media	Teaching materials from lecture and exercise, background literature	
Particularities	none	
Organizer	Beer, Michael	
Lecturer	Broggi, Matteo	
Supervisor	Behrensdorf, Jasper	
Examiner	Broggi, Matteo	
Institute	<p>Institut für Risiko und Zuverlässigkeit, <a href="http://www.irz.uni-hannover.de">http://www.irz.uni-hannover.de</a></p> <p>Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie</p>	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective)	Area of expertise
	W	Core Studies

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

### Technical English

Possible forms of examination: K Course achievements: -	SWH / Art 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

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: -	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D und E	CP 6	Semester WS	Exam No. 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

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Windenergetik I und II, Grundbaukonstruktionen, Tragsicherheit im Stahlbau, Tragwerksdynamik (für Bau) bzw. Technische Dynamik (für MB)
-----------------------------	---

Literature	Skript, umfangreiche Literaturlisten in StudIP
------------	--

Media	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Beamer, PC
-------	--

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Achmus, Martin
-----------	----------------

Lecturer	Achmus, Martin; Jonscher, Clemens; Ghafoori, Elyas
----------	--

Supervisor	Baqershahi, Mohammad Hassan; Jonscher, Clemens; Hansmann, Dennis
------------	--

Examiner	Achmus, Martin
----------	----------------

Institute	Institut für Stahlbau, 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.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
-----------	--

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



## Wasserbau und Verkehrswasserbau

### Hydraulic Engineering and Waterway Construction

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. 1631 + 1636
---	----------------------	---------------	---------	----------------	-------------------------

#### Learning Objectives

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 Schifffbarkeit sowie der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf Wasserstraßen.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Stellenwert und Leistungsfähigkeit von Wasserstraßen im intermodalen Verkehrsnetz analysieren und bewerten;
- Belastungen der Wasserstraße durch die Schifffahrt erläutern sowie Fahrrinnenabmessungen, Belastungen sowie degradierende Einflussgrößen/-prozesse ermitteln und anwenden;
- Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf das Abflussgesehen abschätzen;
- Wehranlagen und Schleusen klassifizieren und hydraulisch bemessen;
- Aspekte der umweltgerechten Planung im Zusammenhang mit Genehmigungsverfahren darstellen.

#### Contents

- Definition und Organisation von Wasserstraßen und Bundeswasserstraßen sowie dessen Leistungsfähigkeit
- Verkehrsträger und Transportketten
- Hydrographie und Messtechnik im Wasserbau
- Ausbau und Unterhaltung von Flüssen und Ästuaren
- Fahrverhalten von Schiffen sowie Fahrrinnenabmessungen und Belastungen des Deckwerkes und der Sohle
- Wehranlagen; Schleusen; Binnenhäfen
- Exkursion und Praktikum

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Wasserbau und Küsteningenieurwesen	
Literature	<p>Partenscky, H.W., Binnenverkehrswasserbau, Springer, akt. Auflage</p> <p>Partenscky, H.W., Schleusen und Hebwerke, Springer, akt. Auflage</p> <p>Bollrich, G., Technische Hydromechanik, Gruindlagen, Bd. 1, aktuelle Aufl.</p> <p>Giesecke, J., Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb, aktuelle Auflage</p> <p>Schröder, W., Gewässerregelung - Binnenverkehrsbau, aktuelle Auflage</p>	
Media	PPT, Matlab-Übungen	
Particularities	none	
Organizer	Schlurmann, Torsten	
Lecturer	Schlurmann, Torsten	
Supervisor	Herbst, Maximilian	
Examiner	Schlurmann, Torsten	
Institute	<p>Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, <a href="http://www.lufi.uni-hannover.de">http://www.lufi.uni-hannover.de</a></p> <p>Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie</p>	

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



## Wind Energy Technology I

### Wind Energy Technology I

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester SS	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------	---------------

#### Learning Objectives

This module is the first of two modules that introduce to the foundations of design, planning and operation of wind turbines. After successful completion of the module students can

- explicate the components of a wind turbine and explain their functionalities,
- explain the physics of the wind & calculate the energy yield for given boundary conditions,
- conduct an aerodynamic design of rotor blades for optimum conditions,
- utilize and explain the blade element method and the steady-state blade element momentum theory,
- compare the behavior of fast and slow running turbines,
- judge the significance of different loss types for different turbine configurations,
- compile a power curve,
- explicate different control strategies for power limitation,
- judge scaling boundaries on the basis of the similarity theory,
- explicate advantages and deficiencies of different drive train concepts,
- explain the requirements of turbine certification,
- describe different support structures of offshore wind turbines and explain their functionalities.

#### Contents

- Introduction and history of wind turbine design
- Wind physics and energy yield assessment
- Aerodynamic, mechanical and electrical design of wind turbines,
- Design of wind turbines according to Betz and Schmitz theory,
- Characteristic diagrams and partial load behavior,
- Compilation of a power curve,
- Control strategies for power limitation,
- Scaling and similarity theory
- Offshore wind energy

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	-
Literature	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 8. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag Wiesbaden, 2013</li><li>- Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li></ul>
Media	Beamer, Tafel, Skript, Übungsunterlagen
Particularities	Excursion to a wind turbine manufacturer; in winter semesters the course is given in German; lecture slides are in English
Organizer	Reuter, Andreas
Lecturer	Balzani, Claudio
Supervisor	Khan, Abdul Wasay
Examiner	Balzani, Claudio
Institute	Institut für Windenergiesysteme, <a href="http://www.iwes.uni-hannover.de">http://www.iwes.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie



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



## Wind Energy Technology II

### Wind Energy Technology II

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language E	CP 6	Semester WS	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------	---------------

#### Learning Objectives

This module is the second of two modules that introduce to the principles of the design, planning and operation of wind turbines.

After successful completion of the module students are able to

- name and analyse dynamic effects in wind turbine operation,
- calculate (with limitations) the structural dynamics and natural frequencies of wind turbines,
- explain the unsteady blade element momentum theory (BEM),
- parameterise design load cases and wind turbines within an appropriate software package (FAST),
- calculate and interpret the loads acting on wind turbine components for a selection of design load cases in the framework of turbine simulations,
- carry out a fatigue design for specified boundary conditions,
- explain the external conditions of an offshore wind turbine,
- explain the functionality of floating offshore wind turbines,
- evaluate the procedures of integrated turbine design,
- explain the functionality of vertical axis wind turbines.

#### Contents

- Structural dynamics of wind turbines
- Unsteady aerodynamics of wind turbines
- Loads simulation and certification
- Concepts of fatigue analyses
- External loads of offshore wind turbines
- Floating turbine concepts
- Vertical axis wind turbines
- Integrated turbine design

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	--

Recommended Prior Knowledge	Wind Energy Technology I
-----------------------------	--------------------------

Literature	- Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 8. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag Wiesbaden, 2013 - Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung angegeben
------------	---

Media	Beamer, Tafel, Skript, Übungsunterlagen
-------	---

Particularities	Documents of the lecture are in English
-----------------	---

Organizer	Reuter, Andreas
-----------	-----------------

Lecturer	Balzani, Claudio
----------	------------------

Supervisor	Khan, Abdul Wasay (Präsenzstudium); Balzani, Claudio (Fernstudium)
------------	---

Examiner	Balzani, Claudio
----------	------------------

Institute	Institut für Windenergiesysteme, <a href="http://www.iwes.uni-hannover.de">http://www.iwes.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie
-----------	--



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



## Windenergietechnik I

Wind Energy Technology I

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester WS	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------	---------------

### Learning Objectives

Dieses Modul ist das erste von zwei Modulen, die in die Grundlagen von Entwurf, Planung und Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) einführen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die Bestandteile einer WEA benennen und ihre Funktionsmechanismen erläutern,
- die Eigenschaften des Windes darlegen & Windenergieertrag zu vorgegebenen Randbedingungen berechnen,
- Rotorblätter für Optimalbedingungen aerodynamisch auslegen,
- die Blattelementmethode und die stationäre Blattelementimpulstheorie anwenden und erklären,
- das Verhalten von Schnell- und Langsamläufern vergleichen,
- die Signifikanz verschiedener Verlustarten für unterschiedliche Anlagenkonfigurationen beurteilen,
- eine Leistungskurve erstellen,
- die Funktionsweise verschiedener Regelungsstrategien zur Leistungsbegrenzung erläutern,
- Skalierungsgrenzen auf Basis der Ähnlichkeitstheorie beurteilen,
- die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Triebstrang-Konzepte erläutern,
- die Anforderungen an ein Zertifizierungsverfahren erläutern,
- unterschiedliche Offshore-Tragstrukturen beschreiben und ihre Funktionsweise erläutern.

### Contents

- Einleitung und Historie von Windenergieanlagen
- Physik des Windes und Energieertragsermittlung
- Konstruktiver Aufbau von Windkraftanlagen
- Auslegung von Windturbinen nach Betz und Schmitz
- Kennfeldberechnung und Teillastverhalten
- Ermittlung von Leistungskurven
- Regelungsstrategien zur Leistungsbegrenzung
- Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln
- Einige Aspekte der Offshore-Windenergie

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)
Recommended Prior Knowledge	-
Literature	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 8. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag Wiesbaden, 2013</li><li>- Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li></ul>
Media	Beamer, Tafel, Skript, Übungsunterlagen
Particularities	Exkursion zu einem WEA-Hersteller; im SoSe wird das Modul in englischer Sprache angeboten; Vorlesungsunterlagen sind englischsprachig
Organizer	Reuter, Andreas
Lecturer	Reuter, Andreas
Supervisor	Rajjoub, Basem (Präsenzstudium); Balzani, Claudio (Fernstudium)
Examiner	Reuter, Andreas
Institute	Institut für Windenergiesysteme, <a href="http://www.iwes.uni-hannover.de">http://www.iwes.uni-hannover.de</a>



	Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie	
Programme Specific Information	P (Compulsory) / W (Elective) W	Area of expertise Core Studies



## Windenergietechnik II

### Wind Energy Technology II

Possible forms of examination: K/KA/MP/HA/PJ/VbP Course achievements: 1	SWH / Art 2V / 2Ü	Language D	CP 6	Semester SS	Exam No. ?
---	----------------------	---------------	---------	----------------	---------------

#### Learning Objectives

Dieses Modul ist das zweite der beiden Module, die in die Grundlagen von Entwurf, Planung und Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) einführen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- dynamische Effekte bei WEA benennen und erläutern,
- unter Einschränkungen die Strukturdynamik einer WEA sowie maßgebende Eigenfrequenzen berechnen,
- die instationäre Blattelement-Impulstheorie erläutern,
- eine Parametrisierung von Zertifizierungslastfällen und WEA mit geeigneter Software durchführen,
- für ausgewählte Lastfälle die Belastungen auf Anlagenkomponenten im Rahmen einer Gesamtanlagensimulation berechnen und interpretieren,
- eine Ermüdungsbemessung zu vorgegebenen Randbedingungen durchführen,
- die Einwirkungen auf Offshore-WEA (OWEA) erläutern,
- die Funktionsweise schwimmender OWEA erläutern,
- die Vorgänge des integrierten Anlagenentwurfs beurteilen,
- die Funktionsweise vertikalachsiger WEA erläutern.

#### Contents

- Strukturdynamik von WEA
- Instationäre Aerodynamik von WEA
- Lastenrechnung und Zertifizierung
- Konzepte zum Ermüdungsfestigkeits-Nachweis
- Einwirkungen auf OWEA
- Schwimmende Anlagenkonzepte
- Vertikalachsige Windenergieanlagen
- Integrierter Anlagenentwurf

Workload	180 h (60 h in-class teaching and 120 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Windenergietechnik I	
Literature	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 8. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag Wiesbaden, 2013</li><li>- Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li></ul>	
Media	Beamer, Tafel, Skript, Übungsunterlagen	
Particularities	Vorlesungsunterlagen sind englischsprachig	
Organizer	Reuter, Andreas	
Lecturer	Reuter, Andreas	
Supervisor	Rajjoub, Basem	
Examiner	Reuter, Andreas	
Institute	Institut für Windenergiesysteme, <a href="http://www.iwes.uni-hannover.de">http://www.iwes.uni-hannover.de</a> Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie	

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



## Interdisziplinäres Projekt Interdisciplinary Project

Possible forms of examination: ST (80%) mit VbP (20%) Course achievements: -	SWH / Art -	Language D und E	CP 12	Semester WS/SS	Exam No. 10
--	----------------	---------------------	----------	-------------------	----------------

### Learning Objectives

In diesem Modul werden von den Studierenden die erlernten Techniken und Fertigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens vertieft und angewendet. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden zu thematisch möglichst interdisziplinär zusammenhängenden Themengebieten wissenschaftliche Fragestellungen durchdringen und bearbeiten. Hierbei werden eigenständige Literaturrecherchen, Berechnungen angewendet und wissenschaftliche Ausarbeitungen und Berichte erstellt, die Ergebnisse können zusammenhängend präsentiert werden.

### Contents

Die Studierenden erarbeiten zu konkreten Themen aus einem federführenden Fachgebiet den Stand der wissenschaftlichen Technik. Das Thema wird idealerweise interdisziplinär um eine weitere Fragestellung ergänzt, um so eine komplexere Sichtweise auf das Projekt zu schaffen. Zum Beispiel könnte ein interdisziplinärer Ansatz eine Fragestellung zur Architektur eines Gebäudes sein (Konstruktion eines Sonderbaus, z. B. in Zusammenarbeit mit der Fakultät für Architektur und Landschaft) und eine Fragestellung nach dem baulichen Brandschutz des Gebäudes, der Statik des Bauwerks, der Energieeffizienz oder der baulichen Durchbildung/Gründung des Architekturentwurfes. Ebenso könnten z. B. Fragestellungen zum baubetrieblichen Arbeitsablauf des Gebäudes oder auch Fragen zur Wasserver- oder -entsorgung, etc. eines derartigen Entwurfes die Interdisziplinarität erzielen. Gruppenarbeit ist erwünscht.

Workload	360 h (0 h in-class teaching and 360 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	Je nach den beteiligten Instituten und Themen ist der Besuch entsprechender grundlegender Module dringend angeraten.	
Literature	Theuerkauf, J.: Schreiben im Ingenieurstudium, Schöningh 2012 Hirsch-Weber, A., Scherer, S.: Wissenschaftliches Schreiben und Abschlussarbeit in Natur- und Ingenieurwissenschaften, Eugen Ulmer KG, 2016	
Media	keine Angabe	
Particularities	none	
Organizer	Studiendekan	
Lecturer		
Supervisor		
Examiner		
Institute	Institute der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie/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

## Praxisprojekt

### Practical Project

Possible forms of examination: ST (80%) mit VbP (20%) Course achievements: -	SWH / Art -	Language D und E	CP 30	Semester WS/SS	Exam No. 9000
--	----------------	---------------------	----------	-------------------	------------------

#### Learning Objectives

Ziel des Praxisprojektes ist es, einerseits eine enge Verbindung zwischen Studium und Berufspraxis herzustellen. Andererseits soll auch das wissenschaftliche Schreiben vertieft werden.

Studierende lernen, ihr im Studium erworbenes theoretisches Wissen in ingenieurnahen Aufgabenstellungen auf komplexe Probleme der Praxis anzuwenden und die Ergebnisse im wissenschaftlichen Kontext zu reflektieren und auszuwerten.

Das Praxisprojekt dient neben der fachlichen Vertiefung am konkreten Beispiel und der vertiefenden wissenschaftlichen Reflexion in schriftlicher Form insbesondere zur Schulung folgender Schlüsselqualifikationen:

- Schriftliches und mündliches fachspezifisches Ausdrucksvermögen
- Zielorientiertes Arbeiten in Organisationsstrukturen (Zeitmanagement, Anpassungsfähigkeit, Zuverlässigkeit etc.)
- Eigenständigkeit und Mitverantwortung
- Teamfähigkeit i.R.v. sozialer Interaktion (z.B. interkult. Kompetenzen, Kritikfähigkeit, Konfliktmanagement, Selbstbehauptung)
- Wissenschaftliches Durchdringen von konkreten Fragestellungen bzw. Themengebieten aus der Praxis
- Vertiefende Anwendung von Fertigkeiten und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens/Schreibens

#### Contents

Die Studierenden arbeiten in einem industriellen Unternehmen/Betrieb oder einer Forschungseinrichtung außerhalb der LUH an einem Projekt, dessen Inhalt und Fragestellungen in einer schriftlichen Abhandlung wissenschaftlich beleuchtet, ausgewertet und reflektiert wird.

Die schriftliche Abhandlung ist binnen 6 Monaten nach Anmeldung abzuliefern. Die Ergebnisse des Praxisprojekts und der Abhandlung werden in einem Kolloquium vorgestellt

Das Praxisprojekt umfasst 20 Wochen praktische Tätigkeiten. Ca. 2-4 Wochen nach dem Start des Praxisprojekts muss eine Projektskizze inkl. Zeitplan für das Projekt sowie für die zu verfassende wissenschaftliche Arbeit/Abhandlung mit der/dem Prüfer/in abgesprochen werden.

Das Praxisprojekt kann auch im Ausland erbracht werden.

Workload	900 h (0 h in-class teaching and 900 self-study incl. course achievements and examination performances)
----------	---

Recommended Prior Knowledge	-
-----------------------------	---

Literature	-
------------	---

Media	-
-------	---

Particularities	none
-----------------	------

Organizer	Studiendekan/Dean of Studies
-----------	------------------------------

Lecturer	
----------	--

Supervisor	
------------	--

Examiner	
----------	--

Institute	Institute der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie/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

**Master Thesis****Masterarbeit**

Possible forms of examination: MA (80%) mit VbP (20%) Course achievements: -	SWH / Art -	Language D und E	CP 24	Semester WS/SS	Exam No. 9999
--	----------------	---------------------	----------	-------------------	------------------

**Learning Objectives**

Das Modul vertieft die angewandten Techniken und Fertigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden wissenschaftliche Methoden zur selbstständigen Lösung einer komplexen Aufgabe aus dem Fachgebiet des Bau- oder Umweltingenieurwesens oder der Computergestützten Ingenieurwissenschaften und benachbarter Bereiche innerhalb einer vorgegebenen Frist anwenden und weiterentwickeln.

**Contents**

Die Masterarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, in der die während des Studiums erlangten Kenntnisse und Fertigkeiten zur Anwendung kommen. Die Masterarbeit kann experimentelle Untersuchungen, Simulationen oder Bemessungsaufgaben beinhalten. Die Studierenden haben gelernt, erworbene Wissen zur Anwendung zu bringen, dieses selbstständig in einen neuen Kontext zu stellen und Methoden einzusetzen, die ihnen ein wissenschaftliches Arbeiten ermöglichen. Die Ergebnisse werden schriftlich im Rahmen der Masterarbeit dokumentiert. Die wesentlichen Ergebnisse sind in einem Kolloquium zu präsentieren.

Workload	720 h (0 h in-class teaching and 720 self-study incl. course achievements and examination performances)	
Recommended Prior Knowledge	-	
Literature	Theuerkauf, J.: Schreiben im Ingenieurstudium. Schöningh 2012. Franck, N.; Stary, J.: Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens. UTB Stuttgart, aktuelle Auflage; Friedrich, Ch.: Schriftliche Arbeiten im technisch-naturwissenschaftlichen Studium. Mannheim, Dudenverlag, aktuelle Auflage.	
Media	-	
Particularities	none	
Organizer	Studiendekan	
Lecturer		
Supervisor		
Examiner		
Institute	Institute der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie/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
	P	Scientific Work